



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL  
UNIDADE ACADÊMICA DE MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E SAÚDE ANIMAL**

**JOSÉ DÊVEDE DA SILVA**

**CARACTERIZAÇÃO EPIDEMIOLÓGICA DA LEPTOSPIROSE EM  
OVINOS NO NORDESTE DO BRASIL**

**PATOS - PB**

**2021**

**JOSÉ DÊVEDE DA SILVA**

**CARACTERIZAÇÃO EPIDEMIOLÓGICA DA LEPTOSPIROSE EM  
OVINOS NO NORDESTE DO BRASIL**

**Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Saúde Animal do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciência e Saúde Animal.**

**Orientador: Professor Dr. Clebert José Alves.**

**Coorientador: Dr. Francisco Selmo Fernandes Alves.**

**PATOS - PB**

**2021**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DO CSTR

S586c Silva, José Dêvede da  
Caracterização epidemiológica da leptospirose em ovinos do Nordeste do Brasil / José Dêvede da Silva. – Patos, 2021.  
81f.: il. color.

Tese (Doutorado em Ciência e Saúde Animal) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2021.

Orientação: Prof. Dr. Clebert José Alves.

Coorientação: Prof. Dr. Francisco Selmo Fernandes Alves.

Referências.

1. Ovinos. 2. Caatinga. 3. Biomas. 4. Frequência. 5. Pequenos ruminantes. 6. Sanidade animal. I. Título.

CDU 619



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
POS-GRADUACAO EM CIENCIA E SAUDE ANIMAL  
Rua Aprígio Veloso, 882, - Bairro Universitário, Campina Grande/PB, CEP 58429-900

**FOLHA DE ASSINATURA PARA TESES E DISSERTAÇÕES**  
**JOSÉ DÊVEDE DA SILVA**

**CARACTERIZAÇÃO EPIDEMIOLÓGICA DA LEPTOSPIROSE EM OVINOS DO NORDESTE DO BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Saúde Animal como pré-requisito para obtenção do título de Doutor em Ciência e Saúde Animal.

Aprovada em: 26/02/2021

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Clebert José Alves (Orientador - PPGCSA/UFCG)  
Prof. Dr. Sergio Santos de Azevedo (Examinador Interno - PPGCSA/UFCG)  
Prof. Dr. Albério Antônio de Barros Gomes (Examinador Interno - UFCG)  
Prof. Dr. Francisco Selmo Fernandes Alves (Examinador Externo - EMBRAPA)  
Dr. Diego Figueiredo da Costa (Examinador Externo - UFPB)



Documento assinado eletronicamente por SERGIO SANTOS DE AZEVEDO, COORDENADOR (A), em 26/02/2021, às 17:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por ALBERIO ANTONIO DE BARROS GOMES, PROFESSOR(A) DO MAGISTERIO SUPERIOR, em 26/02/2021, às 17:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por CLEBERT JOSE ALVES, PROFESSOR(A) DO MAGISTERIO SUPERIOR, em 26/02/2021, às 17:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ufcg.edu.br/autenticidade>, informando o código verificador 1304493 e o código CRC ABAC514C.

**Dedico**

Ao meu pai, Pe. Bonfim Jaime de Matos, pelo constante apoio e amor.

Aos meus avós, Amaro Ribeiro e Maria José Gomes, *in memoriam*, pelo exemplo de vida.

## AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado força, coragem e sabedoria durante essa caminhada e por mais uma conquista alcançada, muito obrigado!

Aos meus Pais, Pe. Jaime e Verônica, que nunca mediram esforços para que eu alcançasse meus objetivos. Aos meus irmãos, Cleibson, Renam, Graças e Cleudiana, que sempre me incentivaram. Aos meus familiares e amigos que sempre estiveram comigo nessa luta, em especial dona Cleudes, Valdir, Deborah, Rodolfo, Thalita, Ricardo, Pe. Gleidimar, Pe. Evandro, Francisco e Antônio, Dr. Salomão, Humberto e Nazareno.

Aos meus avós maternos, Amaro Ribeiro da Silva (*in memorian*) e Maria José Gomes (*in memorian*) pelos valores e ensinamentos.

A minha esposa, Demmya Haryssam pela sua paciência e, sobretudo, pelo seu amor e carinho em todos os momentos. Te amo!

Agradeço a Ana Millena, Glaucenyra e a todos que fazem a Embrapa Caprinos e Ovinos de Sobral – CE, pelo acolhimento, confiança e colaboração no desenvolvimento dessa pesquisa.

Aos colegas do Grupo de Pesquisa Doenças Transmissíveis do CSTR/UFCG, que foram importantes na condução e execução desse trabalho. Um agradecimento especial e sincero à amizade e confiança da inseparável irmã do coração, presente para toda uma vida: Maira Porto Viana.

Aos membros da banca, por aceitarem contribuir com esse trabalho, Prof. Dr. Sergio Santos de Azevedo, Prof. Dr. Albério Antônio Barros Gomes, Dr. Francisco Selmo Fernandes Alves e Dr. Diego Figueiredo da Costa.

Ao professor Titular Clebert José Alves, minha gratidão por todo esse tempo de orientação (Mestrado e Doutorado), exercido de forma tão particular, procurando entender as particularidades e nos iluminando com sua disposição de pesquisador. Obrigado por ter acreditado no meu trabalho e prestado toda orientação que um pesquisador pode oferecer a um Doutorando para que possa atingir os objetivos da pesquisa e de sua formação.

Aos funcionários do CSTR/UFCG, em especial Damião, dona Francinete e Adalberto pela gentileza.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte financeiro e ao Grupo de Pesquisa de Sanidade Animal da Embrapa Caprinos e Ovinos/CNPC, Sobral/CE, pela oportunidade e cooperação.

A todos os agentes envolvidos que direta ou indiretamente contribuíram para o desenvolvimento e realização dessa pesquisa.

## RESUMO

Essa Tese é composta por três Capítulos, no qual cada capítulo corresponde a um artigo científico. No Capítulo I foram determinados a soroprevalência, sorogrupos mais frequentes e os fatores associados à infecção por *Leptospira* sp. em rebanhos ovinos pertencentes a dois biomas do Nordeste brasileiro. A frequência de ovinos sororeatores (título  $\geq 50$ ) para *Leptospira* sp. foi de 23,3%. O estado de Alagoas apresentou maior frequência 31,7%, o Maranhão (13,3%) a menor. Os sorogrupos mais frequentes para o estado de Alagoas foram Autumnalis (54,2%) e Icterohaemorrhagiae (18,3%), enquanto para o Maranhão foram Pomona (37,2%) e Icterohaemorrhagiae (23,3%). Conclui-se que a leptospirose está presente em ovinos deslanados nos biomas Caatinga e Cerrado, com vários sorogrupos circulantes, que representa um risco para a saúde pública e um problema na produção animal. No Capítulo II foram determinados os fatores associados à soroprevalência da leptospirose em ovinos no Nordeste brasileiro. Em 76,3% dos rebanhos havia pelo menos um animal soropositivo para um dos sorogrupos de *Leptospira* sp. utilizados, e 14,94% dos animais eram soropositivos (IC 95% = 0,138 - 0,1618). O estado da Paraíba apresentou maior prevalência em nível de rebanho 95,7% e 26,6% em nível animal, seguido pelo Ceará 93,9% e 23,7%. Os fatores associados à soroprevalência obtidos foram idade adulto (razão de prevalência - RP = 2,03;  $P < 0,001$ ), ausência de esterqueira (RP = 2,14;  $P = 0,026$ ), não recolher o rebanho ovino para abrigo (RP = 1,54;  $P = 0,021$ ), alta mortalidade ao desmame (RP = 1,39;  $P = 0,013$ ), fornecer água de poço aos animais (RP = 1,25;  $P = 0,034$ ) e não fornecer água de cisterna aos animais (RP = 2,15;  $P = 0,002$ ). Fatores associados à soropositividade demonstram a necessidade de implementação de medidas de controle e prevenção, visando reduzir a infecção por *leptospira* em ovinos, como a instalação de esterqueiras, objetivando diminuir a contaminação ambiental; recolher o rebanho para abrigo devidamente higienizado; fornecer água de melhor qualidade para os animais, a exemplo da água de cisternas e instalação de uma área para acompanhar os animais no puerpério, visando reduzir a mortalidade ao desmame. No Capítulo III foram determinadas soroprevalência e distribuição espacial dos sorogrupos mais frequentes para infecção por *Leptospira* sp. em rebanhos ovinos do Nordeste brasileiro. Das 4.197 amostras de soros sanguíneos de ovinos analisadas, 590 foram soropositivas (título  $\geq 100$ ) para *Leptospira* spp., resultando em uma frequência de 14,06% (IC95% = 0,1304 - 0,1514). Os estados de Alagoas, Ceará, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe, pertencentes ao bioma Caatinga, apresentaram maiores frequências de ovinos sororreagentes, o Maranhão apresentou menor. As maiores frequências de animais soropositivos foram

obtidas nos municípios de União (50%), Passagem (49,06%), Canindé (48,89%), Igaci (28,95%), Gararu (31,2%), Pirapemas (17,5%) e Angicos (16%) localizados, nos estados do Piauí, Paraíba, Ceará, Alagoas, Sergipe e Rio Grande do Norte, respectivamente. Os resultados deste estudo demonstram a amplitude e distribuição da infecção por *Leptospira* spp. em ovinos da região Nordeste do Brasil. A transmissão intraespécie parece ser a principal via de disseminação da doença em ovinos, embora outras espécies de animais domésticos e silvestres sejam importantes fontes de infecção.

**Palavras-Chave:** Ovinos; Caatinga; Biomas; Frequência; Pequenos Ruminantes; Sanidade Animal.

### ABSTRACT

This thesis consists of three articles. In Chapter I, seroprevalence, most frequent serogroups and factors associated with infection by *Leptospira* sp. in sheep flocks belonging to two biomes in northeastern Brazil. The frequency of seroreactive sheep (titer  $\geq 50$ ) for *Leptospira* sp. was 23.3%. The state of Alagoas presented the highest frequency 31.7%, Maranhão 13.3%. The most frequent serogroups for the state of Alagoas were Autumnalis (54.2%) and Icterohaemorrhagiae (18.3%), while for Maranhão they were Pomona (37.2%) and Icterohaemorrhagiae (23.3%). It is concluded that leptospirosis is present in sheep in the Caatinga and Cerrado biomes, with several circulating serogroups, which represents a risk to public health and a problem in animal production. In Chapter II, the factors associated with the seroprevalence of leptospirosis in sheep in Northeast Brazil were determined. In 76.3% of the herds there was at least one animal seropositive for one of the serogroups of *Leptospira* sp. used, and 14.94% of the animals were seropositive (95% CI = 0.138 - 0.1618). The state of Paraíba had the highest prevalence at the 95.7% flock level and 26.6% at the animal level, followed by Ceará. The factors associated with seroprevalence obtained were adult age (prevalence ratio - PR = 2.03;  $P < 0.001$ ), absence of dung (PR = 2.14;  $P = 0.026$ ), not collecting the sheep herd for shelter (PR = 1.54;  $P = 0.021$ ), high mortality at weaning (RP = 1.39;  $P = 0.013$ ), provide well water for animals (RP = 1.25;  $P = 0.034$ ) and do not supply cistern water to animals (PR = 2.15;  $P = 0.002$ ). Factors associated with seropositivity demonstrate the need for the implementation of control and prevention measures, aiming to reduce *leptospira* infection in sheep, such as the installation of dung warehouses, aiming to reduce environmental contamination; the herd for shelter properly



sanitized, provide better quality water for the animals, such as cistern water and the installation of an area to accompany the animals in the puerperium, in order to reduce mortality at weaning. In Chapter III, seroprevalence and spatial distribution were determined of the most frequent serogroups hot for infection by *Leptospira* sp. in sheep flocks from Northeastern Brazil. Of the 4,197 sheep blood serum samples analyzed, 590 were seropositive (titer  $\geq 100$ ) for *Leptospira* spp., Resulting in a frequency of 14.06% (95% CI = 0.1304 - 0.1514). The states of Alagoas, Ceará, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte and Sergipe belonging to the Caatinga biome, presented higher frequencies of seroreagent sheep, Maranhão presented a lower frequency. The highest frequencies of seropositive animals were obtained in the municipalities of União (50%), Passagem (49.06%), Canindé (48.89%), Igaci (28.95%), Gararu (31.2%), Pirapemas (17.5%) and Angicos (16%) located in the states of Piauí, Paraíba, Ceará, Alagoas, Sergipe and Rio Grande do Norte, respectively. The results of this study demonstrate the extent and distribution of *Leptospira* spp. in sheep in the Northeast of Brazil. Intraspecies transmission seems to be the main route of spread of the disease in sheep, although other species of domestic and wild animals are important sources of infection.

**Key words:** Sheep; Caatinga; Biomes; Frequency; Small Ruminants; Animal Health.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

Pág.

**Figura 1.** Distribuição espacial da frequência de ovinos sororretores para *Leptospira* sp. de acordo com municípios e propriedades que tiveram ovinos amostrados no estado de Alagoas, Nordeste do Brasil.....30

**Figura 2.** Distribuição espacial da frequência de ovinos sororretores para *Leptospira* sp. de acordo com municípios e propriedades que tiveram ovinos amostrados no estado do Maranhão, Nordeste do Brasil..... 31

### CAPÍTULO II

**Figura 1.** Distribuição espacial dos municípios com ovinos amostrados nos estados do Ceará, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe, Nordeste do Brasil.....54

### CAPÍTULO III

**Figura 1.** Frequência de ovinos sorretores à *Leptospira* sp. e sorogrupos mais frequentes de acordo com municípios que tiveram ovinos amostrados nos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Sergipe e Alagoas, Nordeste do Brasil.....79

**Figura 2.** Frequência de ovinos sorretores à *Leptospira* sp. e sorogrupos mais frequentes de acordo com municípios que tiveram ovinos amostrados nos estados do Maranhão, Piauí e Ceará, Nordeste do Brasil.....80

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

Pág.

**Tabela 1.** Sorogrupos de *Leptospira* sp. mais prevalente e respectivas titulações em ovinos dos estados de Alagoas e Maranhão.....32

**Tabela 2.** Análise univariada de fatores associados à Leptospirose em ovinos dos estados de Alagoas e Maranhão.....33

**Tabela 3.** Fatores associados para infecção por *Leptospira* sp. em ovinos dos estados do Maranhão e Alagoas.....35

### CAPÍTULO II

**Tabela 1.** Soroprevalência em nível de rebanho e animal para leptospirose em ovinos da região Nordeste do Brasil.....55

**Tabela 2.** Sorogrupos de *Leptospira* mais prevalentes e respectivas titulações, em ovinos do Nordeste do Brasil.....56

**Tabela 3.** Análise univariada com as variáveis selecionadas ( $P \leq 0,2$ ) para regressão logística.....57

**Tabela 4.** Fatores associados à soroprevalência para leptospirose em ovinos na região Nordeste do Brasil.....60

### CAPÍTULO III

**Tabela 1.** Soroprevalência a nível de municípios e animais para leptospirose em ovinos dos estados de Alagoas, Ceará, Maranhão, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe, e sorogrupo mais frequente por estado.....77

**Tabela 2.** Sorogrupos de *Leptospira* sp. prevalente e respectivas titulações em ovinos dos estados de Alagoas, Ceará, Maranhão, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe.....78

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>3</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>4</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>6</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>7</b>
<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>10</b>
<b>REFERÊNCIAS GERAIS .....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO I: Inquérito epidemiológico da leptospirose ovina em dois biomas distintos do Nordeste do Brasil.....</b>	<b>14</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>15</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>16</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>17</b>
<b>Material e Métodos .....</b>	<b>18</b>
<b>Discussão .....</b>	<b>21</b>
<b>Conclusão .....</b>	<b>24</b>
<b>Referências .....</b>	<b>24</b>
<b>CAPÍTULO II: Soroprevalência e fatores associados à leptospirose em ovinos no Nordeste do Brasil.....</b>	<b>36</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>38</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>38</b>
<b>1. Introdução .....</b>	<b>39</b>
<b>2. Material e Métodos.....</b>	<b>40</b>
<b>3. Resultados.....</b>	<b>43</b>
<b>4. Discussão.....</b>	<b>44</b>
<b>5. Conclusão.....</b>	<b>47</b>
<b>Referências .....</b>	<b>48</b>

<b>CAPÍTULO III: Distribuição espacial de ovinos sororreagentes à <i>Leptospira</i> spp. no Nordeste do Brasil.....</b>	<b>61</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>62</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>63</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>64</b>
<b>Material e Métodos .....</b>	<b>65</b>
<b>Distribuição espacial .....</b>	<b>67</b>
<b>Resultados .....</b>	<b>68</b>
<b>Discussão .....</b>	<b>68</b>
<b>Referências .....</b>	<b>72</b>
<b>CONCLUSÃO GERAL .....</b>	<b>81</b>

## INTRODUÇÃO GERAL

A ovinocultura é uma atividade largamente explorada nos países tropicais. Nesse contexto, o Brasil se destaca com um efetivo estimado em mais de 19 milhões de ovinos. Na região Nordeste a criação de ovinos representa uma importante atividade, onde se concentram mais de 13 milhões de ovinos, representando 85,5% do efetivo nacional (IBGE, 2019). Essa atividade está presente em mais de 399.000 estabelecimentos, que representa 76% das propriedades criadoras do país (IBGE, 2017). Assim como em outros países em desenvolvimento, a criação de ovinos no Brasil é importante na geração de renda dos pequenos agricultores familiares, porém ainda ocorrem diversos problemas como falta de assistência técnica, deficiências de manejo e baixo nível organizacional dos produtores, que inviabilizam economicamente a atividade devido à baixa produtividade do rebanho (Sousa, 2007; Coelho et al., 2011; Pugh & Baird, 2012; Holanda Filho et al., 2019).

Embora exista um número expressivo de publicações disponíveis, a leptospirose continua sendo responsável por prejuízos econômicos na região. Por isso, são necessários estudos epidemiológicos com amostragem planejada que contextualizem a enfermidade a realidade do semiárido e a partir desses trabalhos possam ser desenvolvidas medidas profiláticas exequíveis.

O Nordeste brasileiro tem 1.540.000 km<sup>2</sup> de extensão, representando 18% do território nacional, correspondendo a nove estados (Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia), onde a região do Semiárido ocupa metade das terras. Essa região abriga quase metade dos estabelecimentos agrícolas de base familiar do país e sua porção semiárida abrange cerca de 90 milhões de hectares, caracterizados por uma grande diversidade agroecológica e socioeconômica (Holanda Junior, 2004).

As características da Caatinga, um bioma único, exclusivamente brasileiro e com grande diversidade de espécies animais (Pereira Junior et al., 2014), oferecem condições epidemiológicas únicas que requerem atenção em circunstâncias diferentes das de outras regiões do Brasil e do mundo. Por isso, essas particularidades devem ser analisadas em conjunto com a epidemiologia da leptospirose. Alguns estudos na região Semiárida (Higino et al., 2010; Alves et al., 2012; Costa et al., 2016; Silva et al., 2018; Pimenta et al., 2019) mostraram que mesmo durante longos períodos de seca, a doença tem notável frequência nos rebanhos da região. Isso leva a destacar o papel das infecções adaptadas, nas quais seu agente utiliza vias alternativas de transmissão direta e, portanto, sofre menos interferência das adversidades ambientais (Martins & Lilenbaum, 2015; Ellis, 2015).

Desta forma, o conhecimento da região é de relevante importância na análise das relações de saúde com o ambiente, fornecendo subsídios à gestão e aos serviços para as ações de controle. A obtenção de informações utilizando a geração de mapas fundamentados no geoprocessamento como instrumento de gestão na área da saúde pública, vem sendo amplamente empregado por pesquisadores, a exemplo de Carvalho et al. (2017), que realizaram estudos sobre a leptospirose no estado do Rio de Janeiro. A análise espacial assim como a identificação de estirpes predominantes em cada região é relevante para o entendimento da disseminação da leptospirose e para o estabelecimento de ações contínuas e permanentes de vigilância epidemiológica e ambiental, objetivando o controle, tanto nos animais como no homem.

A presente Tese é composta por três Capítulos, constituídos por artigos originais. O Capítulo I teve como objetivo determinar a soroprevalência, os sorogrupos mais frequentes e os fatores associados à infecção por *Leptospira* sp. em rebanhos ovinos pertencentes aos biomas Caatinga e Cerrado do Nordeste do Brasil, e submetido para publicação a Revista Small Ruminant Research – Qualis A3. O segundo Capítulo é composto pelo artigo intitulado “Soroprevalência e fatores associados à leptospirose em ovinos no Nordeste do Brasil”, e foi submetido ao periódico Preventive Veterinary Medicine – Qualis A1. O terceiro Capítulo foi constituído pelo artigo “Distribuição espacial de ovinos sororreagentes à *Leptospira* spp. no Nordeste do Brasil”, foi submetido ao Periódico Tropical Animal Health and Production – Qualis A3.

## REFERÊNCIAS GERAIS

- ALVES, C. J.; ALCINO, J. F.; FARIAS, A. E. M.; HIGINO, S. S. S.; SANTOS, F. A.; AZEVEDO, S. S.; Costa, D. F., SANTOS, C. S. A. B. Caracterização epidemiológica e fatores de risco associados à leptospirose em ovinos deslanados do semiárido brasileiro. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 32, n. 6, p. 523-528, 2012.
- CARVALHO, C. B. C.; GOMES, M. L. C.; SANTOS, C. L.; RABELO, R. S.; THOMÉ, S. M. G. Leptospirose humana no estado do Rio de Janeiro: análise espaço-temporal e perfil dos casos confirmados no período de 2007 a 2014. **Academus Revista Científica da Saúde**, v. 2, n.3, p. 10-22, 2017.
- COELHO, M. C. S. C.; SOUZA, V. C.; COELHO, M. I. S.; CUNHA, M. P.; MEDINA, F. T. Aspectos sanitários de rebanhos caprinos e ovinos em assentamentos no município de Petrolina-PE. **Revista Semiárido de Visu**, Petrolina, v.1, n.1, p. 32-40, 2011.
- COSTA, D. F.; SILVA, A. F.; FARIAS, A. E. M.; BRASIL, A. W. L.; SANTOS, F. A.; GUILHERME, R. F. G.; AZEVEDO, S. S.; ALVES, C. J. Serological study of the *Leptospira* spp. infection in sheep and goats slaughtered in the State of Paraíba, semiarid of Northeastern Brazil **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n.2, p. 819-828, 2016. doi: 10.5433/1679-0359.2016v37n2p819.
- ELLIS, WA. Animal Leptospirosis. **Current Topics in Microbiology Immunology**, v. 387, p. 99-137, (2015). doi: 10.1007/978-3-662-45059-8\_6.
- HIGINO, S. S. S.; AZEVEDO, S. S.; ALVES, C. J.; FIGUEIREDO, S. M.; SILVA, M.L.C.R.; BATISTA, C. S. A. Frequência de leptospirose em ovinos abatidos no município de Patos, Paraíba. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, n.3, p.525-527, 2010.
- HOLANDA JUNIOR, E. V. Sistemas de Produção de Caprinos e Ovinos no Semiárido. 2004. Disponível em: **file:///C:/Users/dvd12/Desktop/ARQUIVOS%20NET/Simposio-Internacional-pag-45-59.pdf**, Acessado em 25 jan 2021.
- HOLANDA FILHO, Z. F.; OLIVEIRA, E. L.; MARTINS, E.C.; MONTEIRO, A.W.U.; MAGALHAES, K. A.; LIMA, L. D.; ALBUQUERQUE, F.H.M.A.R. Avaliação de impactos socioambientais do uso de boas práticas na produção de ovinos e caprinos. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2019. 41 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/ Embrapa Caprinos e Ovinos, ISSN 0101-6008; 8). Disponível em: < **http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/208422/1/CNPC-2019-BPD-08.pdf** > Acessado em 18 jan 2021.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Agropecuário, 2017. Recuperado de **https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo\_agro/resultadosagro/pecuaria.html?localidade=0&tema=75674**, acessado em 27 jan 2021.



INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa da pecuária Municipal – PPM, 2019. Recuperado de <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>, acessado 27 jan 2021.

MARTINS, G., LILENBAUM, W. Comments of environmental conditions for the maintenance of *Leptospira* in tropical scenarios. **Current Microbiology**, v. 71, n.5, p. 624-625, 2015.

PIMENTA, C. L. R. M.; 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-Ciencias Agrarias**, Londrina, v. 40, n.4, p, 1513-1522, 2019.

PEREIRA JUNIOR, L. R.; ANDRADE, A. P.; ARAÚJO, K. D.; SILVA, A.; BARBOSA, A. S.; BARBOSA, F. M. Espécies da Caatinga como alternativa para o desenvolvimento de novos Fitofármacos. *Floresta. Ambient* , v. 21, p. 509-520, . 2014. DOI: 10.1590/2179-8087.024212

PUGH, D. G.; BAIRD, A. N. Sheep and goat medicine. **2<sup>nd</sup> ed., Saunders, Maryland Heights**. 621p, 2012.

SILVA, A. F.; FARIAS, P. J. A.; SILVA, M. L. C. R.; ARAÚJO JÚNIOR, J. P.; MALOSSI, C. D.; ULLMANN, L. S.; COSTA, D. F.; HIGINO, S. S. S.; AZEVEDO, S. S.; ALVES, C. J. High frequency of genital carriers of *Leptospira* sp. in sheep slaughtered in the semiarid region of northeastern Brazil. **Tropical Animal and Health Production**, v. 51, n.1, p.43-47, 2018. doi: 10.1007/s11250-018-1657-9

SOUSA, W. H. O Agronegócio da caprinocultura de corte no Brasil. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 1, n.1, p. 51-58, 2007.

**CAPÍTULO I: Inquérito epidemiológico da leptospirose ovina em dois biomas distintos do Nordeste do Brasil**

Trabalho submetido para publicação a Revista Small Ruminant Research – (Qualis A3)

## **Inquérito epidemiológico da leptospirose ovina em dois biomas distintos do Nordeste do Brasil**

### **Destaques:**

A leptospirose não pode ser vista como uma doença exclusiva de áreas úmidas e com alta pluviosidade.

Distribuição de *Leptospira* spp. em ovinos do Nordeste do Brasil.

A rusticidade dos ovinos mestiços contribuiu para menor sororreatividade.

José Dêvede da Silva<sup>1</sup>; Maira Porto Viana<sup>1</sup>; Ana Milena César Lima<sup>2</sup>; Denize Monteiro dos Anjos<sup>1</sup>; Raimundo Rizaldo Pinheiro<sup>3</sup>; Diego Figueiredo da Costa<sup>4</sup>; Severino Silvano Santos Higino<sup>1</sup>; Sérgio Santos Azevedo<sup>1</sup>; Francisco Selmo Fernandes Alves<sup>3</sup>; Clebert José Alves<sup>\*</sup>

### **Resumo**

Na região Nordeste do Brasil, a ovinocultura é uma atividade em desenvolvimento que desempenha um papel importante na economia, principalmente nos biomas Caatinga e Cerrado. Porém, devido aos baixos níveis de tecnificação utilizados na criação, as doenças infecciosas, principalmente a leptospirose, comprometem a produtividade. O objetivo deste estudo foi determinar a soroprevalência, os sorogrupos de maior frequência e os fatores associados à infecção por *Leptospira* sp. em rebanhos ovinos de ambos os biomas. Foi realizado diagnóstico sorológico por meio do teste de Soroaglutinação Microscópica (SAM). A frequência de ovinos sororeatores (título  $\geq 50$ ) para *Leptospira* sp. foi de e 23,3%. O estado de Alagoas apresentou maior frequência com 31,7%, em comparação ao Maranhão com 13,3%. Os sorogrupos mais frequentes foram Autumnalis (54,2%) e Icterohaemorrhagiae (18,3%) em Alagoas, e Pomona (37,2%) e Icterohaemorrhagiae (23,3%) no Maranhão. No modelo final da regressão de Poisson robusta, bioma Caatinga (razão de prevalência  $RP = 2,30$ ;  $IC\ 95\% = 1,46 - 3,63$ ;  $P = 0,007$ ), idade (adultos) ( $RP = 2,89$ ;  $IC\ 95\% = 1,94 - 4,1$ ;  $P <$

<sup>1</sup>Transmissible Disease Research Group, Federal University of Campina Grande, Patos, PB, Brazil; e-mail:

mairaporto.veterinaria@gmail.com, dvd.12@hotmail.com, diegoveter@hotmail.com, denizegeo16@gmail.com, higinosss@gmail.com, sergio@vps.fmvz.usp.br, clebertja@uol.com.br

<sup>2</sup> Postgraduate Program in Animal Science, Federal University of Piauí, Teresina, PI, Brazil; e-mail: anamilenalima@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Brazilian Agricultural Research Corporation, Embrapa Goats and Sheep, Sobral, CE, Brazil; e-mail: rizaldo.pinheiro@embrapa.br, selmo.alves@embrapa.br

<sup>4</sup>Department of Veterinary Sciences, UFPB, Federal University of Paraíba, Paraíba, Brazil; e-mail: diegoveter@hotmail.com

\* Corresponding Author: **Clebert José Alves**, Transmissible Disease Research Group, Federal University of Campina Grande, Patos, PB, Brazil; e-mail: clebertja@uol.com.br

0,001), não procurar instituições de assistência técnica para apoiar a resolução de problemas (RP = 2,23; IC 95%= 1,45 - 3,44;  $P = 0.002$ ), não recolher o rebanho para abrigo (RP = 5,43; IC 95%=1,06 - 27,90;  $P = 0,041$ ) e permitir o acesso sem controle do rebanho as aguadas (RP = 1,66; IC 95%= 1,11 - 2,48;  $P = 0,039$ ) foram os fatores que demonstraram associação estatística ( $P < 0,05$ ) com a infecção por *Leptospira* sp. Conclui-se que a leptospirose pode ser encontrada em ovinos deslanados nos biomas Caatinga e Cerrado com diversos sorogrupos circulantes que representam não só um risco à saúde pública, mas também à produção animal. Mesmo nas condições adversas semiárido, a *leptospira* continua circulando fortalecendo a hipótese de que a doença não pode ser vista como exclusiva de áreas alagadas ou de grande pluviosidade.

**Palavras-Chaves:** Caatinga, Distribuição espacial, Ovinos, Zoonoses.

---

#### Abstract

In the Northeast region of Brazil, sheep farming is a developing activity that plays an important role in the economy, mainly in the Caatinga and Cerrado biomes. However, due to the low levels of technology used in breeding, infectious diseases, especially leptospirosis, compromise productivity. The aim of this study was to determine seroprevalence, the most frequent serogroups and the factors associated with infection by *Leptospira* sp. in sheep herds from both biomes. A serological diagnosis was performed using the Microscopic Soroagglutination test (MAT). The frequency of seroreactive sheep (titer  $\geq 50$ ) for *Leptospira* sp. was 23.3%. The state of Alagoas had a higher frequency with 31.7%, compared to Maranhão with 13.3%. The most frequent serogroups were Autumnalis (54.2%) and Icterohaemorrhagiae (18.3%) in Alagoas, and Pomona (37.2%) and Icterohaemorrhagiae (23.3%) in Maranhão. In the final robust Poisson regression model, Caatinga biome (prevalence ratio PR = 2.30; 95% CI = 1.46 - 3.63;  $P = 0.007$ ), age (adults) (PR = 2.89; 95% CI = 1.94 - 4.1;  $P < 0.001$ ), do not seek technical assistance institutions to support problem solving (PR = 2.23; 95% CI = 1.45 - 3.44;  $P = 0.002$ ), do not collect the herd for shelter (RP = 5.43; 95% CI = 1.06 - 27.90;  $P = 0.041$ ) and allow the herd to access the water without control (RP = 1.66; 95% CI = 1.11 - 2.48;  $P = 0.039$ ) were the factors that demonstrated a statistical association ( $P < 0.05$ ) with infection by *Leptospira* sp. It is concluded that leptospirosis can be found in disheveled sheep in the Caatinga and Cerrado biomes with several circulating serogroups that represent not only a risk to public health, but also to animal production. Even in adverse semi-arid conditions, leptospira continues to circulate,

strengthening the hypothesis that the disease cannot be seen as exclusive to wetlands or heavy rainfall.

**Key words:** Caatinga; Spatial displacement; Small ruminants; Zoonoses

### Introdução

A ovinocultura é uma atividade econômica de grande valor para a pecuária brasileira, principalmente na região Nordeste, onde se concentram mais de 13 milhões de animais. Isso representa 68,5% da população ovina nacional (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2019). Além disso, são mais de 399.000 estabelecimentos pecuários que constituem 76% das propriedades criadouras do país (IBGE, 2017). Como em outros países subdesenvolvidos, a ovinocultura no Brasil é importante na geração de renda e subsistência para pequenos agricultores familiares (Pugh & Baird, 2012).

Devido à baixa tecnificação aplicada à produção, doenças infecciosas e contagiosas, como verminoses, doenças neonatais, linfadenite caseosa e micoplasmose, têm sido associadas à diminuição da produtividade e à ocorrência de problemas reprodutivos (Martins et al., 2012; Pimenta et al., 2019; Alves et al., 2020). Além disso, chama a atenção a ocorrência da leptospirose, pois é amplamente disseminada, determina abortos, leva ao nascimento de filhotes fracos e prematuros e retarda o desenvolvimento do rebanho (Ellis, 2015; Costa et al., 2019; Silva et al., 2019; Nogueira et al., 2020). Esses animais podem ser infectados por qualquer sorogrupo de *Leptospira* sp. (Ellis, 2015). A ocorrência e amplitude da leptospirose em rebanhos estão intimamente ligadas a fatores ambientais e as condições de manejo, como precipitação, umidade, topografia, presença de roedores e animais silvestres e criações consorciadas (Alves et al., 1996; Lilenbaum et al., 2008). Embora ovinos criados no Semiárido sejam mais resistentes à infecção, principalmente os mestiços (Costa et al., 2019), a disseminação entre eles é real e crescente. Além disso, é agravado em propriedades que adotam atividades consorciadas com outras espécies (Pimenta et al., 2020).

O diagnóstico de leptospirose em rebanhos ovinos continua desafiador, pois a infecção nesta espécie é frequentemente subclínica com sintomas inespecíficos (Faine et al., 1999; Martins & Lilenbaum, 2014; Costa et al., 2019). Dentre os testes de diagnóstico utilizados para detectar a presença de infecção nos animais, a Soroaglutinação Microscópica (SAM) é o mais utilizada, pois é o teste sorológico recomendado pela Organização Mundial de Saúde Animal (OIE, 2014). Essa técnica pode revelar o possível sorogrupo infectante; entretanto, a magnitude de seus títulos depende principalmente do nível de exposição da população

estudada, das espécies envolvidas e da região investigada (Picardeau, 2013; Adler, 2015; Nogueira et al., 2020).

No Brasil os casos de leptospirose registrados em ovinos estão distribuídos em todas as regiões dos seis biomas brasileiros (Mata Atlântica, Cerrado, Caatinga, Pantanal, Amazônia e Pampa), bem como em áreas de transição entre esses biomas (Silva et al., 2007; Aguiar et al., 2010; Salaberry et al., 2011; Carvalho et al., 2014; Rizzo et al., 2014; Costa et al., 2019). Estudos sobre a distribuição da leptospirose têm demonstrado que para cada bioma há diferentes soroprevalências e sorogrupos predominantes em ovinos (Martins et al., 2012; Nogueira et al., 2020).

Na região Nordeste do Brasil, a ovinocultura está em desenvolvimento, porém assume um papel de destaque na economia, principalmente nos biomas Caatinga e Cerrado, que apresentam particularidades em relação à adaptação dos animais (Costa et al., 2008). O bioma Caatinga é afetado por períodos extremos e prolongados de estiagem, característicos do clima Semiárido. Depois da Mata Atlântica, o bioma Cerrado é o que mais sofre mudanças devido à ocupação humana (Brasil, 2020). Considerando as peculiaridades desses ambientes e a atividade econômica da ovinocultura na região, este estudo teve como objetivo determinar a soroprevalência, os sorogrupos mais frequentes e os fatores associados à infecção por *Leptospira* sp. em rebanhos ovinos pertencentes aos biomas Caatinga e Cerrado do Nordeste do Brasil.

### Material e Métodos

Foram utilizados ovinos adultos (matrizes e reprodutores) e jovens (seis a 12 meses), ambos os sexos, provenientes de propriedades rurais de microrregiões com densidade populacional significativa de rebanhos ovinos nos estados de Alagoas e Maranhão, Nordeste, localizados nos biomas Caatinga e Cerrado, respectivamente. O tamanho da amostra dos ovinos selecionados foi determinado individualmente para cada rebanho a fim de detectar presença de infecção. Os cálculos foram de acordo com a fórmula comumente utilizadas em investigações epidemiológicas veterinárias (Thrusfield & Christley, 2018):

$$n = \left[ 1 - (1 - P_1)^{1/d} \right] \left[ N - d/2 \right] + 1$$

Onde n representa o tamanho da amostra;  $P_1$  é a probabilidade de detecção de pelo menos um animal soropositivo; N é o tamanho do rebanho; e d é o número mínimo de animais soropositivos esperados no rebanho. A probabilidade de detecção de pelo menos um animal soropositivo em um rebanho foi determinada em 95% ( $P_1 = 0,95$ ) e o número de animais soropositivos em cada rebanho (d) foi calculado considerando uma prevalência de rebanho de

13,45% (Alves et al., 2017). Em rebanhos com até 20 animais, todos foram amostrados e 20 animais foram selecionados quando o número de animais era maior que 20.

Amostras de sangue foram coletadas de 759 ovinos de 17 municípios. No estado de Alagoas, foram coletadas 413 amostras em nove municípios (Canapi, Mata Grande, Delmiro Gouveia, Piranhas, Santana do Ipanema, Poço das Trincheiras, Pão de Açúcar, São José da Tapera e Igaci), localizados nas regiões do Sertão e Agreste Alagoano, áreas pertencentes ao bioma Caatinga. Essas áreas contavam com 157.514 ovinos distribuídos em 6.623 estabelecimentos (IBGE, 2017). No estado do Maranhão, foram coletadas 346 amostras em oito municípios (Barreirinhas, Santo Amaro do Maranhão, Caxias, Pirapemas, Vargem Grande, Magalhães de Almeida, Brejo e Chapadinha), localizados nas regiões Norte e Nordeste (Leste Maranhense) áreas do bioma Cerrado. Essas áreas abrigam 19.240 ovinos distribuídos em 505 estabelecimentos (IBGE, 2017).

As atividades de campo incluíram a coleta de sangue, aplicação de questionário epidemiológico com posterior envio das amostras para realização de provas sorológicas. O sangue foi coletado em volumes de 8mL por punção da veia jugular com agulha descartável e tubo a vácuo (capacidade de 8,5ml) sem anticoagulante. Após o dessoramento, o soro foi transferido para microtubos e congelado à -20°C até a o teste sorológico ser realizado.

O teste de soroaglutinação microscópica (SAM), teste sorológico recomendado para o diagnóstico de leptospirose, foi realizado de acordo com a OIE (2014). Os antígenos utilizados foram procedentes do Instituto Pasteur, França, e fornecidos pelo Laboratório de Bacteriologia Veterinária da Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. (*Leptospira interrogans*: Copenhageni, Bratislava, Canicola, Grippytyphosa, Hardjoprajitno, Kennewicki, Pomona, Pyrogenes, Icterohaemorrhagiae, Hebdomadis, Wolffi; *Leptospira borgpeterseni*: Autumnalis, Ballum, Castellonis, Javanica, Mini, Tarassovi, *Leptospira santarosai*: Guaricura, Canalzoni; *Leptospira kirschneri*: Cynopteri, e *Leptospira noguchii*: Lousiana, Panama; *Leptospira weilli*: Celledoni). Amostras de soro foram triadas em diluições de 1:50, e aquelas com 50% ou mais de aglutinação foram tituladas em uma série de diluições geométricas na razão dois, com ponto de corte 1:50. O título sérico foi à recíproca da maior diluição que apresentou resultado positivo. Os antígenos foram examinados ao microscópio de campo escuro, antes dos testes, para verificar a mobilidade e a presença de autoaglutinação ou contaminantes.

A análise dos fatores associados à soroprevalência foi realizada em duas etapas: análises univariável e multivariável. As variáveis foram organizadas para apresentação em ordem crescente ou decrescente em relação à soropositividade. Quando necessário, essas

variáveis foram recategorizadas. A menor categoria de soropositividade foi considerada a base de comparação para as demais categorias. Na análise univariável cada variável independente foi cruzada com a variável dependente (perfil sorológico do animal - soropositivo e soronegativo). Posteriormente, as variáveis que apresentaram valor de  $P \leq 0,2$  pelo teste Qui-quadrado (Zar, 1999) foram selecionadas para a análise multivariável por meio do modelo de regressão de Poisson robusto. A colinearidade entre as variáveis independentes foi verificada pela análise de correlação. Em caso de colinearidade forte (coeficiente de correlação  $> 0,9$ ), uma das duas variáveis foi excluída com base na plausibilidade biológica (Dohoo et al., 1997). Para avaliar o ajuste do modelo de regressão foi usado o teste de qui-quadrado de Pearson. O nível de significância adotado na análise múltipla foi de 5% e as análises foram realizadas no ambiente R (R Core Team, 2019) com os pacotes “Epi” (Carstensen et al., 2019), “Sandwich” (Berger et al., 2017), e “lmtest” (Zeileis & Hothorn, 2002).

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande (CSTR / UFCG) sob o nº 102/2017, e foi realizada de acordo com o parecer técnico padrões de biossegurança e ética.

### Resultados

A frequência de ovinos sororretores (título  $\geq 50$ ) para *Leptospira* sp. foi de 23,3% (177/759). O estado de Alagoas no bioma Caatinga apresentou a maior frequência, 31,7% (131/413), enquanto o estado de Maranhão no bioma Cerrado apresentou 13,3% (46/346). Os títulos variaram de 50 a 1600. Os sorogrupos mais frequentes foram Autumnalis (54,2%) e Icterohaemorrhagiae (18,3%) em Alagoas, e Pomona (37,2%) e Icterohaemorrhagiae (23,3%) no Maranhão (Tabela 1). Os títulos do sorogrupo Icterohaemorrhagiae variaram de 50 a 400 e 50 a 800 nos estados de Alagoas e Maranhão, respectivamente. Os sorogrupos com o título mais alto foram Sejroe e Tarassovi (1600).

As Figuras 1 e 2 mostram a distribuição espacial da frequência de ovinos sororreativos para *Leptospira* sp. nos estados de Alagoas e Maranhão, respectivamente. A maior frequência foi observada em Igaci (47,4%), em Alagoas, e em Pirapemas (25%) no Maranhão.

A Tabela 2 mostra os resultados da análise univariada com as variáveis mais associadas ( $P \leq 0,2$ ) à soropositividade. No modelo final de regressão de Poisson robusto (Tabela 3), bioma Caatinga (razão de prevalência [RP] = 2,30; intervalo de confiança de 95% [IC] = 1,46–3,63;  $P = 0,007$ ), faixa etária (adultos) (RP = 2,89; IC95% = 1,94–4,1;  $P < 0,001$ ), não abordando instituições de assistência técnica para resolução de problemas (RP = 2,23; IC



95% = 1,45–3,44;  $P = 0,002$ ), não recolhendo o rebanho para abrigo ( $RP = 5,43$ ;  $IC\ 95\% = 1,06–27,90$ ;  $P = 0,041$ ), e permitindo o acesso não controlado do lote à água ( $RP = 1,66$ ;  $IC\ 95\% = 1,11–2,48$ ;  $P = 0,039$ ) foram os fatores que mostraram uma associação estatística significativa ( $P < 0,05$ ) com infecção por *Leptospira* sp.

### Discussão

A diferença entre as frequências de ovinos soropositivos nos dois estados pode estar relacionada às peculiaridades existentes em cada bioma estudado. O Maranhão está localizado na faixa de transição entre os biomas Amazônia e Cerrado, com diversos ecossistemas e um sistema semi-extensivo de criação de ovinos mestiços. Por outro lado, Alagoas está localizado no bioma Caatinga com um sistema de criação de ovinos mais avançado tecnologicamente e concentra-se em animais de raça pura mais suscetíveis à infecção (Costa et al. 2019), justificando a alta frequência de animais soropositivos neste bioma. Portanto, além das condições edafoclimáticas, a rusticidade dos ovinos mestiços pode ter contribuído para a menor sororreatividade no estado do Maranhão.

O sorogrupo Autumnalis, mais frequente (54,2%) no estado de Alagoas, pode sugerir a participação de animais silvestres no ciclo de transmissão da doença (Alves et al. 2004; Lenharo et al. 2012), bem como a possibilidade de ovinos serem fontes de infecção e manutenção desse sorogrupo no bioma Caatinga. Isso porque o sorogrupo Autumnalis foi considerado o mais frequente em vários estudos realizados nesta região e apresentou baixos títulos de anticorpos (Alves et al. 2012; Nogueira et al. 2020), aumentando assim o risco de transmissão para humanos e outras espécies (Alves et al. 2012; Arent et al. 2013).

O sorogrupo Pomona, mais frequente (37,2%) no estado do Maranhão, é considerado um achado acidental em ovinos. Este sorogrupo também foi encontrado por Carvalho (2012) em ovinos do mesmo estado. A ocorrência do sorogrupo Pomona, que normalmente circula na população suína, indica contato entre ovelhas e porcos. Esse contato ocorre com frequência nas diferentes propriedades dos municípios estudados, que possuem um rebanho de mais de 100 mil cabeças de suínos (IBGE, 2019) que podem ter contaminado o meio ambiente e causado infecção nos ovinos. Esse resultado destaca a importância do meio ambiente no ciclo de transmissão da leptospirose no bioma Cerrado.

Os títulos do sorogrupo Icterohaemorrhagiae variaram de 50 a 400 e 50 a 800 nos estados de Alagoas e Maranhão, respectivamente. A identificação desse sorogrupo em ovinos demonstra o papel dos roedores na transmissão da leptospirose, reforçando a necessidade de um sistema de controle desses animais. Além disso, são inúmeros os riscos atribuídos à

presença desse sorogrupo, considerado o agente etiológico da leptospirose em humanos, reforçando a importância de programas de controle de roedores no sistema de criação de ovinos (Faine et al. 1999; Azevedo et al. 2004; Carneiro et al. 2015).

Entre os sorogrupos deste estudo, Sejroe e Tarassovi apresentaram títulos de anticorpos mais elevados (1: 1600), o que pode sugerir uma infecção aguda (Adler e De La Peña Moctezuma, 2010). Possivelmente, esses sorogrupos podem ser transmitidos entre ovinos ou por outros animais de produção e silvestres por meio da contaminação do ambiente com urina de animais infectados (Faine et al. 1999; Fernandes et al. 2020; Nogueira et al. 2020). A criação consorciada com bovinos e a presença de suínos devem ser levadas em consideração nas propriedades estudadas. Esse tipo de manejo foi identificado como o principal fator associado à infecção de ovinos por *Leptospira* sp. (Lilenbaum et al. 2008; Fernandes, 2009; Escócio et al. 2010).

O município de Igaci, localizado na região do Agreste Alagoano, apresentou frequência de soropositividade de 47,4%, sendo o sorogrupo Serjoe o mais frequente. Isso possivelmente pode estar associado ao sistema de criação semi-intensivo observado nesta região, uma vez que os animais vivem em aglomerados, e estão mais expostos, direta ou indiretamente, ao microrganismo ou à presença de *Leptospira* sp. no ambiente.

A maior frequência (25%) de ovinos soropositivos e o sorogrupo Icterohaemorrhagiae mais prevalente foi encontrado em Pirapemas, que está localizado no Norte do Maranhão. Isso pode ser atribuído às características microclimáticas e ambientais, presença de roedores e animais silvestres, criações consorciadas, presença do rio Pirapemas (umidade), lagoas, tipos de solo, presença de matéria orgânica, pH, lagoas, topografia do terreno, vegetação nativa e diferenças estruturais nas propriedades (ausência de dobras, esterco e condições precárias de habitação), que influenciam a transmissão da leptospirose (Alves et al. 1996; Lilenbaum et al. 2008; Escócio et al. 2010).

A variável relacionada ao bioma mostrou que Caatinga teve associação com *Leptospira* sp. infecção. É importante destacar que esse bioma é exclusivo do semiárido brasileiro e vem sofrendo chuvas abaixo do esperado há 10 anos. Essa condição climática deve dificultar a persistência da doença, já que sua maior e mais comum ocorrência é em regiões chuvosas. Porém, mesmo nas condições adversas do semiárido, o agente patogênico continuou circulando, o que justifica a alta frequência de ovinos soropositivos observada neste bioma. Isso reforça ainda mais a hipótese de que a leptospirose não pode ser vista como uma doença exclusiva de áreas úmidas ou com alto índice pluviométrico. Resultados semelhantes foram obtidos por Higino e Azevedo (2014), Costa et al. (2017) e Nogueira et al. (2020), que

demonstrou que a infecção persistia em ovinos mesmo em longos períodos de seca. A diferença observada entre as frequências de ovinos sororretores nos biomas Caatinga e Cerrado pode ser devido às diferentes características geográficas, condições socioeconômicas, sistema de criação semi-intensivo e a criação de raças puras e tecnicamente mais avançadas observadas na Caatinga, o que proporciona inúmeras possibilidades de contato entre animais e favorece a transmissão de *Leptospira* sp. É possível que na região da Caatinga as leptospirosas possam sobreviver e se espalhar por vias alternativas de transmissão, como a transmissão sexual (Silva et al., 2019; Nogueira et al., 2020).

A idade do animal (adultos) foi associada a *Leptospira* sp. infecção em ovelhas. Isso pode ser justificado pelo tempo de exposição ao agente, visto que animais mais velhos podem permanecer em contato com o agente etiológico por mais tempo através de fômites, urina de animais assintomáticos, secreções vaginais, abortos de animais infectados, água contaminada em bebedouros coletivos, e contato com roedores e animais selvagens (Lilenbaum et al. 2008; Machado et al. 2016).

Não procurar às instituições de assistência técnica para resolução de problemas foi considerada outro fator de associação. A maior participação na busca por assistência técnica dos produtores parece ter influenciado na redução da ocorrência de leptospirose nas propriedades estudadas. Esse resultado evidencia a importância da busca por conhecimento e assistência técnica, o que pode contribuir para a melhoria das condições de criação, resultando na diminuição da incidência de doenças infecciosas, incluindo a leptospirose. Em um estudo de Lilenbaum et al. (2008), rebanhos sob supervisão veterinária frequente apresentaram taxas médias de sororreatividade de 12,4%. Por outro lado, aqueles visitados com pouca frequência por um veterinário e sem assistência veterinária apresentaram uma taxa média de sororreatividade de 25,8%.

Não recolher o rebanho para abrigo foi outro fator de associação. Isso reflete as condições rudimentares de tais propriedades, demonstrando negligência por parte dos produtores. Isso expõe a ovelha ao risco de contrair leptospirose por contato com outros animais doentes, áreas de brejo ou mesmo com os principais reservatórios de espiroquetas compostos por roedores e animais silvestres (Lilenbaum et al. 2008; Escócio et al. 2010). Um estudo de Lilenbaum et al. (2008) revelou que a taxa de soropositividade foi de 28% nos animais que tinham permissão para pastejo e 12,9% nos confinados. É importante notar que a leptospirose em ovinos depende muito da possibilidade de contato com leptospirosas no ambiente. Assim, animais que não são coletados e passam a maior parte do tempo pastando têm maior chance de adquirir infecção ambiental.

Neste estudo, permitir o acesso não controlado dos animais à água foi considerado um fator de associação significativo para a leptospirose. Vale ressaltar que o bioma Caatinga apresentou a maior frequência de ovinos sororreativos quando comparado ao Cerrado. Devido ao longo período de estiagem, característica do semiárido, é comum o fornecimento de água provenientes de barreiros, cacimba, lagoa, rio, poço ou cisterna, que podem contribuir para a permanência de bactérias viáveis por longos períodos. A infecção dos animais ocorre principalmente nos locais de retenção de água contaminada por urina de outros animais, incluindo roedores silvestres e ovelhas infectadas, principalmente pelo sorogrupo Autumnalis. Este sorogrupo foi mais frequente neste estudo e foi encontrado nas próprias ovelhas (Silva et al. 2007; Genovéz 2009; Alves et al. 2012; Arent et al. 2013).

### **Conclusão**

Portanto, pode-se concluir que a leptospirose está presente em ovinos deslanados nos biomas Caatinga e Cerrado com diversos sorogrupos circulantes, o que representa risco à saúde pública e à produção animal. E que mesmo nas condições adversas do semiárido, a leptospira continua circulando, reforçando a hipótese de que a doença não pode ser vista como exclusividade de ambientes alagados ou de fortes chuvas. Recomenda-se controlar o acesso dos animais às fontes de água, bem como coletar o rebanho de ovelhas para abrigo, a fim de reduzir a infecção ambiental.

### **Agradecimentos**

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por nos conceder uma bolsa de pós-graduação. Agradecemos ao Grupo de Pesquisa em Doenças Transmissíveis da Universidade Federal de Campina Grande - Patos / PB pelo empenho. Por fim, agradecemos ao Grupo de Pesquisa em Saúde Animal da Embrapa Caprinos e Ovinos / CNPC - Sobral /CE pela colaboração.

### **Referências**

- Adler, B, & De La Peña Moctezuma, A. (2010). *Leptospira* and leptospirosis. *Veterinary Microbiology*, Amsterdam, 140(3-4), 287-296. doi: 10.1016 / j.vetmic.2009.03.012
- Adler, B. (2015). History of leptospirosis and leptospira. *Current Topics in Microbiology and Immunology*, Amsterdam, 387, 79-84.

- Aguiar, DM, Cavalcante, GT, Vasconcellos, SA, Souza, GO, Labruna, MB, Camargo, LMA, & Gennari, SM. (2010). Anticorpos anti-*leptospira* spp. em ovinos do município de Monte Negro, estado de Rondônia. Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, 77(3), 529-532. doi: 10.1590/1808-1657v77p5292010
- Alves, CJ, Vasconcellos, SA, Camargo, CRA, & Moraes, ZM. (1996). Influência dos fatores ambientais sobre a proporção de caprinos soro-reatores para a leptospirose em cinco centros de criação do estado da Paraíba, Brasil. Arquivos Instituto Biológico, São Paulo, 63(2), 11-19.
- Alves, CJ, Clementino, IJ, Oliveira, AGF, Freitas, TD, Vasconcellos, SA, & Moraes, Z.M. (2004). Avaliação dos níveis de aglutininas anti-*leptospira* em cães de caça na Paraíba, Brasil. Revista Brasileira de Ciência Veterinária, Niterói, 11(1-2), 68-73. doi: org/10.4322/rbcv.2014.347
- Alves, CJ, Alcindo, JF, Farias, AEM, Higino, SSS, Santos, FA, Azevedo, SS, Costa, DF, & Santos, CSAB. (2012). Caracterização epidemiológica e fatores de risco associados à leptospirose em ovinos deslanados do semiárido Brasileiro. Pesquisa Veterinária Brasileira, Seropédica, 32(6), 523-528. doi.org/10.1590/S0100-736X2012000600009
- Alves, JRA, De Souza Lima, GM, Silva, JD, Costa, DF, Santos, FA, Higino, SSS, Azevedo, SS, & Alves, C.J. (2017). Epidemiological characterization and risk factors associated with leptospirosis and brucellosis in small ruminants sold at animal fair in the Sertão Region of Pernambuco State, a semiarid Region of Northeastern Brazil. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, 38(4), 1933–1945. doi: 10.5433/1679-0359.2017v38n4p1933
- Alves, JRA, De Farias, AEM, Dos Anjos, DM, Lima, AMC, Faccioli-Martins, PY, De Souza, CJH, Pinheiro, RR, Alves, FSF, De Azevedo, SS, & Alves, C.J. (2020). Seroepidemiological study of Caseous Lymphadenitis in sheep from the Northeast region of Brazil using an indirect ELISA. Tropical animal health and production, 52, 1945-1952. doi: 10.1007/s11250-020-02214-9
- Azevedo, SS, Alves, CJ, Andrade, JSL, Batista, CSA, Clementino, IJ, & Santos, FA. (2004). Occurrence of anti-*Leptospira* agglutinins in sheep of the Rio Grande do Norte State, Brazil. Revista Brasileira Ciência Veterinária, Rio de Janeiro, 11(3), 167-70.
- Arent, Z., Frizzell, C., Gilmore, D., Mackie, W., & Ellis, A. (2013). Isolation of leptospires from genital tract of sheep. Veterinary record, Londres, 173 (23), 582. doi: 10.1136/vr.101969.

- Berger, S., Graham, N., & Zeileis, A. (2017). “Various versatile variances: An object-oriented implementation of clustered Covariances in R”. Technical Report 2017-12, Working Papers in Economics and Statistics, Research Platform Empirical and Experimental Economics, Universität Innsbruck. Disponível em: <<http://EconPapers.RePEc.org/RePEc:inn:wpaper:2017-12>>. Acesso: 10 dez, 2019.
- Brasil, Ministério do Meio Ambiente. (2020). O Bioma Cerrado, <https://www.mma.gov.br/biomas/cerrado#:~:text=Depois%20da%20Mata%20Atl%C3%A2ntica%2C%20o,dos%20recursos%20naturais%20da%20regi%C3%A3o>, acessado 03 set 2020.
- Carneiro, LA, Bahia, MNM, Pereira, WLA, Días, HLT, & Costa, ARF. (2015). Investigação sorológica, molecular e anatomopatológica para leptospirose em ovinos (*Ovis aries*) procedentes de um biotério de criação. *Revista Pan-Amazônica de Saúde, Pará*, **6**(4), 55-61. doi: 10.5123/S2176-62232015000400008
- Carstensen, B., Plummer, M., Laara, E., & Hills, M. (2019). Epi: A Package for Statistical Analysis in Epidemiology. R package version 2.40. Obtido em <https://CRAN.R-project.org/package=Epi>
- Carvalho, SM, Mineiro, ALBB, Castro, V., Genovez, ME, Azevedo, SS, & Costa, FAL. (2014). Leptospirosis seroprevalence and risk factors for sheep in Maranhão state, Brazil. *Tropical Animal Health and Production*, **46**, 491–494. doi: 10.1007/s11250-013-0505-1
- Costa, RG, Almeida, CC, Pimenta Filho, EC, Holanda Júnior, EV, & Santos, NM. (2008). Caracterização do sistema de produção caprino e ovino na região semi-árida do estado da Paraíba-Brasil. *Archivos de Zootecnia, Córdoba*, **57** (218), 195-205. Obtido em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/28853/1/API-Characterizacao-sistema-de-producao-caprino-e-ovino.pdf>
- Costa, DF, Silva, AF, Brasil, AWL, Loureiro, APP, Santos, FA, Azevedo, SS, Lilenbaum, W, & Alves, CJ. (2017). Leptospirosis in native mixed-breed sheep slaughtered in a semiarid region of Brazil. *Ciência Rural, Santa Maria*, **47**(02). <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20160563>
- Costa, DF, Faria, PJA, Nogueira, DB, Tolentino, LHO, Viana, MP, Silva, JD, Vaz, AFM, Higino, SSS, Azevedo, SS, & Alves, C.J. (2019). Influence of breed on the clinical and hemato-biochemical parameters in sheep experimentally infected with *leptospira* sp. *Heliyon*, **5**(10), 02720. doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02720

- Dohoo, IR, Ducrot, C., Fourichon, C., Donald, A., Hurnik, D. (1997). An overview of techniques for dealing with large numbers of independent variables in epidemiologic studies. *Preventive Veterinary Medicine*, 29, 221–239. [https://doi.org/10.1016/s0167-5877\(96\)01074-4](https://doi.org/10.1016/s0167-5877(96)01074-4)
- Ellis, WA. (2015). Animal Leptospirosis. *Current Topics in Microbiology Immunology*, 387, 99-137. doi: 10.1007/978-3-662-45059-8\_6.
- Escócio, C, Genovez, ME, Castro, V., Piatti, RM, Gabriel, FHL, Chiebao, DP, Azevedo, SS, Vieira, SR, & Chiba, M. (2010). Influência das condições ambientais na transmissão da leptospirose entre criações de ovinos e bovinos da região de Sorocaba, SP. *Arquivo Instituto Biológico, São Paulo*, 77(3), 371-379. Obtido em [http://www.biologico.agricultura.sp.gov.br/uploads/docs/arq/v77\\_3/escocio.pdf](http://www.biologico.agricultura.sp.gov.br/uploads/docs/arq/v77_3/escocio.pdf)
- Faine, S., Adler, B., Bolin, C., & Perola, TP. (1999). *Leptospira* and leptospirosis. 2 ed. Melbourne: MediSci, 272.
- Fernandes, CE. (2009). Papel do ovino na cadeia epidemiológica da leptospirose pela *Leptospira* spp. sorovar Hardjo: fatores de risco que envolvem a infecção e transmissão entre ovinos e bovinos. Dissertação de mestrado, Instituto Biológico, São Paulo, SP, Brasil.
- Fernandes, JJ, Araújo Júnior, JP, Malossi, CD, Ullmann, LS, Da Costa, DF, Silva, MLCR, Alves, CJ, De Azevedo, SS, & Higino, SSS. (2020). High frequency of seropositive and carriers of *Leptospira* spp. in pigs in the semiarid region of northeastern Brazil. *Tropical Animal Health and Production*, 52, 2055-2061. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02203-y>
- Genovéz, ME. (2009). Leptospirose: uma doença de ocorrência além da época das chuvas! *Biológico, São Paulo*, 71 (1), 1-3. Obtido em [http://www.infobibos.com/artigos/2007\\_1/leptospirose/index.htm](http://www.infobibos.com/artigos/2007_1/leptospirose/index.htm)
- Higino, SSS, & Azevedo, SS. (2014). Leptospirose em pequenos ruminantes: situação epidemiológica atual no Brasil. *Arquivo Instituto Biológico, São Paulo*, 81(1), 86–94. <https://doi.org/10.1590/S1808-16572014000100017>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017). Censo Agropecuário IBGE. Recuperado de [https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo\\_agro/resultadosagro/pecuaria.html?localidade=0&tema=75674](https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/pecuaria.html?localidade=0&tema=75674)
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019). Pesquisa da pecuária Municipal – PPM. Recuperado de <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939#resultado>.

- Lenharo, DK, Santiago, MEB, & Lucheis, SB. (2012). Avaliação sorológica para leptospirose em mamíferos silvestres procedentes do parque zoológico municipal de Bauru, SP. *Arquivo Instituto Biológico, São Paulo*, 79 (3), 333-341. <https://doi.org/10.1590/S1808-16572012000300003>
- Lilenbaum, W., Vargas, R., Medeiros, L., Cordeiro, AG, Cavalcanti, A., Souza, G.N., Richtzenhain, L., & Vasconcellos, S.A. (2008). Risk factors associated with leptospirosis in dairy goats under tropical conditions in Brazil. *Research in Veterinary Science*, 84(1), 14–21. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2007.03.011>
- Machado, AC, Oliveira, JMB, Silva Júnior, JL, Assis, NA, Brandespim, DF, Mathias, LA, Mota, RA, & Pinheiro Júnior, JW. (2016). Epidemiologic analysis of *Leptospira* spp. infection among sheep in Pernambuco state, Brazil. *Arquivo Instituto Biológico, São Paulo*, 83, 1-7. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000222014>
- Martins, G., Penna, B., Hamond, C., Leite, RC, Silva, A, Ferreira, A., Brandão, F., Oliveira, F., & Lilenbaum, W. (2012). Leptospirosis as the most frequent infectious disease impairing productivity in small ruminants in Rio de Janeiro, Brazil. *Tropical Animal Health and Production*, 44(4), 773–777. doi 10.1007/s11250-011-9964-4
- Martins, G., Lilenbaum, W. (2014). Leptospirosis in sheep and goats under tropical conditions. *Tropical Animal Health and Production*, 46(1), 11–17. doi 10.1007/s11250-013-0480-6
- Nogueira, DB, Costa, FTR, Bezerra, CS, Silva, MLCR, Costa, DF, Viana, MP, Silva, JD, Júnior, JPA, Santos, CSAB, Alves, CJ, & Azevedo, S.S. (2020). 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*, 207, 105 - 497. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105497>
- OIE, World Organisation for Animal Health, 2014. *Leptospirosis: Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals*. World Organization for Animal Health, Paris.
- Pimenta, CLRM, Bezerra, CS, Morais, DA, Silva, MLCR, Nogueira, DB, Costa, DF, Santos, CSAB, Higino, SSS, Alves, CJ, & Azevedo, S.S. (2019). Seroprevalence and predominant serogroups of *Leptospira* sp. in serological tests of ruminants in northeastern Brazil. *Semina-Ciencias Agrarias, Londrina*, 40(4), 1513-1522. doi: 10.5433/1679-0359.2019v40n4p1513
- Pimenta, CLRM, Nogueira, DB, Bezerra, CS, Morais, DA, Silva, MLCR, Costa, DF, Higino, SSS, Santos CSAB, Alves, CJ, & Azevedo S.S. (2020). High proportion of cattle and

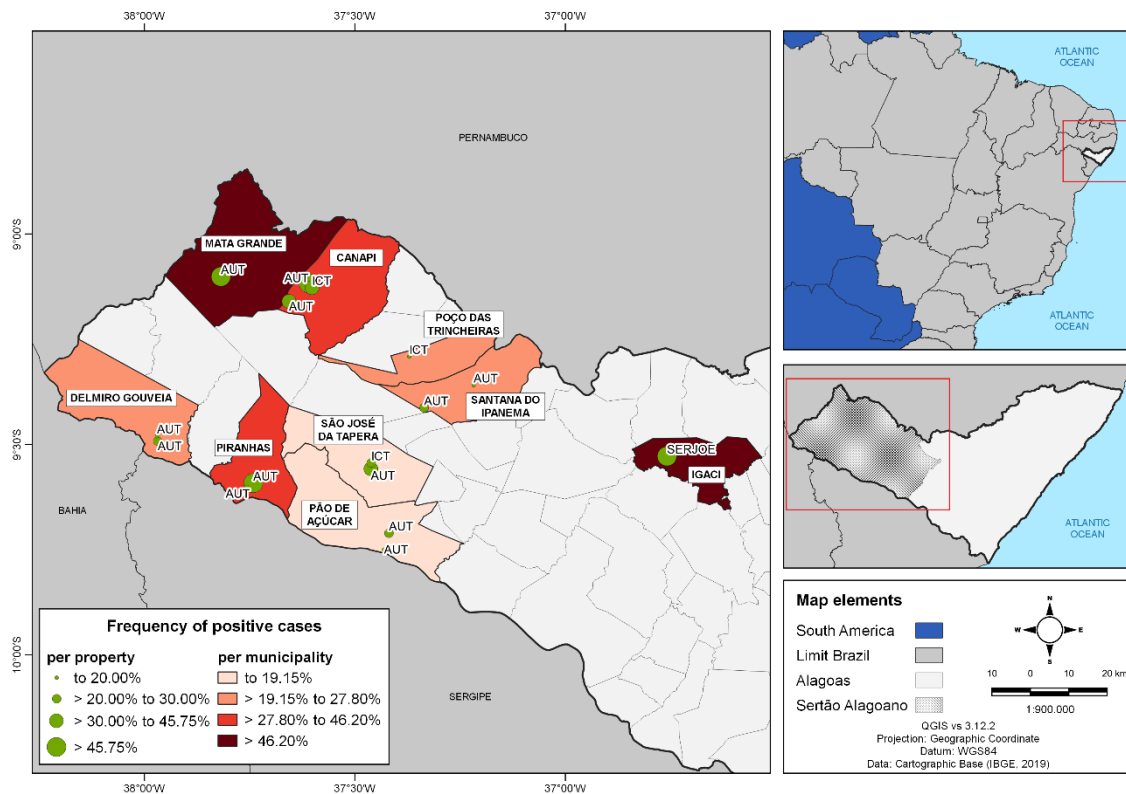


- sheep seropositive and renal carriers of *Leptospira* sp. under semiarid conditions. R. bras. Ci. Vet., 27(1): 22-28. doi:10.4322/rbcv.2020.005
- Picardeau, M. (2013). Diagnosis and epidemiology of leptospirosis, Médecine et Maladies Infectieuses, 43, 1-9. doi: 10.1016/j.medmal.2012.11.005.
- Pugh, DG, Baird, AN. (2012). Sheep and goat medicine. 2nd ed., Saunders, Maryland Heights. 621.
- R CORE TEAM (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, <https://www.r-project.org/>, acessado 03 set 2020.
- Rizzo, H., Gregory, L., Beraldi, F., Castro, V., Morais, ZM, & Vasconcellos, SA. (2014). Soropositividade para leptospirose e desempenho reprodutivo de ovinos de criatórios localizados no estado de São Paulo, Brasil. Revista Brasileira de Medicina Veterinária, 36, 244-250. Obtido em [https://www.researchgate.net/publication/275584460\\_Soropositividade\\_para\\_leptospirose\\_e\\_desempenho\\_reprodutivo\\_de\\_ovinos\\_de\\_criatorios\\_localizados\\_no\\_estado\\_de\\_Sa\\_o\\_Paulo\\_Brasil/link/5665b55608ae15e74634aa7f/download](https://www.researchgate.net/publication/275584460_Soropositividade_para_leptospirose_e_desempenho_reprodutivo_de_ovinos_de_criatorios_localizados_no_estado_de_Sa_o_Paulo_Brasil/link/5665b55608ae15e74634aa7f/download)
- Salaberry, SRS, Castro, V., Nassar, AFC, Castro, JR, Guimarães, EC, & Lima-Ribeiro, AMC. (2011). Seroprevalence and risk factors of antibodies against *Leptospira* spp. in ovinos from Uberlândia municipality, Minas Gerais state, Brazil. Brazilian Journal of Microbiology, 42, 1427-1433. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822011000400026>
- Silva, EF, Brod, CS, Cerqueira, GM, Bourscheidt, D., Seyffert, N., Queiroz, A., Santos, CS, KO, AI, & Dellagostin, OA. (2007). Isolation of *Leptospira noguchii* from sheep. Veterinary Microbiology, 121, 144-149. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2006.11.010>
- Silva, AF, Farias, PJA, Silva, MLCR, Araújo Júnior, JP, Malossi, CD, Ullmann, LS, Costa, DF, Higino, SSS, Azevedo, SS, & Alves, C.J. (2019). High frequency of genital carriers of *Leptospira* sp. in sheep slaughtered in the semi-arid region of Northeastern Brazil. Tropical Animal Health And Production, 51(1), 43-47. <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1657-9>
- Shimabukuro, FH, Domingues, PF, Langoni, H., Silva, AV, Pinheiro, JP, Padovani, CR. (2003). Pesquisa de suínos portadores renais de leptospirose pelo isolamento microbiano e reação em cadeia pela polimerase em amostras de rins de animais sorologicamente positivos e negativos para leptospirose. Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science, 40: 243-253. <https://www.scielo.br/pdf/bjvras/v40n4/19408.pdf>, acessado 02 fev 2021.

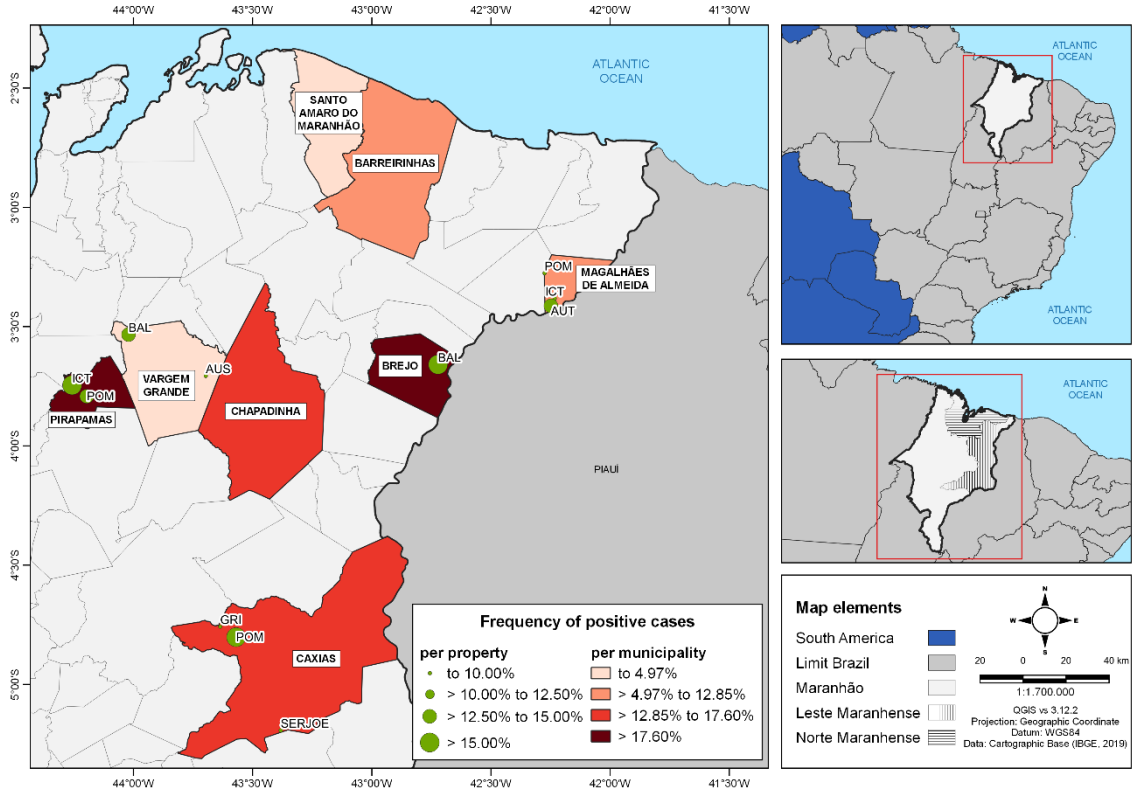
Thrusfield, M, Christley, R, 2018. Veterinary epidemiology, 4th. Oxford: Wiley Blackwell, 888p

Zeileis, A., Hothorn, T. (2002). Diagnostic Checking in Regression Relationships. R News, 2, 7-10. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/doc/Rnews/>>. Acesso em: 20 Jan, 2020.

**Figura 1.** Distribuição espacial da frequência de ovinos sorretores para *Leptospira* sp. de acordo com municípios e propriedades que tiveram ovinos amostrados no estado de Alagoas, Nordeste do Brasil.



**Figura 2.** Distribuição espacial da frequência de ovinos sorretores para *Leptospira* sp. de acordo com municípios e propriedades que tiveram ovinos amostrados no estado do Maranhão, Nordeste do Brasil.



**Tabela 1.** Sorogrupos de *Leptospira* sp. mais prevalentes e respectivas titulações, em ovinos dos estados de Alagoas e Maranhão.

Unidade Federativa	Sorogrupos	Títulos						Total (%)
		50	100	200	400	800	1600	
Alagoas	Autumnalis	53	16	3	-	-	-	72(54,2)
	Icterohaemorrhagiae	11	6	2	5	-	-	24(18,3)
	Pomona	7	2	-	-	-	-	9(6,9)
	Sejroe	2	1	1	3	-	2	9(6,9)
	Ballum	2	2	3	-	-	-	7 (5,3)
	Tarassovi	5	1	3	-	-	1	10(7,6)
	Cynopteri	-	-	1	-	-	-	1(0,8)
Maranhão	Pomona	6	8	1	1	-	-	16(37,2)
	Icterohaemorrhagiae	3	3	1	2	1	-	10(23,3)
	Ballum	2	2	1	-	-	-	5(11,6)
	Australis	4	1	-	-	-	-	5(11,6)
	Autumnalis	3	-	1	-	-	-	4(7,0)
	Sejroe	-	2	-	-	-	-	2(4,7)
	Grippotyphosa	1	-	-	-	-	-	1(2,3)
Tarassovi	-	1	-	-	-	-	1(2,3)	

1 **Tabela 2.** Análise univariada de fatores associados à Leptospirose em ovinos dos estados de Alagoas e Maranhão.

Variável	Categoria	Total de indivíduos	Positivos (%)	P
Estado/Bioma	Alagoas/Caatinga	413	131(31,7)	< 0,001
	Maranhão/Cerrado	346	46(13,3)	
Sexo	Macho	206	33(16,0)	0,004
	Fêmea	553	144(26,0)	
Idade	Jovem	279	28(10,0)	< 0,001
	Adulto	480	149(31,0)	
É associado	Não	359	100 (27,9)	0,006
	Sim	400	77(19,2)	
Condição legal do produtor	Proprietário	631	141(22,3)	0,169
	Posseiro/Arrendatário/Assentado	128	36(28,1)	
Procura Instituições de Assistência Técnica para apoiar a resolução de problemas	Não	502	126(25,1)	0,123
	Sim	257	51(19,8)	
O rebanho é recolhido para abrigo	Não	39	23(59,0)	< 0,001
	Sim	720	154(21,4)	
Castra os ovinos	Não	317	88(27,8)	0,015
	Sim	442	89(20,1)	
Quais as raças de ovinos da propriedade	Sem raça definida	284	77(27,1)	0,063
	Com raça definida	475	100(21,1)	
Vacina o rebanho	Não	448	118(26,3)	0,019
	Sim	311	58(19,0)	
Faz vermifugação	Não	95	30(31,6)	0,051
	Sim	664	147(22,1)	
Frequência de limpeza das	Diário/semanal/quinzenal/mensal	371	75(20,2)	0,049

instalações de ovinos	Não faz/mais de um mês	388	102(26,3)	
Fornece concentrado aos animais	Não	221	61(27,6)	0,089
	Sim	538	116(21,6)	
Fornece sal aos animais	Não	112	41(36,6)	< 0,001
	Sim	647	136(21,0)	
Os animais ficam em áreas de Caatinga fechada	Não	496	107(21,6)	0,126
	Sim	263	70(26,6)	
Na sua propriedade são tomadas medidas para aproveitamentos das águas da chuva	Não	377	75(19,9)	0,032
	Sim	382	102(26,7)	
É permitido o acesso sem controle do rebanho às aguadas	Não	286	53(18,5)	0,017
	Sim	473	124(26,2)	
Realiza identificação dos animais	Não	607	153(25,2)	0,014
	Sim	152	24(15,8)	
Faz irrigação	Não	554	119(21,5)	0,053
	Sim	205	58(28,3)	
Origem da água oferecida aos animais	Cacimba/lagoa/rio	454	124(27,3)	0,002
	Poço/cisterna	305	53(17,4)	

1

2

**Tabela 3.** Fatores associados à infecção por *Leptospira* sp. em ovinos dos estados do Maranhão e Alagoas.

Variável	Coefficiente ( $\beta$ )	Erro padrão	Valor - z	Razão de prevalência (RP)	95% IC para RP	Valor - P
Bioma (Caatinga)	1,11	0,41	2,71	2,30	1,46 – 3,63	0,007
Idade do animal (Adulto)	1,05	0,22	4,73	2,89	1,94 – 4,1	< 0,001
Não procurar instituições de assistência técnica para apoiar a resolução de problemas	0,80	0,26	3,05	2,23	1,45 – 3,44	0,002
Não recolher o rebanho para abrigo	1,69	0,83	2,04	5,43	1,06 – 27,9	0,041
Permitir o acesso sem controle do rebanho às aguadas	0,51	0,24	2,07	1,66	1,11 – 2,48	0,039

Goodness of fit test: Pearson Chi-square = 408.53; degrees of freedom = 738; P = 1,000

**CAPÍTULO II: Soroprevalência e fatores associados à leptospirose em ovinos no  
Nordeste do Brasil**

Artigo submetido ao Periódico Preventive Veterinary Medicine: Qualis A1.



## Soroprevalência e fatores associados à leptospirose em ovinos no Nordeste do Brasil

José Dêvede da Silva<sup>a</sup>; Maira Porto Viana<sup>a</sup>; Lucas Gonzales Lima Pereira Calado<sup>a</sup>; Ana Milena César Lima<sup>b</sup>; Francisco Selmo Fernandes Alves<sup>c</sup>; Raimundo Rizaldo Pinheiro<sup>c</sup>; Diego Figueiredo da Costa<sup>d</sup>, Glaucenyra Cecília Pinheiro da Silva<sup>e</sup>, Sérgio Santos Azevedo<sup>a</sup>; Clebert José Alves<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup>Transmissible Disease Research Group, Federal University of Campina Grande, Patos, PB, Brazil; e-mails: dvd.12@hotmail.com, mairaporto.veterinaria@gmail.com, calado.lucaslima@gmail.com, sergio.santos@professor.ufcg.edu.br, clebertja@uol.com.br

<sup>b</sup> Postgraduate Program in Animal Science, Federal University of Piauí, Teresina, PI, Brazil; e-mail: anamilenalima@yahoo.com.br

<sup>c</sup> Brazilian Agricultural Research Corporation, Embrapa Goats and Sheep, Sobral, CE, Brazil; e-mails: selmo.alves@embrapa.br, rizaldo.pinheiro@embrapa.br,

<sup>d</sup>Department of Veterinary Sciences, UFPB, Federal University of Paraíba, Paraíba, Brazil; e-mail: diegoveter@hotmail.com

<sup>e</sup>University of Cuiabá, Postgraduate Program in Bioscience Animal, MT, Brazil; e-mail: glaucenyracecilia@gmail.com

### \* Corresponding Author

Clebert José Alves, Transmissible Disease Research Group, Federal University of Campina Grande, Patos, Av. University s/n, bairro Santa Cecília, 58708-110, Paraíba, Brazil. e-mail: clebertja@uol.com.br

### Destaques

- A prevalência em nível de rebanho foi de 76,3%, e a prevalência em nível de animal foi de 14,94% (IC 95% = 0,138 - 0,1618);
- Idade, ausência de esterqueira, não recolher rebanho ovinos para abrigo, alta mortalidade ao desmame, fornecimento de água de poço para os animais e não fornecimento de água de cisterna para os animais foram fatores associados à soroprevalência;
- A leptospirose é comum em rebanhos ovinos na região Nordeste do Brasil.

## Resumo

A ovinocultura tem apresentado crescimento expressivo, mesmo a região Nordeste do Brasil com chuvas abaixo do esperado na última década. Esse crescimento tem sido observado não só no número de rebanhos, mas também no número de propriedades envolvidas com a ovinocultura. Embora expressiva, a produção de pequenos ruminantes ainda apresenta baixos níveis de desempenho, principalmente devido a ocorrência de doenças, que constituem um entrave a essa atividade. O objetivo desse estudo foi determinar os fatores associados à soroprevalência da leptospirose em ovinos no Nordeste do Brasil. Amostras de sangue foram coletadas de 3.438 ovinos de 190 rebanhos em 48 municípios, pertencentes aos estados do Ceará, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe. Foi realizado diagnóstico sorológico por meio do teste de Soroaglutinação Microscópica (SAM). Em 76,3% dos rebanhos havia pelo menos um animal soropositivo para um dos sorogrupos de *Leptospira* sp. utilizados, e 14,94% (IC 95% = 0,138 – 0,1618) dos animais foram soropositivos. O estado da Paraíba apresentou maior frequência em nível de rebanho 95,7% e 26,6% em nível animal, seguido pelo Ceará 93,9% e 23,7%. Os títulos de anticorpos variaram de 100 a 1600 e os sorogrupos mais frequentes foram Autumnalis (18,68%), Australis (17,9%) e Pyrogenes (15,18%). De acordo com a análise de regressão de Poisson robusta, seis fatores foram associados à soroprevalência: idade adulta (razão de prevalência - RP = 2,03; IC 95% = 1,61 - 2,55;  $P$ -valor < 0,001), ausência de esterqueira (RP = 2,14; IC 95% = 1,09 - 4,20; valor  $P$  = 0,026), não recolher o rebanho ovino para abrigo (RP = 1,54; IC 95% = 1,06 - 2,21; valor  $P$  = 0,021), alta mortalidade ao desmame (RP = 1,39; IC 95% = 1,07 - 1,81; valor  $P$  = 0,013), fornecer água de poço aos animais (RP = 1,25; IC 95% = 1,01 - 1,55; valor  $P$  = 0,034) e não fornecer água da cisterna aos animais (RP = 2,15; IC 95% = 1,33 - 3,49; valor  $P$  = 0,002). Conclui-se que a leptospirose é bastante difundida em rebanhos ovinos na região Nordeste do Brasil. Fatores associados à soropositividade demonstram a necessidade de implementação de medidas de controle e prevenção, visando reduzir a infecção ambiental por *leptospira* em ovinos, como a instalação de esterqueiras, objetivando diminuir a contaminação ambiental.

**Palavras-Chave:** *Leptospira* sp., Inquérito sorológico, Fatores associados, Nordeste do Brasil.

## Abstract

Sheep farming has shown expressive growth, even in the Northeast region of Brazil with rainfall below expectations in the last decade. This growth has been observed not only in the number of flocks, but also in the number of properties involved with sheep farming.

Although expressive, the production of small ruminants still shows low levels of performance, mainly due to the occurrence of diseases, which constitute an obstacle to this activity. The aim of this study was to determine the factors associated with the seroprevalence of leptospirosis in sheep in Northeastern Brazil. Blood samples were collected from 3.438 sheep from 190 herds in 48 municipalities, belonging to the states of Ceará, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte and Sergipe. The serological diagnosis was carried out by the Microscopic Soroagglutination test (MAT). In 76,3% of the herds there was at least one animal seropositive for one of the serogroups of *Leptospira* sp. used, and 14,94% (95% CI = 0,138 – 0,1618) of the animals were seropositive. The state of Paraíba showed the highest frequency at the herd level 95,7% and 26,6% at the animal level, followed by Ceará. The antibody titers ranged from 100 to 1600 and the most frequent serogroups were Autumnalis (18,68%), Australis (17,9%) and Pyrogenes (15,18%). According to the robust Poisson regression analysis, six factors were associated with seroprevalence: adult age (prevalence ratio - PR = 2,03; 95% CI = 1,61 – 2,55;  $P$ -value < 0.001), absence of dung (PR = 2,14; 95% CI = 1,09 – 4,20;  $P$ -value = 0,026), do not collect sheep flocks for shelter (PR = 1,54; 95% CI = 1,06 – 2,21;  $P$ -value = 0,021), high mortality at weaning (PR = 1,39; 95% CI = 1,07 – 1,81;  $P$ -value = 0,013), providing well water to the animals (PR = 1,25; 95% CI = 1,01 – 1,55;  $P$ -value = 0,034) and do not supply water from the cistern to the animals (PR = 2,15; 95% CI = 1,33 – 3,49;  $P$ -value = 0,002). It is concluded that leptospirosis is widespread in sheep flock in Northeast region of Brazil. Factors associated with seropositivity demonstrate the need for implementation of control and prevention measures, aiming to reduce *leptospira* infection in sheep, such as installation of manure pits, reducing environmental contamination.

**Keywords:** Associated factors, *Leptospira* sp., Northeast Brazil, Serological survey.

## 1. Introdução

A leptospirose é uma doença infecciosa causada por espiroquetas patogênicas do gênero *Leptospira*. Acomete animais domésticos e selvagens, sendo também considerada uma doença de forte impacto econômico na pecuária e importante para a saúde pública (Ellis, 2015; Ridzuan et al., 2016). Em ovinos, a leptospirose pode causar graves problemas reprodutivos, como abortos, nascimento de crias fracas, natimortos e mumificação fetal, o que representa significativas perdas econômicas para ovinocultura (Ellis, 2015; Loureiro et al., 2017; Nogueira et al., 2020).

No Brasil, ovinocultura vem se consolidando com grande potencial de desenvolvimento, sendo uma atividade de fundamental importância para a agricultura e

pecuária brasileira, além de contribuir para a renda dos produtores rurais (EMBRAPA, 2020). No Nordeste do Brasil, a criação de ovinos tem apresentado crescimento expressivo, mesmo com chuvas abaixo do esperado na última década. Esse crescimento tem sido observado não só no número de rebanhos, mas também no número de propriedades envolvidas com a atividade, que são mais de 399.000 estabelecimentos, representando 76% das propriedades criadouras do país (IBGE, 2017; IBGE, 2019). Embora expressiva, a produção de pequenos ruminantes ainda apresenta baixos níveis de desempenho, principalmente devido à ocorrência de doenças infecciosas, que constituem um entrave a essa atividade (Alencar et al., 2010; Santos et al., 2011; Alves et al., 2020). Nesse contexto, destacam-se as doenças infecciosas reprodutivas, como a leptospirose (Suepaul et al., 2011; Ellis, 2015).

Inquéritos sorológicos recentes têm evidenciado a persistência da infecção em ovinos no Brasil e demonstrado que mesmo nas condições ambientais adversas do semiárido, as leptospirosas sobrevivem e se propagam em ovinos por meio de vias alternativas de transmissão (Costa et al., 2017; Silva et al., 2018; Pimenta et al., 2020; Nogueira et al., 2020; Soares et al., 2021). Porém, a nível de região Nordeste não há estudos com amostragem planejada que caracterizem a realidade da leptospirose na região.

Considerando a importância da ovinocultura para a região Nordeste e os impactos socioeconômicos causados pela leptospirose na saúde única, bem como a ausência de estudos abrangentes sobre a ocorrência da doença na região de maior concentração dessa espécie no país, o objetivo desse estudo foi determinar os fatores associados à soroprevalência da leptospirose em ovinos no Nordeste do Brasil.

## **2. Material e Métodos**

### *2.1. Procedimentos éticos*

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), do Centro de Saúde e Tecnologia Rural – CSTR/UFCG, e protocolado sob o número 102/2017.

### *2.2. Área de Estudo e amostragem*

A pesquisa foi realizada na região Nordeste do Brasil, que está localizada na posição Norte-Oriental do país entre 1° e 18°30' de latitude sul e 34°20' e 48°30' de longitude Oeste e ocupa 18,3% do território com uma área de 1.561,177,8 km<sup>2</sup>. É composta por 1.793 municípios, distribuídos nos estados da Bahia, Ceará, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Maranhão, Alagoas e Sergipe, onde se concentram mais de 13 milhões de ovinos, representando 68,5% do efetivo ovino nacional (SUDENE, 2018; IBGE, 2019).

Foram utilizados ovinos adultos (matrizes e reprodutores) e jovens (seis a 12 meses), de ambos os sexos, provenientes de propriedades rurais de microrregiões com densidade populacional significativa de rebanhos ovinos em cinco estados do Nordeste: Ceará, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe. O número mínimo de propriedades visitadas foi calculado utilizando a fórmula para amostras aleatória simples (Thrusfield & Christley, 2018), considerando os seguintes parâmetros: prevalência a nível de rebanho 28,20% (Alves et al., 2012), erro amostral de 8% e nível de confiança de 95%. De acordo com esses parâmetros, o número amostral mínimo é de 122 propriedades, no entanto, foram utilizadas 190. O número mínimo de ovinos selecionados foi determinado individualmente para cada rebanho, a fim de detectar a presença da infecção. Os cálculos foram feitos de acordo com a fórmula comumente aplicada em investigações epidemiológicas veterinárias (Thrusfield & Christley, 2018):

$$n = \left[ 1 - (1 - p_1)^{1/d} \right] [N - d/2] + 1$$

Onde  $n$  representa o tamanho da amostra;  $P_1$  é a probabilidade de detecção de pelo menos um animal soropositivo;  $N$  é o tamanho do rebanho; e  $d$  é o número mínimo de animais soropositivos esperados no rebanho. A probabilidade de detecção de pelo menos um animal soropositivo em um rebanho foi determinada em 95% ( $P_1 = 0,95$ ) e o número de animais soropositivos em cada rebanho ( $d$ ) foi calculado considerando uma prevalência de animais de 13,45% (Alves et al. 2017). Em rebanhos com até 20 animais, todos foram amostrados e 20 animais foram selecionados quando o número de animais era maior que 20.

Amostras de sangue foram coletadas de 3,438 ovinos de 190 rebanhos em 48 municípios (Figura 1). No estado do Ceará, foram coletadas 597 amostras em 33 rebanhos de 10 municípios (Canindé, Granja, Ibaretama, Independência, Pacajus, Parambú, Quixadá, Quixeramobim, Santa Quitéria e Tauá), localizados nas regiões Noroeste Cearense; Norte Cearense; Região Metropolitana de Fortaleza e Sertão Cearense. No estado da Paraíba, foram coletadas 409 amostras em 23 rebanhos de oito municípios (Cacimba de Areia, Monteiro, Passagem, Pombal, Prata, Quixaba, São João do Cariri e Sumé), localizados nas mesorregiões da Borborema e Sertão. No estado do Piauí, foram coletadas 747 amostras em 42 rebanhos de 15 municípios (Altos, Alvorada do Gurguéia, Barreiras do Piauí, Beditinos, Coivaras, Cristino Castro, Gilbués, José de Freitas, Miguel Leão, Monte Alegre do Piauí, Palmeira do Piauí, Pau D'arco do Piauí, Redenção do Gurguéia, São Gonçalo do Piauí e União), localizados nas mesorregiões Centro-Norte e Sudoeste Piauiense. No estado do Rio Grande do Norte, foram coletadas 823 amostras em 45 rebanhos de sete municípios (Afonso Bezerra, Angicos, Apodi, Caraúbas, Lajes, Mossoró e Pedro Avelino), localizados nas mesorregiões

Central e Oeste Potiguar. No estado de Sergipe, foram coletadas 862 amostras em 47 rebanhos de oito municípios (Canindé de São Francisco, Gararu, Lagarto, Nossa Senhora da Glória, Poço Redondo, Poço Verde, Simão Dias e Tobias Barreto), localizados nas mesorregiões Agreste e Sertão Sergipano.

As atividades de campo incluíram coleta de sangue, aplicação de questionário epidemiológico e envio das amostras ao laboratório. Amostras de sangue foram coletadas, em volumes de 8mL, por punção da veia jugular com agulha descartável e tubo a vácuo (sem anticoagulante) com capacidade de 8,5mL. As amostras de soro foram transferidas para microtubos e congelado à -20°C até a realização do diagnóstico sorológico.

### 2.3. Método de Diagnóstico

O teste de soroprecipitação microscópica (SAM), teste sorológico recomendado para o diagnóstico de leptospirose, foi realizado de acordo com a OIE (2014). Os antígenos utilizados foram procedentes do Instituto Pasteur, França, e fornecidos pelo Laboratório de Bacteriologia Veterinária da Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. *Leptospira interrogans* sorovares Australis, Autumnalis, Bratislava, Batavie, Canicola, Copenhageni, Grippotyphosa, Hardjoprajitno, Hebdomadis, Icterohaemorrhagiae, Pomona, Pomona Fromm, Pyrogenes, Sentot, Wolffii; *Leptospira borgpeterseni* sorovares Ballum, Castellonis, Hardjobovis, Javanica, Mini, Tarassovi, Whitcombi; *Leptospira biflexa* sorovares Andamana, Patoc; *Leptospira santaroschi* sorovares Guaricura, Canalzoni; Shermani; *Leptospira Kirschneri* sorovares Butembo, Cynopteri; *Leptospira noguchii* sorovares Louisiana, Panama; *Leptospira weilli* sorovar Celledoni). Amostras de soro foram triadas em diluições de 1:100, e aquelas com 50% ou mais de aglutinação foram tituladas em uma série de diluições geométricas na razão dois. O título sérico foi a recíproca da maior diluição que apresentou resultado positivo. Os antígenos foram examinados ao microscópio de campo escuro, antes dos testes, para verificar a mobilidade e a presença de autoaglutinação ou contaminantes.

### 2.4. Análise de fatores associados a soroprevalência

A análise dos fatores associados à soroprevalência foi realizada em duas etapas: análises univariável e multivariável. As variáveis foram organizadas para apresentação em ordem crescente ou decrescente em relação à soropositividade. Quando necessário, essas variáveis foram recategorizadas. A menor categoria de soropositividade foi considerada a base de comparação para as demais categorias. Na análise univariável cada variável

independente foi cruzada com a variável dependente (perfil sorológico do animal - soropositivo e soronegativo). Posteriormente, as variáveis que apresentaram valor de  $P \leq 0,2$  pelo teste Qui-quadrado (Zar, 1999) foram selecionadas para a análise multivariável por meio do modelo de regressão de Poisson robusto. A colinearidade entre as variáveis independentes foi verificada pela análise de correlação. Em caso de colinearidade forte (coeficiente de correlação  $> 0,9$ ), uma das duas variáveis foi excluída com base na plausibilidade biológica (Dohoo et al., 1997). Para avaliar o quão bem o modelo se ajusta, o teste Qui-quadrado de Pearson foi usado, e a significância do modelo foi verificada com o teste Omnibus. Todas as análises foram realizadas com nível de significância de 5% e utilizando o software SPSS 20.0 for Windows.

### 2.5. Questionário epidemiológico

Um questionário estruturado com 62 questões fechadas foi elaborado para obter informações sobre (a) práticas de gestão; (b) perfil tecnológico da propriedade; (c) aspectos de saúde; e (d) estrutura e composição do rebanho. Os questionários foram aplicados ao proprietário ou responsável pelo rebanho, por um dos pesquisadores no momento da coleta de sangue animal.

## 3. Resultados

Em 76,3% (95% CI= 69.79 – 81.81) dos rebanhos havia pelo menos um animal soropositivo para um dos sorogrupos de *Leptospira* sp. utilizados, e 14,94% (IC 95% = 13,8 – 16,18) dos animais foram soropositivos. O estado da Paraíba apresentou maior frequência em nível de rebanho 95,7% e 26,6% em nível animal, seguido pelo Ceará 93,9% 23,7% (Tabela 1). Os títulos de anticorpos variaram de 100 a 1600 e os sorogrupos mais frequentes foram Autumnalis (18,68%), Australis (17,9%) e Pyrogenes (15,18%) (Tabela 2).

Na tabela 3 são apresentados os resultados da análise univariável. De acordo com a análise de regressão de Poisson robusta (Tabela 4), seis fatores foram associados à soroprevalência: idade adulto (razão de prevalência - RP = 2,03; IC 95% = 1,61 – 2,55;  $P$ -valor  $< 0,001$ ), ausência de esterqueira (RP = 2,14; IC 95% = 1,09 – 4,20;  $P$ -valor = 0,026), não recolher o rebanho ovino para abrigo (RP = 1,54; IC 95% = 1,06 – 2,21;  $P$ -valor = 0,021), alta mortalidade ao desmame (RP = 1,39; IC 95% = 1,07 – 1,81;  $P$ -valor = 0,013), fornecer água de poço aos animais (RP = 1,25; IC 95% = 1,01 – 1,55;  $P$ -valor = 0,034) e não fornecer água de cisterna aos animais (RP = 2,15; IC 95% = 1,33 – 3,49;  $P$ -valor = 0,002). O modelo apresentou bom ajuste (Pearson Qui-quadrado: valor = 296,01; graus de liberdade - df = 396;

valor /  $df = 0,737$ ) e significância estatística (teste Omnibus: razão de verossimilhança Qui-quadrado = 27,13;  $df = 12$ ;  $P$  - valor = 0,007).

#### 4. Discussão

Observou-se alta frequência de rebanhos com pelo menos um animal soropositivo (76,3%), evidenciando alta soroprevalência da doença em ovinos no Nordeste. Este fato é confirmado em outros estudos realizados no Brasil, que mostraram altas taxas de rebanhos ovinos positivos para a doença, variando de 50,0% a 92,8% (Carvalho et al., 2014; Cortizo et al., 2015; Machado et al., 2016), concordando com os resultados obtidos neste estudo. Esses dados sugerem que medidas de controle para leptospirose podem estar sendo negligenciadas pelos ovinocultores.

A frequência de ovinos sororreagentes (14,95%) reforça o fato de que a doença está presente em rebanhos ovinos no Nordeste do Brasil, enfatizando o possível impacto deste agente na saúde desses animais e na saúde pública, bem como as prováveis perdas econômicas para ovinocultura do país (Lilenbaum et al., 2009). Aguiar et al. (2010) observaram soropositividade em 33,3% dos ovinos em Rondônia; Salaberry et al. (2011), relataram 22,2% de soropositividade em ovinos em Minas Gerais; Martins et al. (2012), observaram 47,4% de soropositividade em ovinos no Rio de Janeiro; Silva et al. (2018), encontraram 19,3% de soropositividade em ovinos da região semiárida do Nordeste do Brasil; Khalili et al. (2020), em uma revisão sistemática e meta-análise realizada no Irã estimaram uma soroprevalência de 17,38% em ovinos; Em Bagdá, Al-Badrawi et al. (2010) encontraram 24,6% de ovinos soropositivos. A diferença entre as frequências de soropositividade pode ser justificada pelas condições ambientais de cada região estudada e as medidas de controle adotadas (Costa et al., 2016; Machado et al., 2016).

A frequência de soropositividade observada nas propriedades e animais nos estados da Paraíba e Ceará reflete um alto nível de infecção e preocupa, principalmente por se tratar de uma enfermidade responsável por causar efeitos negativos sobre os índices produtivos e reprodutivos dos ovinos, podendo levar ao aborto, recorrência de cio e nascimento de crias fracas (Martins & Lilenbaum, 2014).

Embora o estudo tenha seguido o procedimento tradicional de partir de um ponto de corte de 1:100 na sorologia e considerar os animais sororreagentes com título  $\leq 100$ , Nogueira et al. (2020) afirmam que o ponto de corte 1:50 em sorologia para ovinos no semiárido brasileiro é mais sensível. Além disso, levando em consideração que os ovinos são considerados mais resistentes a infecção (Leon-Vizcaino et al., 1987; Costa et al., 2017; Costa



et al., 2019), é possível que esses animais possam replicar anticorpos em níveis inferiores e, portanto, não estão sendo detectados com o ponto de corte padrão 1:100. Assim, esses resultados podem estar subestimados.

O sorogrupo *Autumnalis*, mais frequente (18,68%) nos estados estudados, pode sugerir participação dos animais silvestres no ciclo de transmissão da doença (Alves et al., 2004; Lenharo et al., 2012). Porém, é importante destacar que o sorogrupo *Autumnalis* possui como principais reservatórios os roedores, indicando a importância desses animais como possíveis fontes de infecção para ovinos, bem como a necessidade de seu controle (Shimabukuro et al., 2003). Além da possibilidade de ovinos serem mantenedores desse sorogrupo na região, uma vez que tem sido frequentemente encontrado em vários estudos realizados no Nordeste do Brasil (Alves et al., 2012; Nogueira et al., 2020), além de ter sido isolado em ovinos (Silva et al. 2007).

O sorogrupo *Australis*, o segundo mais frequente (17,9%), é considerado um achado acidental em ovinos. Este sorogrupo é frequentemente encontrado em equídeos e suínos sem causar sinais clínicos (Santos et al., 2012; Morais et al., 2019; Fernandes et al., 2020). O aparecimento do sorogrupo *Australis*, como uma das variantes mais frequentes na população de ovinos nos cinco estados estudados, indica contato entre essas populações, o que provavelmente acontece com frequência na região Nordeste do Brasil, que apresenta um efetivo de rebanho de 1.250.095 equinos, distribuídos em 430.145 estabelecimentos (IBGE, 2017) e um efetivo de rebanho de 3.586.704 suínos, distribuídos em 476.702 estabelecimentos, que podem ter contaminado o ambiente, causando a infecção de ovinos. Ressalta-se que as propriedades estudadas apresentam criações de suínos não tecnificadas e sem manejo sanitário adequado, bem como equídeos e muares, o que aumenta a possibilidade de contato e contaminação dos ovinos.

A ocorrência do sorogrupo *Pyrogenes* (15,18%) está ligada à contaminação ambiental, e acomete ovinos acidentalmente. A reação sorológica para este sorogrupo também evidencia a provável infecção em ovinos devido ao contato com animais silvestres, visto que a região alvo deste estudo possui fauna diversa e apresenta condições de manejo favoráveis para a transmissão interespecie.

Foram observadas menores proporções de ovinos sororreagentes aos sorogrupos *Icterohaemorrhagiae*, *Canicola*, *Serjoe* e *Pomona*. A ocorrência desses sorogrupos está possivelmente relacionada às condições sanitárias e ambientais que facilitam o contato de ovinos com hospedeiros naturais, roedores, canídeos, bovinos, suínos e equídeos (Santos et al., 2012; Adler, 2015; Silva et al., 2017; Morais et al., 2019; Fernandes et al., 2020). É

importante ressaltar que esses sorogrupos podem infectar seres humanos, e medidas de prevenção e controle, como vacinação e a não criação consorciadas, são essenciais para a quebra do ciclo da doença.

A idade do animal (adultos) foi considerada fator de associação para a infecção por *Leptospira* sp. em ovinos. Isso provavelmente ocorreu porque ser adulto e está em idade reprodutiva pode ter contribuído para o contato com o agente infeccioso, que animais mais velhos têm mais tempo para entrar em contato com o agente etiológico através de fômites, urina de animais contaminados, secreções vaginais, abortos de animais infectados, água contaminada em bebedouros coletivos, bem como contato com roedores e animais silvestres (Lilenbaum et al., 2008; Machado et al., 2016; Consalter et al., 2019).

A ausência de esterqueira foi associada à soropositividade para leptospirose em ovinos, evidenciando a importância ambiental no ciclo de transmissão da doença. Isso pode ser atribuído às condições encontradas nas propriedades como instalações e currais com fezes em demasia, urina e umidade, uma vez que a *Leptospira* spp. pode permanecer no ambiente por longos períodos, dependendo das condições de umidade, temperatura e sombreamento, o que aumentaria a chance de contato e infecção dos ovinos, cujas propriedades apresentem um manejo sanitário inadequado (Faine et al., 1999). Assim, recomenda-se o uso de esterqueira, aliado a práticas de higiene e manejo sanitário para minimizar o risco de infecção nos ovinos.

Não recolher o rebanho ovino para abrigo foi apontado como fator de associação para ocorrência de leptospirose em ovinos, evidenciando a falta de manejo e cuidados adequados com o rebanho. Sabe-se que animais criados em liberdade têm maior probabilidade de entrar em contato com diversos hospedeiros do agente, como animais silvestres e domésticos, além de materiais contaminados com *leptospiras*, pastagens, água, restos de parto e aborto, favorecendo a transmissão de doenças (Oliveira et al., 2013; Costa et al., 2015; De Oliveira et al., 2016).

A alta mortalidade ao desmame foi considerada fator de associação para ocorrência de leptospirose em ovinos, refletindo em déficit sanitário e manejo inadequado de filhotes, demonstrando que a *Leptospira* sp. pode prejudicar a reprodução em pequenos ruminantes na região Nordeste do Brasil, podendo ser atribuída à forma crônica da doença, caracterizada por mortes neonatais e abortos (Ellis, 1994). Esse resultado é alarmante e merece destaque, pois infecções por *Leptospira* foram identificadas como sendo responsáveis por grandes prejuízos à ovinocultura, estando direta ou indiretamente relacionadas a perdas por problemas reprodutivos, como natimortos, nascimento de animais fracos, debilitados e infertilidade (Langoni et al., 1995; Melo et al., 2010; Nogueira et al., 2020).

A água de poço fornecida aos animais foi considerada um fator de associação para ocorrência de leptospirose em ovinos, provavelmente devido ao acesso dos animais à fonte de água contaminada ou através de roedores e animais silvestres que transportam o agente para bebedouros, comedouros e pastagens (Campos et al., 2017). Essa água normalmente é desprovida de qualquer tipo de tratamento, que pode favorecer a contaminação do rebanho ovino pela *Leptospira* sp. Isso suscita preocupação, pois na região Nordeste do Brasil esta é uma das principais fontes de água oferecidas a humanos e animais, e sabe-se que a transmissão de *Leptospira* sp. pode ocorrer indiretamente por meio do contato com água contaminada (Adler, 2015). Algumas medidas são recomendadas para reduzir o risco de contaminação pela *leptospira*, como isolar essa fonte de água, evitar o acesso direto de animais silvestres e sinantrópicos, bem como utilizar sistemas de tratamento de água que reduzam o risco de transmissão da leptospirose em ovinos.

O não fornecimento de água da cisterna aos animais foi considerado fator de associação para a infecção por *Leptospira* sp. Isso pode ser atribuído a boa qualidade da água das cisternas. Em estudo realizado em Santa Catarina por Palhares e Guidoni (2012), foi demonstrado que a água armazenada em cisterna apresentou qualidade satisfatória para o uso na dessedentação de suínos e bovinos de corte, o que corrobora a utilização da tecnologia, visando o uso eficiente da água na produção pecuária. Assim, recomenda-se o uso dessa água como medida de prevenção de doenças em ovinos no semiárido brasileiro.

## 5. Conclusão

Conclui-se que a leptospirose é bastante difundida em rebanhos ovinos na região Nordeste do Brasil. Fatores associados à soropositividade demonstram a necessidade de implementação de medidas de controle e prevenção, visando reduzir a infecção por *leptospira* em ovinos, como a instalação de esterqueiras, objetivando diminuir a contaminação ambiental; manter os animais em abrigo; fornecer água de melhor qualidade para os animais, como água de cisternas e instalação de uma área para acompanhar os animais no puerpério, para reduzir a mortalidade ao desmame.

## Agradecimentos

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por nos conceder uma Bolsa de Pós-Graduação. Agradecemos ao Grupo de Pesquisa em Doenças Transmissíveis da Universidade Federal de Campina Grande - Patos /

PB pelo empenho. Por fim, agradecemos ao Grupo de Pesquisa em Saúde Animal da Embrapa Caprinos e Ovinos / CNPC - Sobral / CE pela colaboração.

### Referências

- Adler B. 2015. *Leptospira* and Leptospirosis. *Curr. Top. Microbiol.* 387, p. 99-137.
- Aguiar D.M., Cavalcante G.T., Vasconcellos S.A., Souza G.O., Labruna M.B., Camargo L.M.A., Gennari S.M. 2010. Anticorpos anti-*leptospira* spp. em ovinos do município de Monte Negro, estado de Rondônia. *Arq. Inst. Biol., São Paulo*, 77(3): 529-532. doi: 10.1590/1808-1657v77p5292010
- Al-Badrawi T.Y.G., Habasha F.G., Sultan S.H. 2010. Serological study of Leptospirosis in cattle, sheep and goats in Baghdad Province. *J. Vet. Sci.*, 3(1): 78-82.  
<https://www.iasj.net/iasj/download/360163807180b98b>, acessado 18 jan 2021.
- Alencar S.P., Mota R.A., Coelho M.C.O.C., Nascimento S.A., Abreu S.R.O., Castro R.S. 2010. Perfil sanitário dos rebanhos caprinos e ovinos no sertão de Pernambuco. *Ci. Anim. Bras.*, Goiânia, 11(1): 131-140. doi: 10.5216/cab.v11i1.4051
- Alves C.J., Clementino I.J., Oliveira A.G.F., Freitas T.D., Vasconcellos S.A., Morais Z.M. 2004. Avaliação dos níveis de aglutininas anti-*leptospira* em cães de caça na Paraíba, Brasil. *Revis. Bras. Ci. Vet.*, Niterói, 11(1-2): 68-73.  
<http://dx.doi.org/10.4322/rbcv.2014.347>
- Alves C.J., Alcindo J.F., Farias A.E.M., Higino S.S.S., Santos F.A., Azevedo S.S., Costa D.F., Santos C.S.A.B. 2012. Caracterização epidemiológica e fatores de risco associados à leptospirose em ovinos deslanados do semiárido Brasileiro. *Pesq. Vet. Bras.*, Seropédica, 32(6): 523-528. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2012000600009>
- Alves J.R.A., De Souza Lima G.M., Silva J.D., Costa D.F., Santos F.A., Higino S.S.S., Azevedo S.S., Alves C.J. 2017. Epidemiological characterization and risk factors associated with leptospirosis and brucellosis in small ruminants sold at animal fair in the Sertão Region of Pernambuco State, a semiarid Region of Northeastern Brazil. *Semina: Ciênc. Agrár., Londrina*, 38(4): 1933–1945. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n4p1933>
- Alves, J.R.A., De Farias A.E.M., Dos Anjos D.M., Lima A.M.C., Faccioli-Martins P.Y., De Souza C.J.H., Pinheiro R.R., Alves F.S.F., De Azevedo S.S., Alves C.J. 2020. Seroepidemiological study of Caseous Lymphadenitis in sheep from the Northeast

- region of Brazil using an indirect ELISA. *Trop. Anim. health Prod.*, 52: 1945-1952. doi: 10.1007/s11250-020-02214-9
- Campos A.P., Miranda D.F.H., Rodrigues H.W.S., Lustosa M.S.C., Martins G.H.C., Mineiro, A.L.B., Castro V., Azevedo S.S., Silva S.M.M.S. 2017. Seroprevalence and risk factors for leptospirosis in cattle, sheep, and goats at consorted rearing from the State of Piauí, northeastern Brazil. *Trop. Anim. health Prod.*, 49 (5): 899-907. doi: 10.1007/s11250-017-1255-2
- Carvalho S.M., Mineiro A.L.B.B., Castro V., Genovez M.E., Azevedo S.S., Costa F.A.L. 2014. Leptospirosis seroprevalence and risk factors for sheep in Maranhão state, Brazil. *Trop. Anim. health Prod.*, 46: 491–494. doi: 10.1007/s11250-013-0505-1
- Consalter A., Zanella E.L., Martins G.M.S., Araujo H.L., Lilenbaum W., Souza G.N., Ferreira A.M.R. 2019. Seroprevalence of *Leptospira* spp. infection in sheep from northwest of Rio Grande do Sul, Brazil. *Cienc. Rural*, 49 (12). <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190144>
- Cortizo P., Loureiro A.P., Martins G., Rodrigues P.R., Faria B.P., Lilenbaum W., Deminicis B.B. 2015. Risk factors to incidental leptospirosis and its role on the reproduction of ewes and goats of Espírito Santo state, Brazil. *Trop. Anim. health Prod.*, 47: 231-235. doi: 10.1007/s11250-014-0684-4.
- Costa F., Hagan J.E., Calcagno J., Kane M., Torgerson P., Martinez-Silveira M.S., Stein C, Abela-Ridder B, Ko A.I. 2015. Global Morbidity and Mortality of Leptospirosis: A Systematic Review. *PLOS Negl. Trop. Dis.* 17: 1–19. <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/11922>, acessado 18 jan 2021.
- Costa D.F., Silva A.F., Farias A.E.M., Brasil A.W.L., Santos F.A., Guilherme R.F., Azevedo S.S., Alves C.J. 2016. Serological study of the *Leptospira* spp. infection in sheep and goats slaughtered in the State of Paraíba, semiarid of Northeastern Brazil. *Semina: Ciênc. Agrár.*, Londrina, 37(2): 819-828. doi: 10.5433/1679-0359.2016v37n2p819
- Costa D.F., Silva A.F., Brasil A.W.L., Loureiro A.P.P., Santos F.A., Azevedo S.S., Lilenbaum W., Alves C. J. 2017. Leptospirosis in native mixed-breed sheep slaughtered in a semiarid region of Brazil. *Cienc. Rural*, Santa Maria, 47(02). <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20160563>
- Costa D.F., Faria P.J.A., Nogueira D.B., Tolentino L.H.O., Viana M.P., Silva J.D., Vaz A.F.M., Higino S.S.S., Azevedo S.S., Alves C.J. 2019. Influence of breed on the clinical and hemato-biochemical parameters in sheep experimentally infected with *leptospira* sp. *Heliyon*, 5 (10): 02720. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02720>

- De Oliveira D., Figueira C.P., Zhan L., Pertile A.C., Pedra G.G., Gusmão I.M., Wunder Jr E.A, Rodrigues G, Ramos E.A.G, Ko A.I, Childs J.E, Reias M.G, Costa F. 2016. *Leptospira* in breast tissue and milk of urban Norway rats (*Rattus norvegicus*). *Epidemiol Infect.* 144: 2420–2429. doi: 10.1017/S0950268816000637
- Dohoo, I.R., Ducrot, C., Fourichon, C., Donald, A., Hurnik, D., 1997. An overview of techniques for dealing with large numbers of independent variables in epidemiologic studies. *Prev. Vet. Med.* 29, 221–239. [https://doi.org/10.1016/s0167-5877\(96\)01074-4](https://doi.org/10.1016/s0167-5877(96)01074-4)
- EMBRAPA CAPRINOS E OVINOS. 2020. Centro de Inteligência e Mercado de Caprinos e Ovinos. Apresentação <https://www.embrapa.br/cim-inteligencia-e-mercado-de-caprinos-e-ovinos/apresentacao>, acessado 27 out. 2020.
- Ellis W.A. 1994. Leptospirosis as a cause of reproductive failure. *Veterinary Clinics of North America, Food and Animal Practice*, 10(1): 463–478.
- Ellis W.A. 2015. Animal leptospirosis. *Current Topics in Microbiology and Immunology*, 387: 99-137.
- Faine S., Adler B., Bolin C., Perola T.P. 1999. *Leptospira* and leptospirosis. 2 ed. Melbourne: MediSci, 272.
- Fernandes J.J., Araújo Júnior J.P., Malossi C.D. Ullmann L.S., Da Costa D.F., Silva M.L.C.R., Alves C.J., De Azevedo S.S., Higino S.S.S. 2020. High frequency of seropositive and carriers of *Leptospira* spp. in pigs in the semiarid region of northeastern Brazil. *Trop. Anim. health Prod.*, 52: 2055-2061. doi: 10.1007/s11250-020-02203-y
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017. Censo Agropecuário 2017: Resultados definitivos, Rio de Janeiro, IBGE, [https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo\\_agro/resultadosagro/pecuaria.html?localidade=0&tema=75674](https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/pecuaria.html?localidade=0&tema=75674), acessado 06 out. 2020.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2018. *Pesquisa da pecuária Municipal – PPM*, <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=resultados>, acessado 16 jan 2020.
- Khalili M., Sakhaee E., Amiri F.B., Safat A.A., Afshar D., Esmailif S. 2020. Serological evidence of leptospirosis in Iran; A systematic review and meta-analysis. *Microb. Pathog.*, 138, 103833. doi: 10.1016/j.micpath.2019.103833.
- Langoni H., Marinho M., Baldini S., Silva A.V., Cabral K.G., Silva E.D. 1995. Pesquisa de aglutininas antileptospíricas em soros de ovinos no estado de São Paulo, Brasil, utilizando provas de macroaglutinação em placa e soroaglutinação microscópica. R.

- Bras. Med. Vet., 17(6): 264-268.  
[https://www.researchgate.net/profile/Aristeu\\_Da\\_Silva/publication/292054963\\_Pesquisa\\_de\\_aglutininas\\_antileptospiras\\_em\\_soros\\_de\\_ovinos\\_no\\_Estado\\_de\\_Sao\\_Paulo/links/5a60f9214585158bca49f4f7/Pesquisa-de-aglutininas-antileptospiras-em-soros-de-ovinos-no-Estado-de-Sao-Paulo.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Aristeu_Da_Silva/publication/292054963_Pesquisa_de_aglutininas_antileptospiras_em_soros_de_ovinos_no_Estado_de_Sao_Paulo/links/5a60f9214585158bca49f4f7/Pesquisa-de-aglutininas-antileptospiras-em-soros-de-ovinos-no-Estado-de-Sao-Paulo.pdf), acessado 18 jan 2021.
- Lenharo D.K., Santiago, M.E.B., Lucheis S.B. 2012. Avaliação sorológica para leptospirose em mamíferos silvestres procedentes do parque zoológico municipal de Bauru, SP. Arq. Inst. Biol., São Paulo, 79(3): 333-341. <https://doi.org/10.1590/S1808-16572012000300003>
- Leon-Vizcaino L., Mendoza M.H., Garrido F. 1987. Incidence of abortions caused by leptospirosis in sheep and goats in Spain. Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases, Oxford, 10:149–153.
- Lilenbaum W., Varges R., Medeiros L., Cordeiro A.G., Cavalcanti A., Souza G.N., Richtzenhain L., Vasconcellos S.A. 2008. Risk factors associated with leptospirosis in dairy goats under tropical conditions in Brazil. Res. Vet. Sci., 84(1): 14–21. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2007.03.011>
- Lilenbaum W., Varges R., Ristow P., Cortez A., Souza S.O., Richtzenhain L.J., Vasconcellos S.A. 2009. Identification of *Leptospira* spp. carriers among seroreactive goats and sheep by polymerase chain reaction. Res. Vet. Sci., 87: 16–19. doi: 10.1016/j.rvsc.2008.12.014
- Loureiro A.P., Pestana C., Medeiros M.A., Lilenbaum W. 2017. High frequency of leptospiral vaginal carriers among slaughtered cows. Anim. Reprod. Sci., 178: 50-54. doi: 10.1016/j.anireprosci.2017.01.008
- Machado A.C., Oliveira J.M.B., Silva Júnior J.L., Assis N.A., Brandespim D.F., Mathias L.A., Mota R.A., Pinheiro Júnior J.W. 2016. Epidemiologic analysis of *Leptospira* spp. infection among sheep in Pernambuco state, Brazil. Arq. Inst. Biol., 83: 1-7. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000222014>
- Martins G., Penna B., Hamond C., Leite R.C., Silva A., Ferreira A., Brandão F., Oliveira F., Lilenbaum W. 2012. Leptospirosis as the most frequent infectious disease impairing productivity in small ruminants in Rio de Janeiro, Brazil. Trop. Anim. Health Prod., 44 (4): 773–777. doi: 10.1007/s11250-011-9964-4.
- Martins G., Lilenbaum W. 2014. Leptospirosis in sheep and goats under tropical conditions. Trop. Anim. Health Prod., 46 (1): 11–17. doi: 10.1007/s11250-013-0480-6

- Melo L.S.S., Castro M.B., Leite R.C., Moreira É.C., Melo C.B. 2010. Principais aspectos da infecção por *Leptospira* sp em ovinos. *Cienc. Rural*, Santa Maria, 40(5): 1235-1241. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782010005000072>.
- Morais D.A., Costa D.F., Nunes B.C., Santos C.S.A.B., Alves C.J., Azevedo S.S. 2019. Seroepidemiological survey for leptospirosis in equines from semiarid region of Paraíba state, Northeastern Brazil. *Semina: Ciênc. Agrár.*, Londrina, 40(5): 2079-2086. doi: 10.5433/1679-0359.2019v40n5p2079
- Nogueira D.B., Costa F.T.R., Bezerra C.S., Silva M.L.C.R., Costa D.F., Viana M.P., Silva J.D., Júnior J.P.A., Santos C.S.A.B., Alves C.J., Azevedo S.S. 2020. Use of serological and molecular techniques for detection of *Leptospira* sp. carrier sheep under semiarid conditions and the importance of genital transmission route. *Acta Trop.*, 207: 105-497. doi: 10.1016/j.actatropica.2020.105497
- Nogueira D.B., Costa F.T.R., Bezerra C.S., Soares R.R., Barnabé N.N.C., Falcão B.M.R., Silva M.L.C.R., Costa D.F., Junior J.P.A., Malossi C.D., Ullmann L.S., Alves C.J., Azevedo S.S. 2020. A *Leptospira* sp. vertical transmission in ewes maintained in semiarid conditions. *Anim. Reprod. Sci.*, 219: 106530. doi: 10.1016/j.anireprosci.2020.106530
- OIE, World Organisation for Animal Health, 2014. *Leptospirosis: Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals*. World Organization for Animal Health, Paris.
- Oliveira R.M., Silva M.L.C.R., Macêdo M.M.S., Higino S.S.S., Paulin L.M., Alves C.J., Carvalho M.G.X. & Azevedo S.S. 2013. Soroepidemiologia da leptospirose e brucelose bovina em propriedades rurais de agricultura familiar do agreste paraibano, Nordeste do Brasil. *Arq. Inst. Biol.* 80(3): 303-311. <https://doi.org/10.1590/S1808-16572013000300007>.
- Palhares J.C.P., Guidoni A.L. 2012. Qualidade da água de chuva armazenada em cisterna utilizada na dessedentação de suínos e bovinos de corte. *Rev. Ambient. Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, Taubaté, 7(1): 244-254. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.822>
- Pimenta C.L.R.M., Nogueira D.B., Bezerra C.S., Morais D.A., Silva M.L.C.R. Costa D.F., Higino S.S. S., Santos C.S.A.B., Alves C.J., Azevedo S.S. 2020. High proportion of cattle and sheep seropositive and renal carriers of *Leptospira* sp. under semiarid conditions. *R. bras. Ci. Vet.*, 27(1): 22-28. doi: 10.4322/rbcv.2020.005



- Ridzuan J.M., Aziah, B.D., Zahiruddin, W.M. 2016. Study on seroprevalence and leptospiral antibody distribution among high-risk planters in Malaysia. *Osong. Public Health Res. Perspect.* 7, 168–171. doi: 10.1016/j.phrp.2016.04.006
- Salaberry S.R.S., Castro V., Nassar A.F.C., Castro J.R., Guimarães E.C., Lima-Ribeiro A.M.C. 2011. Seroprevalence and risk factors of antibodies against *Leptospira* spp. in ovines from Uberlândia municipality, Minas Gerais state, Brazil. *Braz. J. Microbiol.*, 42: 1427-1433. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822011000400026>
- Santos T.C.P., Alfaro C.E.P., Figueiredo S.M. 2011. Aspectos sanitários e de manejo em criações de caprinos e ovinos na microrregião de Patos, região semi-árida da Paraíba. *Ci. Anim. Bras.*, Goiânia, 12(2): 206-212. DOI:10.5216/cab.v12i2.4420
- Santos C.S., Guedes Junior D.S., Pereira R.C.G., Santos C.C.A., Castro V., Jesus V.L.T. 2012. Inquérito sorológico da ocorrência de leptospirose em equídeos da microrregião de Itaguaí no estado do Rio de Janeiro-RJ. *Ver. Bras. Med. Vete.*, Rio de Janeiro, 34(2): 96-100. <http://rbmv.org/index.php/BJVM/article/view/705/567>, acessado 18 jan 2021.
- Silva E.F., Brod C.S., Cerqueira G.M., Bourscheidt D., Seyffert N., Queiroz A., Santos C.S., KO A.I., Dellagostin O.A. 2007. Isolation of *Leptospira Noguchii* from sheep. *Vet. Microbiol.*, 121: 144-149. doi: 10.1016/j.vetmic.2006.11.010
- Silva J.D., Alves J.R.A., Costa D.F., Correia E.L.B., Melo D.H.M., Higino S.S.S., Azevedo S.S., Alves C.J. 2017. Epidemiological characterization and risk factors associated with *Leptospira* infection in dogs from rural settlements in the semi-arid region of Northeast Brazil. *Semina: Ciênc. Agrár.*, Londrina, 38(4): 2531-2542. doi: 10.5433/1679-0359.2017v38n4Sup1p2531
- Silva A.F., Farias P.J.A., Silva M.L.C.R., Araújo Júnior J.P., Malossi C.D., Ullmann L.S., Costa D.F., Higino S,S,S., Azevedo S.S., Alves C.J. 2018. High frequency of genital carriers of *Leptospira* sp. in sheep slaughtered in the semi-arid region of Northeastern Brazil. *Trop. Anim. Health Prod.*, 51(1): 43-47. doi: 10.1007/s11250-018-1657-9
- Soares R.R., Barnabé N.N.C, Nogueira D.B, Silva L.C., Araújo Junior J.P., Malossi C.D., Ullmann L.S, Costa D.F., Silva M.L.C.R., Higino S.S.S., Azevedo S.S., Alves C.J. 2021. Serological, molecular and bacteriological approaches for detecting *Leptospira* sp. carrier rams maintained in semiarid conditions. *Acta Trop.* 213 (2021) 105759. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105759>

Suepaul S.M., Carrington C.V., Campbell M., Borde G., Adesiyun A.A. 2011.

Seroepidemiology of leptospirosis in livestock in Trinidad. *Trop. Anim. Health Prod.* 43: 367–375. doi: 10.1007/s11250-010-9698-8.

SUDENE. 2018. Caracterização do Território Nordestino [WWW Document]. Supt.

Desenvolv. do Nord. URL <http://www.sudene.gov.br/area-de-atuacao/regiao-nordeste-estatisticas/nordeste-em-numeros/caracterizacao-do-territorio-nordestino> (acessado 12.12.18).

Shimabukuro F.H., Domingues P.F., Langoni H., Silva A.V., Pinheiro J.P., Padovani C.R.

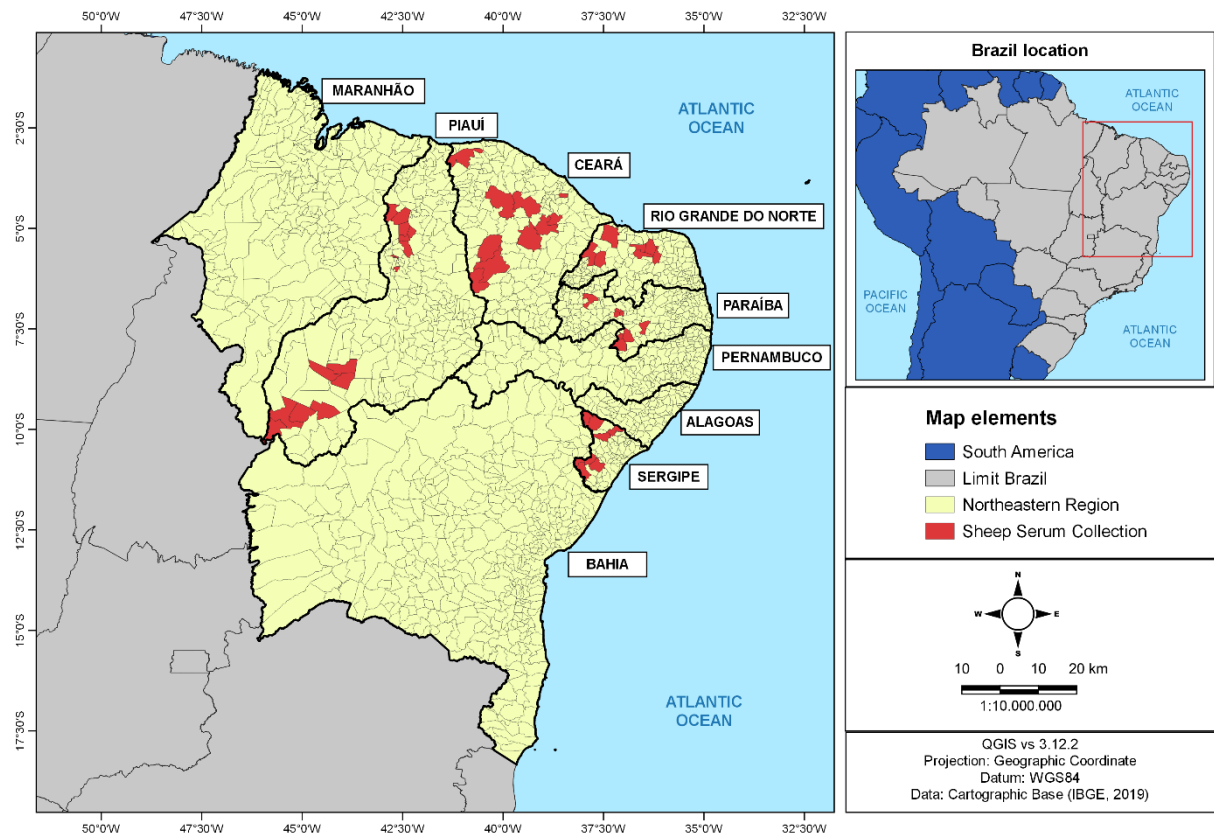
2003. Pesquisa de suínos portadores renais de leptospirose pelo isolamento microbiano e reação em cadeia pela polimerase em amostras de rins de animais sorologicamente positivos e negativos para leptospirose. *Brazi. J. Vet. Res. Na. Sci.*, 40: 243-253.

<https://www.scielo.br/pdf/bjvras/v40n4/19408.pdf>, acessado 02 fev 2021.

Thrusfield, M, Christley, R, 2018. *Veterinary epidemiology*, 4th. Oxford: Wiley Blackwell, 888p

Zar, J.H., 1999. *Biostatistical Analysis*. (Upper Saddle River, Prentice Hall).

**Figura 1.** Distribuição espacial dos municípios com ovinos amostrados nos estados do Ceará, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe, Nordeste do Brasil.



**Tabela 1.** Soroprevalência de leptospirose em ovinos de cinco estados do Nordeste do Brasil.

Unidade Federativa	Ocorrência por propriedade			Ocorrência por Animal		
	Nº Propriedades	Nº Positivas (%)	IC 95 %	Nº Animais	Nº Positivos (%)	IC 95 %
Ceará	33	31 (93,9)	80,3 – 98,3	597	142 (23,7)	20,5- 27,3
Paraíba	23	22 (95,7)	79,0 – 99,2	409	109 (26,6)	22,6- 31,1
Piauí	42	25 (59,5)	44,4 – 72,9	747	83 (11,1)	9,0- 13,5
Rio Grande do Norte	45	28 (62,2)	47,6 – 74,8	823	78 (9,47)	7,6- 11,6
Sergipe	47	39 (82,9)	69,8 – 91,1	862	102 (11,8)	10,2- 14,6
Total	190	145 (76,3)	69,7 – 81,8	3.438	514 (14,95)	13,8- 16,1

**Tabela 2.** Sorogrupos de *Leptospira* sp. mais prevalentes e respectivas titulações, em ovinos do Nordeste do Brasil.

Sorogrupos	Títulos de anticorpos					Total (%)
	100	200	400	800	1600	
Icterohaemorrhagiae	24	5	4	1	0	34 (6,61)
Canicola	4	2	0	0	0	6 (1,17)
Autumnalis	64	25	6	1	0	96 (18,68)
Serjoe	26	26	13	11	0	76 (14,79)
Australis	39	24	11	18	0	92 (17,9)
Grippotyphosa	3	4	4	3	0	14 (2,72)
Pomona	24	4	0	1	1	30 (5,84)
Tarassovi	8	1	1	1	0	11 (2,14)
Ballum	6	0	0	0	0	6 (1,17)
Hebdomadis	7	8	2	8	0	25 (4,86)
Mini	0	1	0	0	0	1 (0,19)
Panama	1	0	0	0	0	1 (0,19)
Celledoni	1	0	0	0	0	1 (0,19)
Cynopteri	3	7	1	0	0	11 (2,14)
Pyrogenes	46	21	10	1	0	78 (15,18)
Shermani	5	6	2	1	0	14 (2,72)
Djasiman	3	3	0	0	0	6 (1,17)
Andamana	1	0	0	0	0	1 (0,19)
Seramanga	8	2	1	0	0	11 (2,14)

**Tabela 3.** Análise univariada com as variáveis selecionadas ( $P \leq 0,2$ ) para regressão Poisson

Variável	Categoria	Nº de animais	Nº de animais positivos (%)	<i>P</i>
Sexo	Fêmea	2742	438 (16,0)	< 0,001
	Macho	696	76 (10,9)	
Idade	Adulto	2246	408 (18,2)	< 0,001
	Jovem	1192	106 (8,9)	
Presença de mão-de-obra qualificada	Sim	1021	195 (19,1)	< 0,001
	Não	2417	319 (13,2)	
Presença de aprisco	Sim	2494	392 (17,7)	0,042
	Não	944	122 (12,9)	
Presença de esterqueira	Não	3315	504 (15,2)	0,028
	Sim	123	10 (8,1)	
Mantem os animais em abrigo	Sim	3096	471 (15,2)	0,202
	Não	342	43 (12,6)	
As Ovelhas são separadas em baias maternidade	Sim	1889	306 (16,2)	0,024
	Não	1549	208 (13,4)	
Animais são separados por sexo	Sim	495	91 (18,4)	0,024
	Não	2943	423 (14,4)	
A prole é separada das ovelhas	Sim	2261	366 (16,2)	0,005
	Não	1177	148 (12,6)	
Mortalidade ao nascer	Alta	870	158 (18,2)	< 0,001

	Baixa	2458	330 (13,4)	
	Alta	354	80 (22,6)	
Mortalidade ao desmame	Baixa	2429	350 (12,8)	< 0,001
	Sim	2407	376 (15,6)	
Aquisição reprodutor de rebanhos vizinhos	Não	1031	138 (13,4)	0,095
	Não	2781	431 (15,5)	
Aquisição de reprodutor próprio rebanho	Sim	657	83 (12,6)	0,068
	Não	911	159 (17,5)	
Rebanho composto pela raça Santa Inês	Sim	2527	355 (14,0)	0,015
	Sim	18	8 (44,4)	
Rebanho composto pela raça Crioula Lanada	Não	3420	506 (14,8)	0,003
	Sim	52	17 (32,7)	
Rebanho composto pela raça Bergamacia	Não	3386	497 (14,7)	< 0,001
	Sim	3112	480 (15,4)	
Ocorrência de Linfadenite Caseosa clínica no rebanho	Não	326	34 (10,4)	0,014
	Sim	3321	507 (15,3)	
Ocorrência de infecção por vermes no rebanho	Não	117	7 (6,0)	0,003
	Sim	2222	353 (15,9)	
Ocorrência de ectima contagioso no rebanho	Não	1216	161 (13,2)	0,04
	Sim	3199	486 (15,2)	
Ocorrência de miíase	Não	239	28 (11,7)	0,159

Ocorrência de diarreia no rebanho	Sim	2972	457 (15,4)	0,081
	Não	466	57 (12,2)	
Controla Verminose	Sim	3219	489 (15,2)	0,125
	Não	200	22 (11,0)	
Não tem cuidado com a cria ao nascer	Não	2551	402 (15,8)	0,025
	Sim	887	112 (12,6)	
Corta o cordão umbilical e desinfeta o umbigo	Sim	1880	314 (16,7)	0,002
	Não	1558	200 (12,8)	
O cordeiro amamenta assim que nasce	Sim	1164	187 (16,1)	0,189
	Não	2274	327 (14,4)	
Caroços são escarificados para controlar LC	Sim	2631	428 (16,3)	< 0,001
	Não	807	86 (10,7)	
Uso de cal nas entradas dos apriscos	Sim	1774	300 (16,9)	< 0,001
	Não	1664	214 (12,9)	
Limpeza das instalações	Sim	2919	463 (15,9)	< 0,001
	Não	519	51 (9,8)	
Fornece água de poço aos animais	Sim	944	168 (17,8)	0,005
	Não	2494	346 (13,9)	
Fornece água de cisterna aos animais	Não	3182	495 (15,6)	< 0,001
	Sim	256	19 (7,4)	

**Tabela 4.** Fatores associados à soroprevalência para leptospirose em ovinos na região Nordeste do Brasil.

Variável	Coefficient ( $\beta$ )	Standard error	Wald Chi- Square	Prevalence ratio (PR)	95% CI for PR	<i>P</i> -value
Idade adulto	0.708	0.117	36.85	2.03	1.615 – 2.551	< 0,001
Ausência de esterqueira	0.764	0.343	4.94	2.14	1.095 – 4.208	0,026
Não recolher o rebanho ovino para abrigo	0.431	0.186	5.34	1.54	1.068 – 2.218	0,021
Alta mortalidade ao desmame	0.335	0.134	6.2	1.39	1.074 – 1.819	0,013
fornecer água de poço aos animais	0.229	0.108	4.5	1.25	1.018 – 1.554	0,034
Não fornecer água de cisterna aos animais	0.768	0.246	9.74	2.15	1.331 – 3.492	0,002

Goodness of fit test: Pearson Chi-square: value = 2,747.2; degrees of freedom - df = 3,010; value/df = 0.913.



**CAPÍTULO III: Distribuição espacial de ovinos sororreagentes à *Leptospira* spp. no  
Nordeste do Brasil**

Artigo submetido para publicação ao periódico Tropical Animal Health and Production (Qualis A3)

## Distribuição espacial de ovinos sororreagentes à *Leptospira* spp. no Nordeste do Brasil

José Dêvede da Silva<sup>1</sup>; Maira Porto Viana<sup>1</sup>; Lucas Gonzales Lima Pereira Calado<sup>1</sup>; Ana Milena César Lima<sup>2</sup>; Francisco Selmo Fernandes Alves<sup>3</sup>; Raimundo Rizaldo Pinheiro<sup>3</sup>; Glaucenyra Cecília Pinheiro da Silva, Diego Figueiredo da Costa<sup>4</sup>, Sérgio Santos Azevedo<sup>1</sup>; Clebert José Alves<sup>1\*</sup>

### Resumo

Considerando a importância da leptospirose na ovinocultura e na saúde pública, bem como a relevância do conhecimento dos sorogrupos circulantes em ovinos em cada região, o objetivo deste estudo foi determinar a soroprevalência e distribuição espacial dos sorogrupos mais frequentes para infecção por *Leptospira* sp. em rebanhos ovinos do Nordeste brasileiro. Amostras de sangue foram coletadas de 4.197 ovinos de 229 rebanhos em sete estados do Nordeste: Alagoas, Ceará, Maranhão, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe. Os soros foram examinados com o teste de Soroaglutinação Microscópica (SAM). A frequência de ovinos sororreagentes (título  $\geq 100$ ) para *Leptospira* sp. foi de 14,06%. Os estados de Alagoas, Ceará, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe pertencentes ao bioma Caatinga, apresentaram maiores frequências de ovinos sororreagentes, e o Maranhão, pertencente ao bioma Cerrado, foi o que apresentou menor frequência. Os títulos variaram de 100 a 1600 e os sorogrupos mais frequentes foram Autumnalis (19,49%), Australis (15,76%), Serjoe (14,41%) e Pyrogenes (13,22%). Das 590 amostras positivas, 473 (80,2%) estavam entre os títulos de 100 a 200. Os estados do Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte e Sergipe, tiveram 100% dos seus municípios com pelo menos um animal sororreativo. As maiores frequências de animais soropositivos foram obtidas nos municípios de União (50%), Passagem (49,06%), Canindé (48,89%), Igaci (28,95%), Gararu (31,2%), Pirapemas (17,5%) e Angicos (16%) localizados, respectivamente, nos estados do Piauí, Paraíba, Ceará, Alagoas, Sergipe, Maranhão e Rio Grande do Norte. Os resultados deste estudo demonstram a

---

<sup>1</sup>Transmissible Disease Research Group, Federal University of Campina Grande, Patos, PB, Brazil; e-mail: dvd.12@hotmail.com, mairaporto.veterinaria@gmail.com, calado.lucaslima@gmail.com, sergio.santos@professor.ufcg.edu.br, clebertja@uol.com.br

<sup>2</sup> Postgraduate Program in Animal Science, Federal University of Piauí, Teresina, PI, Brazil; e-mail: anamilenalima@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Brazilian Agricultural Research Corporation, Embrapa Goats and Sheep, Sobral, CE, Brazil; e-mail: selmo.alves@embrapa.br, rizaldo.pinheiro@embrapa.br,

<sup>4</sup>Department of Veterinary Sciences, UFPB, Federal University of Paraíba, Paraíba, Brazil; e-mail: diegoveter@hotmail.com

\* Corresponding Author: **Clebert José Alves**, Transmissible Disease Research Group, Federal University of Campina Grande, Patos, PB, Brazil; e-mail: clebertja@uol.com.br

amplitude e a distribuição da infecção por *Leptospira* spp. em ovinos da região Nordeste do Brasil. A transmissão intraespécie parece ser a principal via de disseminação da doença em ovinos, embora outras espécies de animais domésticos e silvestres sejam importantes fontes de infecção.

**Palavras-Chaves:** Pequenos ruminantes; Semiárido; Zoonose;

### **Abstract**

Considering the importance of leptospirosis in sheep and public health, as well as the relevance of the knowledge of serogroups circulating in sheep in each region, the objective of this study was to determine seroprevalence and spatial distribution of the most frequent serogroups for infection by *Leptospira* sp. in sheep herds from Northeastern Brazil. Blood samples were collected from 4.197 sheep from 229 flocks in seven states in the Northeast: Alagoas, Ceará, Maranhão, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte and Sergipe. The sera were examined with the Microscopic Serum Agglutination Test (MAT). The frequency of seroreactor sheep (titer  $\geq 100$ ) for *Leptospira* sp. was and 14.06%. The states of Alagoas, Ceará, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte and Sergipe belonging to the Caatinga biome, had the highest frequencies of seroreagent sheep, and Maranhão, belonging to the Cerrado biome, was the one with the lowest frequency. The titles varied from 100 to 1600 and the most frequent serogroups were Autumnalis (19.49%), Australis (15.76%), Serjoe (14.41%) and Pyrogenes (13.22%). Of the 590 positive samples, 473 (80.2%) were between 100 to 200 titles. The states of Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte and Sergipe, had 100% of their municipalities with at least one seroreactive animal. The highest frequencies of seropositive animals were obtained in the municipalities of União (50%), Passagem (49.06%), Canindé (48.89%), Igaci (28.95%), Gararu (31.2%), Pirapemas (17.5%) and Angicos (16%) located, respectively, in the states of Piauí, Paraíba, Ceará, Alagoas, Sergipe, Maranhão and Rio Grande do Norte. The results of this study demonstrate the extent and distribution of *Leptospira* spp. in sheep in the Northeast of Brazil. Intraspecies transmission seems to be the main route of spread of the disease in sheep, although other species of domestic and wild animals are important sources of infection.

**Key words:** Small ruminants; Semiarid; Zoonosis;

## Introdução

A ovinocultura brasileira se destaca no cenário nacional por apresentar um grande potencial de crescimento, tendo-se observado nos últimos anos uma evolução significativa no rebanho nacional, contando hoje com um efetivo de ovinos que chega a mais de 18 milhões de cabeças (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE] 2019). Este crescimento pode ser explicado pelas inúmeras vantagens que apresentam como a necessidade de uma menor área de criação, menor consumo de alimentos, facilidade de manejo e grande diversidade de produção de carne e couro de boa qualidade, atuando como alternativa de renda.

Apesar das inúmeras vantagens, deficiências sanitárias envolvidas no processo evolutivo da ovinocultura brasileira necessitam de resolução, tais como os prejuízos provocados pelas perdas associadas a necessidade de reposição dos animais em decorrência de doenças infecciosas (Fernandes 2009). Entre essas se destaca a leptospirose, doença infectocontagiosa causada por bactérias do gênero *Leptospira*, responsável por forte impacto econômico na pecuária e de importância para saúde pública (Ellis 2015). A ocorrência e amplitude da leptospirose nos rebanhos estão estreitamente vinculadas a fatores ambientais e ao manejo de criação, tais como índice pluviométrico, umidade, topografia, presença de roedores, animais silvestres e criações consorciadas (Alves et al. 1996; Lilenbaum et al. 2008).

Animais domésticos e várias espécies de silvestres podem ser infectados por leptospirosas, sendo referidas duas categorias da doença com implicações clínicas diferentes: quando o animal é infectado com um sorovar hospedeiro-adaptado, tornando-se reservatório; e quando animais suscetíveis são expostos a sorovares não adaptados, causando a doença acidental. Nas duas situações, os animais infectados eliminam leptospirosas pela urina por período de semanas a meses, contaminando o meio ambiente (Ellis 2015).

Nos ovinos a leptospirose é relevante e pode se apresentar de forma aguda, com aumento temperatura corporal, anorexia, depressão, icterícia e síndromes anêmicas ou hemorrágicas (Adler & de la Peña Moctezuma 2010). No entanto, a forma crônica, com fertilidade prejudicada, mortes neonatais, abortos e diminuição da produção de leite, ocorre com mais frequência, determinando perdas econômicas (Ellis 1994; Lilenbaum et al. 2009). Ainda assim, é uma doença ignorada e seus efeitos sobre a criação de ovinos é normalmente subestimado, o que é preocupante na região semiárida brasileira, onde a ovinocultura é uma atividade largamente explorada (IBGE 2017; IBGE 2019).

Na região Nordeste do Brasil não há estudos epidemiológicos para leptospirose em ovinos conduzidos com base em amostragem planejada e contemplando vários estados e

diferentes biomas. Dessa maneira, tendo em vista a relevância dessa doença para a saúde pública e o papel dos ovinos na epidemiologia, objetivou-se com esse estudo determinar soroprevalência e distribuição espacial dos sorogrupos mais frequentes para infecção por *Leptospira* sp. em rebanhos ovinos do Nordeste brasileiro.

## Material e Métodos

### *Área de Estudo*

A pesquisa foi realizada na região Nordeste do Brasil, que está localizada na posição norte-oriental do país entre 1° e 18°30' de latitude sul e 34°20' e 48°30' de longitude Oeste e ocupa 18,3% do território com uma área de 1.561.177,8 km<sup>2</sup>. É composta por 1.793 municípios, distribuídos nos estados da Bahia, Ceará, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Maranhão, Alagoas e Sergipe, onde se concentram mais de 13 milhões de ovinos, representando 68,5% do efetivo ovino nacional (SUDENE 2018; IBGE 2019).

### *Amostragem e trabalho de campo*

As amostras utilizadas neste trabalho foram provenientes do banco de soros da EMBRAPA Caprinos e Ovinos e fizeram parte do projeto Zoossanitário, que avaliou a situação epidemiológica da caprinovinocultura da região Nordeste do Brasil, com um efetivo total de 5.274 amostras de ovinos.

Foram utilizados ovinos adultos (matrizes e reprodutores) e jovens (seis a 12 meses), de ambos os sexos, provenientes de propriedades rurais de microrregiões com densidade populacional significativa de rebanhos ovinos em sete estados do Nordeste: Alagoas, Ceará, Maranhão, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe. A adesão dos proprietários foi voluntária. O número mínimo de propriedades visitadas foi calculado utilizando a fórmula para amostras aleatória simples (Thrusfield & Christley 2018):

$$n = \frac{Z^2 P_{\text{esp}} (1 - P_{\text{esp}})}{d^2}$$

-n = tamanho da amostra

- z = valor da distribuição normal para nível de confiança de 95%

- P<sub>esp</sub> = prevalência esperada

- d = erro estatístico

Os parâmetros utilizados foram: prevalência de 28,20% de rebanhos soropositivos (Alves et al. 2012), erro amostral de 8% e nível de confiança de 95%. De acordo com esses

parâmetros o número amostral mínimo é de 122 propriedades, no entanto, foram utilizados 229.

O tamanho da amostra de ovinos selecionados foi determinado individualmente para cada rebanho, a fim de detectar presença da infecção. Os cálculos foram feitos de acordo com a fórmula comumente aplicada em investigações epidemiológicas veterinárias (Thrusfield & Christley 2018):

$$n = \left[ 1 - (1 - p_1)^{1/d} \right] \left[ N - d/2 \right] + 1$$

Onde  $n$  representa o tamanho da amostra;  $P_1$  é a probabilidade de detecção de pelo menos um animal soropositivo;  $N$  é o tamanho do rebanho; e  $d$  é o número mínimo de animais soropositivos esperados no rebanho. A probabilidade de detecção de pelo menos um animal soropositivo em um rebanho foi determinada em 95% ( $P_1 = 0,95$ ) e o número de animais soropositivos em cada rebanho ( $d$ ) foi calculado considerando uma prevalência de 13,45% (Alves et al. 2017). Em rebanhos com até 20 animais, todos foram amostrados e 20 animais foram selecionados quando o número de animais era maior que 20.

Amostras de sangue foram coletadas em 4.197 ovinos de 229 rebanhos em 65 municípios. No estado de Alagoas, foram coletadas 413 amostras, em 21 rebanhos de nove municípios (Canapi, Mata Grande, Delmiro Gouveia, Piranhas, Santa Ipanema, Poço das Trincheiras, Pão de Açúcar, São José da Tapera e Igaci), localizados nas regiões do Sertão e Agreste Alagoano. No estado do Ceará, foram coletadas 597 amostras em 33 rebanhos de 10 municípios (Canindé, Granja, Ibareta, Independência, Pacajus, Parambu, Quixadá, Quixeramobim, Santa Quitéria e Tauá), localizados nas regiões Noroeste Cearense; Norte Cearense; Região Metropolitana de Fortaleza e Sertão Cearense. No estado do Maranhão, foram utilizadas 346 amostras em 18 rebanhos de oito municípios (Barreirinhas, Santo Amaro, Caxias, Pirapemas, Vargem Grande, Magalhães de Almeida, Brejo e Chapadinha), localizados nas regiões Norte e Nordeste (Leste Maranhense). No estado da Paraíba, foram coletadas 409 amostras em 23 rebanhos de oito municípios (Cacimba de Areia, Monteiro, Passagem, Pombal, Prata, Quixaba, São João do Cariri e Sumé), localizados nas mesorregiões da Borborema e Sertão. No estado do Piauí, foram coletadas 747 amostras em 42 rebanhos de 15 municípios (Altos, Alvorada do Gurguéia, Barreiras do Piauí, Beditinos, Coivaras, Cristino Castro, Gilbués, José de Freitas, Miguel Leão, Monte Alegre do Piauí, Palmeira do Piauí, Pau D'arco do Piauí, Redenção do Gurguéia, São Gonçalo do Piauí e União), localizados nas mesorregiões Centro-Norte e Sudoeste Piauiense. No estado do Rio Grande do Norte, foram coletadas 823 amostras em 45 rebanhos de sete municípios (Afonso Bezerra,

Angicos, Apodi, Caraúbas, Lajes, Mossoró e Pedro Avelino), localizados nas mesorregiões Central e Oeste Potiguar. No estado de Sergipe, foram coletadas 862 amostras em 47 rebanhos de oito municípios (Canindé de São Francisco, Gararu, Lagarto, Nossa Senhora da Glória, Poço Redondo, Poço Verde, Simão Dias e Tobias Barreto), localizados nas mesorregiões Agreste e Sertão Sergipano.

As atividades de campo incluíram coleta de sangue e envio das amostras para laboratório. Amostras de sangue foram coletadas, em volumes de 8mL, pela punção da veia jugular com agulha descartável e tubo a vácuo (sem anticoagulante) com capacidade de 8,5mL. As amostras de soro foram transferidas para microtubos e congeladas à -20°C até a realização do diagnóstico sorológico.

#### *Método de Diagnóstico*

O teste de soroaglutinação microscópica (SAM), teste sorológico recomendado para o diagnóstico de leptospirose, foi realizado de acordo com a OIE (2014). Os antígenos utilizados foram procedentes do Instituto Pasteur, França, e fornecidos pelo Laboratório de Bacteriologia Veterinária da Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. *Leptospira interrogans* sorovares Australis, Autumnalis, Bratislava, Batavie, Canicola, Copenhageni, Grippytyphosa, Hardjoprajitno, Hebdomadis, Icterohaemorrhagiae, Pomona, Pomona Fromm, Pyrogenes, Sentot, Wolffii; *Leptospira borgpeterseni* sorovares Ballum, Castellonis, Hardjobovis, Javanica, Mini, Tarassovi, Whitcombi; *Leptospira biflexa* sorovares Andamana, Patoc; *Leptospira santaroschi* sorovares Guaricura, Canalzoni; Shermani; *Leptospira Kirschneri* sorovares Butembo, Cynopteri; *Leptospira noguchii* sorovares Louisiana, Panama; *Leptospira weilli* sorovar Celledoni). Amostras de soro foram triadas em diluições de 1:100, e aquelas com 50% ou mais de aglutinação foram tituladas em uma série de diluições geométricas na razão dois. O título sérico foi a recíproca da maior diluição que apresentou resultado positivo. Os antígenos foram examinados ao microscópio de campo escuro, antes dos testes, para verificar a mobilidade e a presença de autoaglutinação ou contaminantes.

### **Distribuição espacial**

Para a análise da distribuição espacial da frequência de *Leptospira* sp. e dos sorogrupos mais frequentes nos municípios, foi utilizado o software Google Earth Pro e a construção de mapas geográficos com a utilização do software QGIS 3.12.2.

## Resultados

Das 4.197 amostras de soros sanguíneos de ovinos analisadas, 590 foram soropositivas (título  $\geq 100$ ) para *Leptospira* spp., resultando em uma frequência de 14,06% (IC95% = 0,1304 – 0,1514). Os estados de Alagoas, Ceará, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe, pertencentes ao bioma Caatinga, apresentaram maiores frequências de ovinos sororreagentes, e o Maranhão, pertencente ao bioma Cerrado, foi o que apresentou menor frequência (Tabela 1). Os títulos variaram de 100 a 1600 e os sorogrupos mais frequentes foram Autumnalis (19,49%), Australis (15,76%), Serjoe (14,41%) e Pyrogenes (13,22%). Das 590 amostras positivas, 473 (80,2%) estavam entre os títulos de 100 a 200 (Tabela 2).

Dos 65 municípios investigados, 62 (95,4%) tinham pelo menos um ovino soropositivo. Os estados do Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte e Sergipe, tiveram 100% dos seus municípios com pelo menos um animal sororreativo. Enquanto, Alagoas, Maranhão e Piauí tiveram, respectivamente, 88,9%, 87,5% e 93,3% dos municípios positivos (Figuras 1 e 2).

As maiores frequências de animais soropositivos foram obtidas nos municípios de União (50%), Passagem (49,06%), Canindé (48,89%), Igaci (28,95%), Gararu (31,2%), Pirapemas (17,5%) e Angicos (16%) localizados, respectivamente, nos estados do Piauí, Paraíba, Ceará, Alagoas, Sergipe, Maranhão e Rio Grande do Norte (Figuras 1 e 2).

## Discussão

Este é o primeiro inquérito soroepidemiológico de leptospirose em ovinos utilizando amostragem planejada e representativa de rebanhos e animais da região Nordeste do Brasil, utilizando sete dos oito estados pertencentes a região. A maioria dos trabalhos anteriores são sorologias localizadas ou pequenas amostragem isoladas por estado (Nogueira et al. 2020; Pimenta et al. 2020)

A frequência (14,06%) obtida neste estudo é significativa considerando sobretudo a rusticidade da espécie e as condições adversas ao agente que a região apresenta. Em condições semiáridas foi sugerido que talvez os ovinos não soroconvertam títulos detectáveis na SAM com ponto de corte 1:100 (Nogueira et al. 2020; Soares et al. 2021). Importante destacar que a maioria da população ovina do Nordeste brasileiro é composta por animais mestiços, que foi apontado como sendo mais resistentes a infecção por *Leptospira* spp. (Cezar et al. 2004; Costa et al. 2019). Além disso, fatores ambientais hostis à sobrevivência do



agente na área de estudo devem ser levados em consideração, pois podem ter influenciado negativamente a frequência soropositiva de animais expostos.

No mapa da distribuição dos casos de leptospirose, fica evidente maiores frequências de soropositividade nos animais dos estados de Alagoas, Ceará, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe, pertencentes ao bioma Caatinga, e o Maranhão, pertencente ao bioma Cerrado, foi o que apresentou menor frequência. A variação na ocorrência de animais sororretores no bioma Caatinga quando comparada ao bioma Cerrado, que apresenta uma média de precipitação anual de 1500 mm, corrobora a hipótese de que a leptospirose não pode ser vista como uma doença exclusiva de áreas com alta precipitação pluviométrica, e que em condições semiáridas o agente pode ser transmitido por outras vias de transmissão, como a venérea em ovinos (Nogueira et al. 2020; Soares et al. 2021).

Observou-se uma variação digna de nota com relação aos títulos de aglutinina, que variaram de 100 a 1600. Normalmente, os títulos de anticorpos em ovinos permanecem na faixa de até 200 (Silva et al. 2018; Nogueira et al. 2020; Pimenta et al. 2020; Soares et al. 2021), que também foi observado neste estudo, onde 80,2% das amostras positivas tiveram títulos  $\leq 200$ . Importante destacar que títulos mais elevados ( $\geq 400$ ) foram obtidos nos sete estados, o que pode sugerir infecção aguda ocasionada por um sorovar não adaptado a espécie, alertando que medidas de prevenção e controle devem ser adotadas nas possíveis fontes de infecção aos ovinos (Adler & De La Peña Moctezuma 2010).

Os sorogrupos predominantes neste estudo foram Autumnalis, Australis, Serjoe e Pyrogenes, respondendo por 62,8% das reações positivas. Observou-se que quando as reações soropositivas foram agrupadas entre os sete estados estudados, o sorogrupo Autumnalis predominou em Alagoas, Ceará e Sergipe. Esse sorogrupo também foi o mais frequente a nível de Nordeste, o que pode sugerir a possibilidade de ovinos serem mantenedores desse sorogrupo no bioma Caatinga, uma vez que tem sido frequentemente relatado em inúmeros trabalhos realizados no Nordeste brasileiro (Alves et al. 2012; Costa et al. 2017; Nogueira et al. 2020), além de ter sido isolado em ovinos no Rio Grande do Sul (Silva et al. 2007), o que implica que essa espécie animal desempenha um importante papel na epidemiologia da leptospirose, atuando como hospedeiro para infecção de outros animais. Importante destacar que nesses estados o sistema de criação semi-intensivo é o mais utilizado, a criação de ovinos é mais tecnificada e voltada para animais de raça pura, que são mais suscetíveis a infecção (Costa et al. 2019).

Nos estados do Piauí e Rio Grande do Norte o sorogrupo Serjoe foi o mais frequente. Deve-se levar em conta a criação consorciada com bovinos existentes nas propriedades

estudadas, uma vez que esse tipo de manejo, em condições semiáridas, favorece a manutenção e disseminação da *Leptospira*, conforme apontado por Pimenta et al. (2020), bem como a possibilidade de ovinos albergarem esse sorogrupo (Martins & Lilenbaum 2013; Pimenta et al. 2019). Desse modo, é possível sugerir que os bovinos estão atuando como fonte de infecção para ovinos, transmitindo *leptospiras* por contato direto ou indireto, uma vez que os bovinos são considerados hospedeiros adaptados desse sorogrupo (Martins et al. 2012; Martins & Lilenbaum 2013; Pimenta et al. 2020).

No estado da Paraíba a maior frequência de animais sororreagentes foi no município de Passagem, inserido no polígono das secas, possui clima semiárido e pequenas propriedades criadouras de caprinos e ovinos. Pombal apresentou menor frequência (13,2%) aproximando-se da encontrada para a região nordeste (14,06%), fato importante a ser destacado, pois foi equivalente a toda região. Essa alta soropositividade foi uma característica encontrada em todo o estado, o que gera preocupação por se tratar de uma doença responsável por causar impacto na pecuária e de importância para saúde pública (Ellis 2015).

O sorogrupo Pomona, mais frequente no estado do Maranhão, é considerado acidental em ovinos, indicando contato com populações de suínos, uma vez que os municípios estudados apresentam um efetivo de suínos que chega a mais de 100 mil cabeças (IBGE 2019), que podem ter contaminado o ambiente fazendo com que ovinos fossem infectados. O município de Pirapemas, localizado na região Norte Maranhense, apresentou maior percentual de ovinos soropositivos, sendo o sorogrupo *Icterohaemorrhagiae* o mais frequente e com títulos elevados (400 a 800), o que pode sugerir infecção aguda, resultando em prejuízos econômicos e um risco para a saúde pública, uma vez que ovinos portadores eliminam bactérias na urina por um longo período e pode constituir um risco zoonótico para as pessoas em contato (Dorjee et al. 2008; Adler & De La Peña Moctezuma 2010). Esse sorogrupo tem sido frequentemente relacionado a infecção em ovinos no Brasil (Melo et al. 2010; Martins et al. 2012; Dorneles et al. 2020). Isso pode ser atribuído às características ambientais, presença de roedores e animais silvestres, além da presença do rio Pirapemas, um grande afluente da região que pode influenciar a epidemiologia da leptospirose (Alves et al. 1996; Lilenbaum et al. 2008; Escócio et al. 2010).

O sorogurpo Australis, mais frequente no estado da Paraíba, foi encontrado em 87,5% dos municípios investigados. Importante destacar que 13,2% foi a menor frequência dos municípios analisados nesse estado, e 28,4% dos animais sororreagentes apresentaram títulos elevados (400 a 800), todos localizados em áreas de clima seco, reforçando a presença do agente em ambientes hostis, além do possível contato com suínos, equídeos e roedores, uma

vez que esse sorogrupo é geralmente referido como associados a esses animais (Adler & Monctezuma 2010; Morais et al. 2019; Fernandes et al. 2020). Na análise geoespacial chama atenção o município de Monteiro, que apresentou alta frequência de animais soropositivos e faz fronteira com o estado de Pernambuco, o que pode ser um risco devido ao trânsito de animais entre estados. O mesmo acontece com o estado do Ceará, onde o município de Parambu obteve alta sororreatividade e faz divisa com o estado do Piauí, que apresentou baixa sororreatividade. Portanto, a implementação de medidas de fiscalização e controle do trânsito de animais devem ser melhoradas.

O município de União, localizado na Mesorregião Centro-Norte Piauiense, apresentou maior percentual de ovinos soropositivos, sendo o sorogrupo Tarassovi o mais frequente. Ao realizar a análise espacial da distribuição da leptospirose, pode-se visualizar que os municípios que apresentaram maior frequência estão situados em uma zona de transição entre os biomas Cerrado e Caatinga, com uma diversidade de ecossistemas, apresentando muitas áreas verdes e matas preservadas, bem como sistema extensivo de criação com propriedades de área maior que 100 hectares, além da presença do rio Parnaíba, que pode justificar a alta frequência de soropositividade, uma vez que a ocorrência e amplitude da leptospirose em rebanhos ovinos estão intimamente ligadas a fatores ambientais, como índice de precipitação, umidade, topografia, presença de roedores e animais silvestres (Alves et al. 1996).

Embora alguns estados tenham apresentado os mesmos sorogrupos como mais frequente, foi observado uma variedade de sorogrupos nos municípios, o que pode indicar diferentes fontes de infecção, seja interespecies, intraespecies, bem como vias alternativas de transmissão em condições semiáridas, como a venérea (Nogueira et al. 2020; Pimenta et al. 2020). Demonstrando que mesmo sendo mais resistentes a infecção, os ovinos se tornam expostos devido ao ambiente e o manejo adotado. Nesse sentido, a identificação, isolamento e tratamento dos animais afetados, são medidas indicadas como alternativas de prevenção e controle da leptospirose em ovinos da região semiárida.

Fica evidente que apesar da escassez de chuva observada na última década na região Nordeste do Brasil, que impediu a formação de ambientes favoráveis à presença de *leptospiras*, o agente permanece sendo mantido entre os ovinos, bem como outras espécies de produção e silvestres da região. Alguns fatores podem estar contribuindo para esse cenário, como o fato de a ovinocultura na região ser caracterizada principalmente por criações de subsistência, ausentes de assistência veterinária e de manejo sanitário adequados tendo maior possibilidade de contato com a *Leptospira*.

Os resultados deste estudo demonstram a amplitude e distribuição da infecção por *Leptospira* spp. em ovinos da região Nordeste do Brasil. A transmissão intraespécie parece ser a principal via de disseminação da doença em ovinos, embora outras espécies de animais domésticos e silvestres sejam importantes fontes de infecção. A frequência de soropositividade encontrada aponta para a necessidade da implementação de medidas de prevenção e controle, como a utilização de testes sorológicos adequados, como a redução do ponto de corte para 1:50, e práticas de manejo que evitem a disseminação do agente no ambiente para quebrar o ciclo de transmissão da doença.

### **Agradecimentos**

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte financeiro e ao Grupo de Pesquisa de Sanidade Animal da Embrapa Caprinos e Ovinos/CNPC, Sobral/CE, pela oportunidade e cooperação.

### **Declaração de Direitos dos Animais**

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande (CSTR / UFCG) sob o nº 102/2017, e foi realizada de acordo com o parecer técnico padrões de biossegurança e ética.

### **Declaração de conflito de interesses**

Os autores declaram não haver conflito de interesses a declarar.

### **Referências**

- Adler, B, & De La Peña Moctezuma, A, 2010. *Leptospira* and leptospirosis. *Veterinary Microbiology*, Amsterdam, **140** (3-4), 287-296. doi: 10.1016 / j.vetmic.2009.03.012
- Alves, CJ, Vasconcellos, SA, Camargo, CRA, & Moraes, ZM, 1996. Influência dos fatores ambientais sobre a proporção de caprinos soro-reatores para a leptospirose em cinco centros de criação do estado da Paraíba, Brasil. *Arquivos Instituto Biológico*, São Paulo, **63** (2), 11-19.

- Alves, CJ, Alcindo, JF, Farias, AEM, Higino, SSS, Santos, FA, Azevedo, SS, Costa, DF, & Santos, CSAB, 2012. Caracterização epidemiológica e fatores de risco associados à leptospirose em ovinos deslançados do semiárido Brasileiro. *Pesquisa Veterinária Brasileira, Seropédica*, **32** (6), 523-528. doi.org/10.1590/S0100-736X2012000600009
- Alves, JRA, De Souza Lima, GM, Silva, JD, Costa, DF, Santos, FA, Higino, SSS, Azevedo, SS, & Alves, C.J, 2017. Epidemiological characterization and risk factors associated with leptospirosis and brucellosis in small ruminants sold at animal fair in the Sertão Region of Pernambuco State, a semiarid Region of Northeastern Brazil. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, **38** (4), 1933–1945. doi: 10.5433/1679-0359.2017v38n4p1933
- Cezar, MF, Souza, BB, Souza, WH, Pimenta Filho, EC, Tavares, GP, Medeiros GX, 2004. Avaliação de parâmetros fisiológicos de ovinos Dorper, Santa Inês e seus mestiços perante condições climáticas do trópico semi-árido nordestino. *Ciência e Agrotecnologia*, **28** (3), 614-20. https://doi.org/10.1590/S1413-70542004000300018
- Costa, DF, Silva, AF, Brasil, AWL, Loureiro, APP, Santos, FA, Azevedo, SS, Lilenbaum, W, & Alves, CJ, 2017. Leptospirosis in native mixed-breed sheep slaughtered in a semiarid region of Brazil. *Ciência Rural, Santa Maria*, **47** (02). http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20160563
- Costa, DF, Faria, PJA, Nogueira, DB, Tolentino, LHO, Viana, MP, Silva, JD, Vaz, AFM, Higino, SSS, Azevedo, SS, & Alves, C.J, 2019. Influence of breed on the clinical and hemato-biochemical parameters in sheep experimentally infected with *leptospira* sp. *Heliyon*, **5** (10), 02720. doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02720
- Dorjee, S., Heuer, C., Jackson, R., West, DM, Collins-Emerson, JM, Midwinter, AC, Ridler, AL. 2008. Prevalence of pathogenic *Leptospira* spp. in sheep in a sheep-only abattoir in New Zealand. *N Z Vet J*. **56** (4): 164-70. http://dx.doi.org/10.1080/00480169.2008.36829
- Dorneles, EMS, Guimarães, AS, Gouveia, AMG, Coura, FM, Carmo, FB, Pauletti, RB, Azevedo, V., Lilenbaum, W., Vitor, RWA, Pinheiro, RR, Ferreira, ACR, Dasso, MG, Lages, AP, Heinemann, MB.2020. Seroprevalence of *Brucella ovis*-epididymitis, smooth-*Brucella*, leptospirosis, toxoplasmosis, and Maedi-Visna in sheep slaughtered in Minas Gerais State, Brazil. *Braz J Vet Res Anim Sci*, **57** (2): e164278. https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2020.164278
- Ellis, WA, 1994. Leptospirosis as a cause of reproductive failure. *Veterinary Clinics of North America, Food Animal Practice* **10**, 463–478. doi: 10.1016/s0749-0720(15)30532-6.

- Ellis, WA, 2015. Animal Leptospirosis. *Current Topics in Microbiology Immunology*, **387**, 99-137. doi: 10.1007/978-3-662-45059-8\_6.
- Fernandes, CE, 2009. Papel do ovino na cadeia epidemiológica da leptospirose pela *Leptospira* spp. sorovar Hardjo: fatores de risco que envolvem a infecção e transmissão entre ovinos e bovinos. Dissertação de mestrado, Instituto Biológico, São Paulo, SP, Brasil.
- Fernandes, JJ, Araújo Júnior, JP, Malossi, CD, Ullmann, LS, Da Costa, DF, Silva, MLCR, Alves, CJ, De Azevedo, SS, & Higino, SSS, 2020. High frequency of seropositive and carriers of *Leptospira* spp. in pigs in the semiarid region of northeastern Brazil. *Tropical Animal Health and Production*, **52**, 2055-2061. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02203-y>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017. Censo Agropecuário IBGE. Recuperado de [https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo\\_agro/resultadosagro/pecuaria.html?localidade=0&tema=75674](https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/pecuaria.html?localidade=0&tema=75674)
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019. Pesquisa da pecuária Municipal – PPM, Recuperado de <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>, acessado 21 jan 2021.
- Lilenbaum, W., Vargas, R., Medeiros, L., Cordeiro, AG, Cavalcanti, A., Souza, G.N., Richtzenhain, L., & Vasconcellos, S.A, 2008. Risk factors associated with leptospirosis in dairy goats under tropical conditions in Brazil. *Research in Veterinary Science*, **84** (1), 14–21. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2007.03.011>
- Lilenbaum, W., Vargas, R., Ristow, P., Cortez, A., Souza, SO., Richtzenhain, LJ., and Vasconcellos, AS, 2009. Identification of *Leptospira* spp. carriers among seroreactive goats and sheep by polymerase chain reaction. *Research in Veterinary Science*, **87**, 16–19. doi: 10.1016/j.rvsc.2008.12.014
- Martins, G., Penna, B., Hamond, C., Leite, RC, Silva, A, Ferreira, A., Brandão, F., Oliveira, F., & Lilenbaum, W., 2012. Leptospirosis as the most frequent infectious disease impairing productivity in small ruminants in Rio de Janeiro, Brazil. *Tropical Animal Health and Production*, **44** (4), 773–777. doi 10.1007/s11250-011-9964-4
- Martins, G., Lilenbaum, W., 2013. The panorama of animal leptospirosis in Rio de Janeiro, Brazil, regarding the seroepidemiology of the infection in tropical regions. *BMC Veterinary Research*, **9**: 237-243. doi: 10.1186/1746-6148-9-237

- Melo, LSS, Castro, MB, Leite, RC, Moreira, ÉC, Melo, CB, 2010. Principais aspectos da infecção por *Leptospira* sp em ovinos. *Ciência Rural*. **40** (5), 1235-41. Recuperado de <https://www.scielo.br/pdf/cr/v40n5/a569cr2881.pdf>
- Morais, DA, Costa, DF, Nunes, BC, Santos, CSAB, Alves, CJ, Azevedo, SS, 2019. Seroepidemiological survey for leptospirosis in equines from semiarid region of Paraíba state, Northeastern Brazil. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, **40** (5): 2079-2086. doi: 10.5433/1679-0359.2019v40n5p2079
- Nogueira, DB, Costa, FTR, Bezerra, CS, Silva, MLCR, Costa, DF, Viana, MP, Silva, JD, Júnior, JPA, Santos, CSAB, Alves, CJ, & Azevedo, S.S, 2020. 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*, **207**, 105-497. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105497>
- Nogueira, DB, Costa, FTR, Bezerra, CS, Soares, RR, Barnabé, NNC, Falcão, BMR, Silva, MLCR, Costa, DF, Junior, JPA, Malossi, CD, Ullmann, LS, Alves, CJ, Azevedo, SS, 2020. A *Leptospira* sp. vertical transmission in ewes maintained in semiarid conditions. *Animal Reproduction Science*, **219**: 106530. doi: 10.1016/j.anireprosci.2020.106530
- OIE, World Organisation for Animal Health, 2014. *Leptospirosis: Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals*. World Organization for Animal Health, Paris.
- Pimenta, CLRM, Bezerra, CS, Moraes, DA, Silva, MLCR, Nogueira, DB, Costa, DF, Santos, CSAB, Higino, SSS, Alves, CJ, Azevedo, SS, 2019. Seroprevalence and predominant serogroups of *Leptospira* sp. in serological tests of ruminants in northeastern Brazil. *Semina-Ciências Agrárias, Londrina*, **40** (4): 1513-1522. doi: 10.5433/1679-0359.2019v40n4p1513
- Pimenta, CLRM, Nogueira, DB, Bezerra, CS, Moraes, DA, Silva, MLCR, Costa, DF, Higino, SSS, Santos CSAB, Alves, CJ, & Azevedo S.S, 2020. High proportion of cattle and sheep seropositive and renal carriers of *Leptospira* sp. under semiarid conditions. *Revista brasileira de Ciência Veterinária*, **27** (1): 22-28. doi:10.4322/rbcv.2020.005
- Silva, EF, Brod, CS, Cerqueira GM, Bourscheidt, D., Seyffert, N., Queiroz, A., Santos, CS, Ko, AI, Dellagostin, OA, 2007. Isolation of *Leptospira noguchii* from sheep. *Veterinary Microbiology*, **121** (1-2): 144–149. doi:10.1016/j.vetmic.2006.11.010
- Silva, AF, Farias, PJA, Silva, MLCR, Araújo Júnior, JP, Malossi, CD, Ullmann, LS, Costa, DF, Higino, SSS, Azevedo, SS, Alves, CJ, 2018. High frequency of genital carriers of

- Leptospira* sp. in sheep slaughtered in the semi-arid region of northeastern Brazil. *Tropical Animal Health and Production*, **51**: 43–47. doi: 10.1007/s11250-018-1657-9
- Soares, RR, Barnabé, NNC, Nogueira, DB, Silva, LC, Araújo Junior, JP, Malossi, CD, Ullmann, LS, Costa, DF, Silva, MLCR, Higino, SSS, Azevedo, SS, Alves, CJ, 2021. Serological, molecular and bacteriological approaches for detecting *Leptospira* sp. carrier rams maintained in semiarid conditions. *Acta Tropica*, **213** (2021) 105759. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105759>
- SUDENE. 2018. Caracterização do Território Nordeste [WWW Document]. Supt. Desenvol. do Nord. URL <http://www.sudene.gov.br/area-de-atuacao/regiaonordeste-estatisticas/nordeste-em-numeros/caracterizacao-do-territorio-nordestino> (acessado 12.12.18).
- Thrusfield, M, Christley, R, 2018. *Veterinary epidemiology*, 4th. Oxford: Wiley Blackwell, 888p



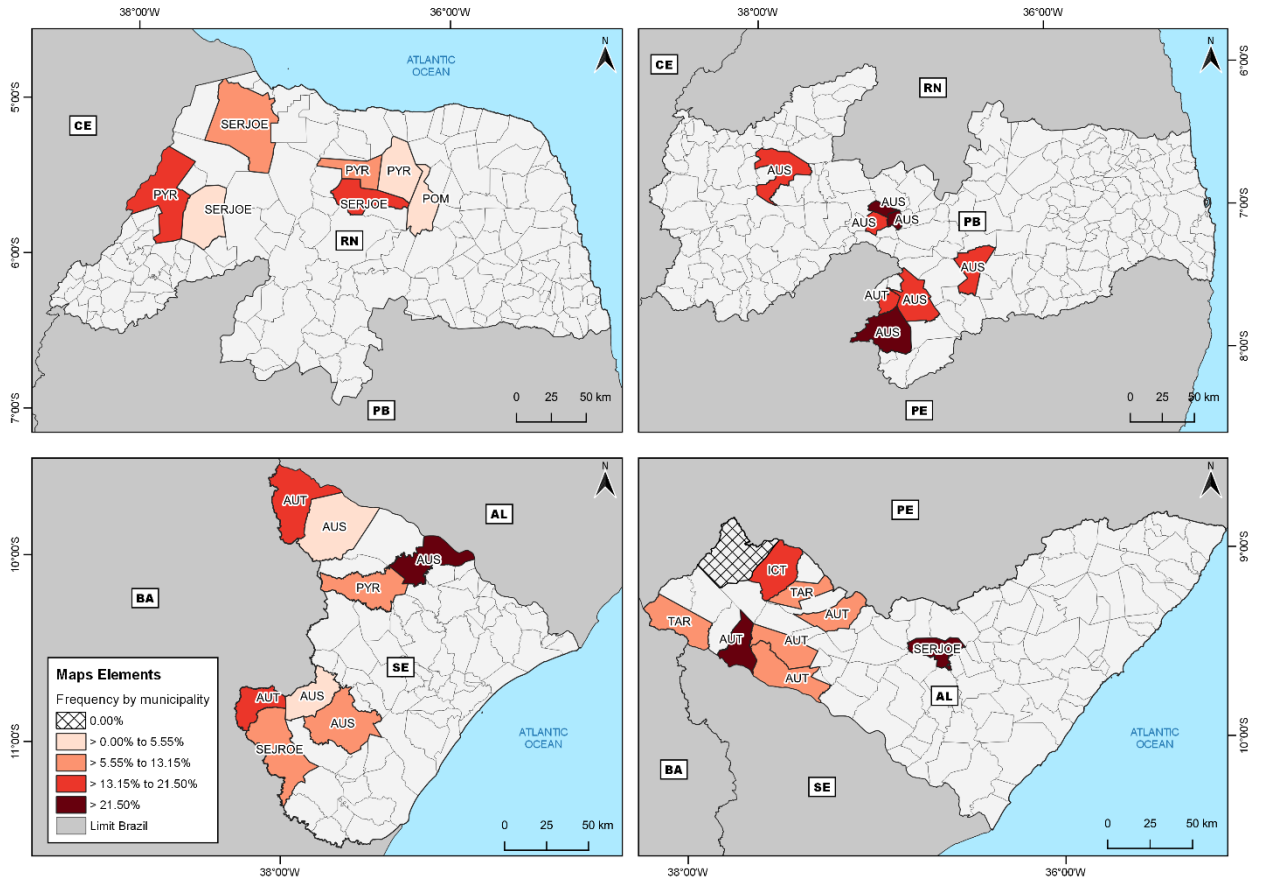
**Tabela 1.** Soroprevalência a nível de municípios e animais para leptospirose em ovinos dos estados de Alagoas, Ceará, Maranhão, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe, e sorogrupo mais frequente por estado.

Unidade Federativa	Ocorrência por municípios			Ocorrência por Animal			Sorogrupo mais frequente (%)
	Nº Municípios	Nº Positivos (%)	IC 95 %	Nº Animais	Nº Positivos (%)	IC 95 %	
Alagoas	9	8 (88,9)	56,5- 98,01	413	52 (12,6)	9,7 – 16,1	Autumnalis (36,5)
Ceará	10	10 (100)	72,25 - 100	597	142 (23,8)	20,5 – 27,3	Autumnalis (28,8)
Maranhão	8	7 (87,5)	52,9 – 97,76	346	24 (6,94)	4,7 – 10,1	Pomona (41,7)
Paraíba	8	8 (100)	67,56 - 100	409	109 (26,7)	22,6 – 31,1	Australis (51,4)
Piauí	15	14 (93,3)	70,18 – 98,8	747	83 (11,11)	9,0 – 13,5	Sejroe (21,7)
Rio Grande do Norte	7	7 (100)	64,57 - 100	823	78 (9,48)	7,66 -11,6	Sejroe (37,2)
Sergipe	8	8 (100)	67,56 - 100	862	102 (11,83)	9,8 – 14,1	Autumnalis (29,4)
Total	65	62 (95,4)	87,28- 98,4	4,197	590 (14,06)	13,0 – 15,1	Autumnalis (19,5)

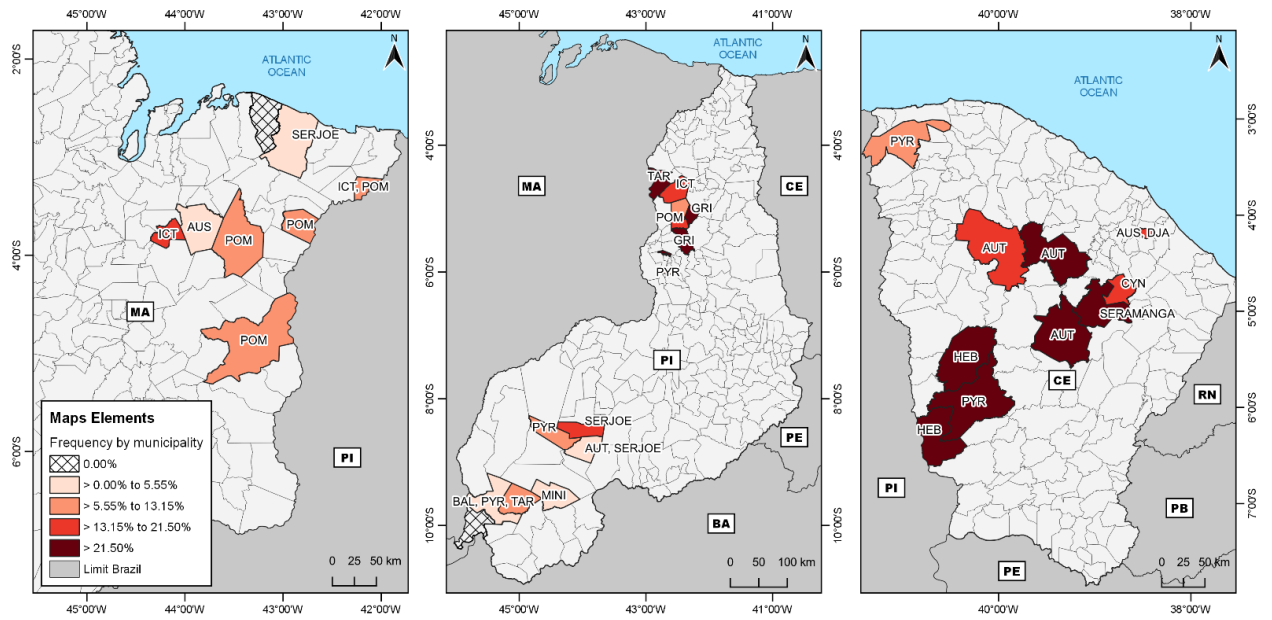
**Tabela 2.** Sorogrupos de *Leptospira* sp. prevalentes e respectivas titulações, em ovinos dos estados de Alagoas, Ceará, Maranhão, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe.

Serogroups	Titers					Total (%)
	100	200	400	800	1600	
Andamana	1	0	0	0	0	1 (0,17)
Australis	40	24	11	18	0	93 (15,76)
Autumnalis	80	28	6	1	0	115 (19,49)
Canicola	4	2	0	0	0	6 (1,02)
Grippotyphosa	3	4	4	3	0	14 (2,37)
Ballum	10	4	0	0	0	14 (2,37)
Icterohaemorrhagia e	33	8	11	2	0	54 (9,15)
Cynopteri	3	8	1	0	0	12 (2,03)
Setjoe	29	27	16	11	2	85 (14,41)
Hebdomadis	7	8	2	8	0	25 (4,24)
Mini	0	1	0	0	0	1 (0,17)
Panama	1	0	0	0	0	1 (0,17)
Semaranga	8	2	1	0	0	11 (1,86)
Pomona	34	5	1	1	1	42 (7,12)
Pyrogenes	46	21	10	1	0	78 (13,22)
Djasiman	3	3	0	0	0	6 (1,02)
Shermani	5	6	2	1	0	14 (2,37)
Tarassovi	10	4	1	1	1	17 (2,88)
Celledoni	1	0	0	0	0	1 (0,17)
Total (%)	318 (53,9)	155(26,3)	66 (11,2)	47 (7,96)	4 (0,67)	590 (100)

**Figura 1.** Frequência de ovinos sororeadores à *Leptospira* sp. e sorogrupos mais frequentes de acordo com municípios que tiveram ovinos amostrados nos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Sergipe e Alagoas, Nordeste do Brasil.



**Figura 2.** Frequência de ovinos sororeatores à *Leptospira* sp. e sorogrupos mais frequentes de acordo com municípios que tiveram ovinos amostrados nos estados do Maranhão, Piauí e Ceará, Nordeste do Brasil.



## CONCLUSÃO GERAL

De acordo com os resultados observados nos estudos conduzidos para composição dessa Tese conclui-se que:

A infecção por *Leptospira* spp., determinada por sorologia, encontra-se amplamente disseminada em rebanhos ovinos do Nordeste brasileiro. Ressalta-se a presença de animais soropositivos em regiões de baixa pluviosidade, quebrando o paradigma de que a doença é exclusiva de áreas alagadas.

A implementação de medidas de controle eficazes, com a detecção de animais positivos por meio da utilização de testes sorológicos e práticas de manejo que evitem a disseminação do agente no ambiente e contaminação dos animais, são necessárias.

Com base na análise espacial da leptospirose, pode-se visualizar áreas geográficas nas quais ocorrem casos de leptospirose em ovinos e que necessitam, por tanto de maior atenção preventiva, tendo como propósito a reorganização dos serviços de sanidade animal para responder às necessidades dos ovinocultores.

De uma forma geral, os achados evidenciaram a problemática da leptospirose no Nordeste brasileiro, onde não havia utilizado os recursos de geoprocessamento como ferramenta para identificar as áreas prioritárias para o controle e vigilância da doença. Ademais, o estudo aponta os principais sorogrupos circulantes na região.