



**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**

MAIRA PÔRTO VIANA

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

PATOS - PB

2021

MAIRA PÔRTO VIANA

**CARACTERIZAÇÃO EPIDEMIOLÓGICA DA LEPTOSPIROSE EM
CAPRINOS 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 Doutora 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

V614c Viana, Maira Pôrto
Caracterização epidemiológica da leptospirose em caprinos no Nordeste do Brasil / Maira Pôrto Viana. – Patos, 2021.
76f.: 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. Caprinos. 2. Soroprevalência. 3. Leptospira. 4. Medicina veterinária preventiva. 5. Saúde pública. 6. Zoonoses. I. Título.

CDU 576.8:619

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

MAIRA PORTO VIANA

**CARACTERIZAÇÃO EPIDEMIOLÓGICA DA LEPTOSPIROSE EM CAPRINOS
NO 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. Albérico 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 12:05, 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 12:08, 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 12:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).

Assinatura

A auten_cidade deste documento pode ser conferida no site [h_ps://sei.ufcg.edu.br/auten_cidade](https://sei.ufcg.edu.br/auten_cidade), informando o código verificador **1304485** e o código CRC **CAF7D07B**.

Referência: Processo nº 23096.004875/2021-05 SEI nº 1304485

Dedico
À minha família, meus pais, minhas irmãs
e meus sobrinhos, base para todos os meus passos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a **Deus**, que me permite uma vida cheia de graças e, sem dúvidas, sempre me protegeu e me deu as bênçãos necessárias durante toda a vida.

Em segundo lugar aos meus pais, **Emília e Zezito**, pela dedicação de uma vida à minha formação e educação, fazendo o possível e o impossível para que nada faltasse, me apoiando em todos os momentos, sejam eles fáceis ou difíceis. Vocês são, sem dúvida alguma, os meus maiores exemplos. Amo vocês.

Meu agradecimento as minhas irmãs, **Anna Paula e Mariana**, que sempre estiveram comigo, me apoiando, defendendo, guiando, aconselhando e ajudando a ser a pessoa que sou hoje. Vocês sabem o quanto sou fã de vocês e grata por tê-las na minha vida. Agradecendo neste mesmo parágrafo também aos meus cunhados, **Yuri e Nailton**, que são grandes irmãos e que tanto me incentivam em busca do meu crescimento profissional e minha felicidade. Amo muito.

Aos meus sobrinhos, **Anna Lívia, José Miguel e Anna Luísa**, que são motivo de grande alegria e amor na minha vida, que trazem ânimo e vontade de ser melhor também por eles e para eles. Tia Bó ama muito vocês.

Ao meu namorado, **Pedro**, que sempre me apoia e aguenta os estresses gerados nos anos de doutorado e na escrita desta tese, além de me incentivar sempre a buscar ser uma profissional qualificada e feliz.

Aos **familiares, Porto e Viana**, aqueles de longe e de perto, mas que sempre foram exemplo de amizade, companheirismo, determinação e dedicação, vocês, com toda certeza, me inspiram e ensinam a ser quem sou. Em especial ao grande mestre **Antônio Viana**, você é sem dúvidas o melhor Avô do mundo. Um grande exemplo de força, de batalha, de alegria de vida e de Médico Veterinário, mesmo sem ter formação alguma nesta área.

Ao meu orientador, **Professor Doutor Clebert José Alves**, que me acolheu da melhor maneira no grupo de pesquisa, conduzindo para que eu pudesse permanecer na minha área de admiração. Ele que sempre nos estimula a crescer e incentiva mostrando que podemos e devemos ser bons profissionais, cuidando com muita atenção dessa formação. Minha eterna e imensa gratidão.

Aos membros da banca, **Professores Doutores Sergio Santos de Azevedo e Albério Antônio Barros Gomes** por aceitarem contribuir com esse trabalho.

Aos **amigos**, aqueles que não preciso citar os nomes para saberem quem são, sem vocês eu não teria aguentado a distância, os estresses, as barreiras. Obrigada por me permitirem

escolher uma família tão maravilhosa. Incluindo o meu agradecimento as “amigas” que são mães e grande cuidadoras e incentivadoras em toda a minha formação, desde a educação básica, as **Religiosas da Instrução Cristã**, nas pessoas de Irmã Helen, Irmã Marcell, Irmã Débora, Irmã Andrea e Irmã Andressa, minha gratidão pelo cuidado e pelas orações constantes.

As **Equipes de Jovens de Nossa Senhora**, movimento que me escolheu e me permitiu escolher viver com tanto aprendizado, me trouxe grandes irmãos e um crescimento espiritual e, inclusive, profissional. Gratidão sempre ao movimento e a vocês equipistas, em especial a **Equipe Nossa Senhora de Fátima** e aqueles de maior afinidade e amizade, que não preciso citar nomes pois vocês bem sabem quem são, por tudo que vivenciamos e construímos ao longo desse tempo e dessa amizade.

Aos **colegas de profissão e da Pós-Graduação** Denise, Clécio, Rafael, Nathanael, Davidianne, José Romero, Lucas Lima, João Paulo, Renata, por toda a trajetória dividida, apoio em todo o processo de construção desse doutorado e desta tese. Em especial a minha imensa gratidão ao amigo **Diego**, colega desde a graduação e homem sempre disposto a se doar e ajudar o outro de uma forma muito bonita, e a você meu irmão, compadre e parceiro, **José Dêvede**, que caminha desde o mestrado lado a lado e foi peça crucial nesse doutorado, partilhando as derrotas e vitórias, sempre me apoiando e incentivando, mostrando que eu podia mais e que chegaremos firmes aos nossos objetivos e ao máximo de nossa alegria e construção de carreira profissional, essa conquista também é tua.

A **EMBRAPA Caprinos e Ovinos**, que me deu todo suporte e apoio, disponibilizando material físico mas também conteúdo para a profissão e para a vida, minha gratidão em nome do **Dr Francisco Selmo** que a cada conversa nos faz vislumbrar e viajar em um mundo maravilhoso da ciência e dos crescimentos em torno da vida animal e humana. Agradeço a **Ana Milena, Glaucenyra** e a todos que fazem a Embrapa Caprinos e Ovinos de Sobral – CE, pelo acolhimento, confiança e colaboração no desenvolvimento dessa pesquisa.

E por fim, a todos que de maneira direta ou indireta contribuíram para a conclusão de mais esta etapa da carreira de Médica Veterinária, para que enfim chegasse o dia de dizer que eu sou uma “Doutora de Bicho” assim como sonhei anos atrás.

RESUMO

Essa tese é composta por três artigos, divididos em capítulos. No Capítulo I foi determinada soroprevalência, sorogrupos mais frequentes e os fatores associados à ocorrência da leptospirose e realizada a geoespacialização da doença em caprinos de estados de diferentes biomas, Alagoas e Maranhão. Foram coletadas amostras de 597 caprinos, que foram submetidas ao teste de Soroaglutinação Microscópica (SAM), com ponto de corte 1:50, e a frequência de soropositivos foi de 19,93%, sendo 18,92% (35/185) no estado de Alagoas e 20,38% (84/412) no Maranhão. Os sorogrupos mais frequentes foram Autumnalis (31,09%) e Icterohaemorrhagiae (25,21%). Foi possível observar a maior frequência do sorogrupo Autumnalis (42,86%) e Icterohaemorrhagiae (28,57%) no estado de Alagoas, bioma Caatinga, e Autumnalis (26,19%) e Icterohaemorrhagiae (23,81%) no estado do Maranhão, bioma do Cerrado. Constatou-se que a *Leptospira* sp. está presente nos biomas estudados, estando presente em áreas de características diversificadas quanto a vegetação e clima, o que gera alerta para os cuidados preventivos em relação a doença. No Capítulo II, objetivou-se determinar a soroprevalência, sorogrupos mais frequentes e os fatores associados à ocorrência da leptospirose em caprinos de cinco estados do Nordeste brasileiro. Foram coletadas 4121 amostras de caprinos nos estados do Ceará, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe. A frequência de soropositivos foi de 18,73% (772/4121), avaliando as propriedades, 82,9% (184/222) obtiveram pelo menos um animal sororreativo. Os sorogrupos mais frequentes foram Autumnalis (23,06%) e Australis (20,98%), com títulos variando de 1:100 a 1:800. Os fatores associados à soropositividade por *Leptospira* spp. foram sexo do animal ($P=0,040$), escolaridade do produtor ($P<0,001$), produtor procurar instituição para apoio e solução de problemas ($P=0,040$), produtor não participar de associações/cooperativas ($P=0,055$) e a propriedade apresentar área de irrigação ($P=0,002$). Constatou-se que a *Leptospira* sp. está presente nos estados da região Nordeste do Brasil com uma tendência ao aparecimento de alguns sorogrupos específicos, como Autumnalis e Australis. No Capítulo III foi determinada a soroprevalência de anticorpos anti-*Leptospira*, sorogrupos mais frequentes e realizada a geoespacialização da ocorrência da leptospirose em caprinos de sete estados do Nordeste brasileiro por meio de sorologia e avaliação de dados geográficos. Foram coletadas 4718 amostras de caprinos dos estados de Alagoas, Ceará, Maranhão, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe, sendo estas submetidas a sorologia com ponto de corte 1:100. A partir disso foram obtidos os dados de frequência e a caracterização geográfica da leptospirose nos

municípios avaliados e foi possível fortalecer a informação acerca da presença leptospirose na região, em especial em áreas de ambiente hostil, mostrando uma possível adaptação do agente em áreas de climas adversos e uma forte relação com a transmissão intra e interespécie, pelo aparecimento de sorogrupos específicos. Além disso, há uma possível caracterização de sorogrupos, como o Autumnalis, de aparecimento recorrente ao longo das pesquisas, e ambientes favoráveis para o desenvolvimento do agente, como o semi-árido nordestino.

Palavras-Chave: Caprinos, Soroprevalência, *Leptospira*, Saúde Pública, Zoonoses.

ABSTRACT

This thesis consists of three articles, divided into chapters. In Chapter I, seroprevalence, most frequent serogroups and factors associated with the occurrence of leptospirosis were determined and the disease was geospatialized in goats from states of different biomes, Alagoas and Maranhão. Samples were collected from 597 goats, which were subjected to the Microscopic Serum Agglutination Test (SAM), with a cut-off point of 1:50, and the frequency of seropositive individuals was 19.93%, being 18.92% (35/185) in the Alagoas and 20.38% (84/412) in Maranhão. The most frequent serogroups were Autumnalis (31.09%) and Icterohaemorrhagiae (25.21%). It was possible to observe the highest frequency of the serogroup Autumnalis (42.86%) and Icterohaemorrhagiae (28.57%) in the state of Alagoas, Caatinga biome, and Autumnalis (26.19%) and Icterohaemorrhagiae (23.81%) in the state of Maranhão, Cerrado biome. *Leptospira* sp. it is present in the studied biomes, being present in areas with diverse characteristics in terms of vegetation and climate, which generates an alert for preventive care in relation to the disease. In Chapter II, the objective was to determine seroprevalence, the most frequent serogroups and the factors associated with the occurrence of leptospirosis in goats from five states in Northeastern Brazil. 4121 goat samples were collected in the states of Ceará, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte and Sergipe. The frequency of seropositive individuals was 18.73% (772/4121), evaluating the properties, 82.9% (184/222) obtained at least one seroreactive animal. The most frequent serogroups were Autumnalis (23.06%) and Australis (20.98%), with titers ranging from 1: 100 to 1: 800. The factors associated with seropositivity for *Leptospira* spp. were the animal's sex ($P = 0.040$), producer education ($P < 0.001$), producer looking for institution for support and problem solving ($P = 0.040$), producer not participating in associations / cooperatives ($P = 0.055$) and the property presenting irrigation area ($P = 0.002$). *Leptospira* sp. it is present in the states of the Northeast region of Brazil with a tendency to the appearance of some specific serogroups, such as Autumnalis and Australis. In Chapter III, the

seroprevalence of anti-*Leptospira* antibodies, the most frequent serogroups, was determined and the geospatialization of the occurrence of leptospirosis in goats from seven states in the Northeast of Brazil was carried out through serology and evaluation of geographic data. 4718 samples of goats from the states of Alagoas, Ceará, Maranhão, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte and Sergipe were collected, and these were subjected to serology with a cut-off point of 1: 100. From this, the frequency data and the geographic characterization of leptospirosis were obtained in the evaluated cities and it was possible to strengthen the information about the presence of leptospirosis in the region, especially in areas of hostile environment, showing a possible adaptation of the agent in areas of adverse climates. And a strong relationship with intra- and interspecies transmission, due to the appearance of specific serogroups. In addition, there is a possible characterization of serogroups, such as Autumnalis, of recurrent appearance throughout research, and favorable environments for the development of the agent, such as the semi-arid Northeast.

Keywords: Goats, Seroprevalence, *Leptospira*, Public Health, Zoonoses.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Pág.

Figura 1: Frequência de caprinos sororretores à *Leptospira* sp. por município e por propriedade e sorogrupos mais frequentes no estado de Alagoas, Nordeste do Brasil, 2021. .26

Figura 2: Frequência de caprinos sororretores à *Leptospira* sp. por município e por propriedade e sorogrupos mais frequentes no estado do Maranhão, Nordeste do Brasil, 2021
.....27

CAPÍTULO II

Figura 1: Distribuição geográfica dos municípios com caprinos amostrados nos estados do Ceará, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe, Nordeste do Brasil.57

CAPÍTULO III

Figura 1: Frequência de caprinos sororretores à *Leptospira* sp. e sorogrupos mais frequentes por município nos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Sergipe e Alagoas, Nordeste do Brasil.....75

Figura 2: Frequência de caprinos sororretores à *Leptospira* sp. e sorogrupos mais frequentes por município nos estados do Maranhão, Piauí e Ceará, Nordeste do Brasil.....75

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Pág.

Tabela 1: Sorogrupos de *Leptospira* sp. mais prevalentes e respectivas titulações, em caprinos dos estados de Maranhão e Alagoas, utilizando um ponto de corte na diluição de 1:50 na SAM.....25

Tabela 2: Análise univariada com as variáveis selecionadas ($P \leq 0,2$) para a regressão logística.....28

Tabela 3: Fatores associados a leptospirose em caprinos dos estados de Alagoas e Maranhão, determinados por regressão.....28

CAPÍTULO II

Tabela 1: Sorogrupos de *Leptospira* sp. mais prevalentes e respectivas titulações, em caprinos do Nordeste do Brasil..... 53

Tabela 2: Análise univariada com as variáveis selecionadas ($P \leq 0,2$) para a regressão de Poisson.....54

Tabela 3: Fatores associados a leptospirose em caprinos do Nordeste, Brasil.....56

CAPÍTULO III

Tabela 1: Soroprevalência em nível de rebanho e animal para leptospirose em caprinos da região Nordeste do Brasil.....73

Tabela 2: Sorogrupos de *Leptospira* sp. mais prevalentes e respectivas titulações, em caprinos do Nordeste do Brasil, utilizando um ponto de corte na diluição de 1:100 na SAM.....74

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT	8
LISTA DE FIGURAS.....	10
LISTA DE TABELAS	11
INTRODUÇÃO GERAL	14
REFERÊNCIAS GERAIS	16
CAPÍTULO I. Levantamento epidemiológico da leptospirose caprina em dois biomas distintos do Nordeste do Brasil	18
Resumo	19
Abstract	20
Resumen	20
1. Introdução	21
2. Metodologia	22
Origem dos dados e colheita de amostras biológicas	22
Diagnóstico Sorológico da Infecção por <i>Leptospira</i> sp.	24
Análise de Fatores Associados	24
Distribuição Espacial.....	25
3. Resultados	25
4. Discussão	29
5. Conclusão.....	32
Agradecimentos	32
Referências Bibliográficas	33
CAPITULO II: Soroprevalência e fatores associados a leptospirose caprina no Nordeste do Brasil.....	39
Resumo	40
Abstract	41
Introdução	41
Material e Métodos	42
Amostragem e trabalho de campo	42
Diagnóstico Sorológico da infecção por <i>Leptospira</i> sp.....	44
Análise de dados	44
Resultados	45
Discussão	45
Agradecimentos	48
Declaração de Direito dos Animais	48

Declaração de Conflito de Interesses	48
Referências Bibliográficas	48
Lista de Tabelas	53
Lista de Figuras	57
CAPÍTULO III: Caracterização epidemiológica e geoespacial da leptospirose caprina no Nordeste do Brasil	58
Resumo.....	59
Introdução	60
Material e Métodos	61
Origem dos dados e colheita de amostras biológicas	61
Diagnóstico Sorológico da Infecção por <i>Leptospira</i> sp.	62
Distribuição Espacial.....	63
Análise de dados.....	63
Resultados.....	63
Discussão.....	64
Conclusão.....	68
Agradecimentos	68
Referências	69
Lista de Tabelas	73
Lista de Figuras.....	75
CONCLUSÃO GERAL.....	76

INTRODUÇÃO GERAL

A produção de pequenos ruminantes é uma atividade amplamente explorada nos países tropicais. O Brasil conta com um efetivo de 11.301.481 de caprinos, dos quais a região Nordeste detém 94,5% (10.687.777) (IBGE, 2019). A maior parte dos sistemas de criação é caracterizado por 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 e geram deficiências causadas principalmente por doenças infecciosas (Sousa, 2007; Fernandes, 2009; Guilherme et al. 2017).

A leptospirose é uma dessas doenças infecciosas e é considerada uma zoonose ocupacional endêmica que pode causar grandes prejuízos tanto para a saúde animal como para a saúde pública, tornando a sua discussão pertencente a saúde única (one health). Está entre as principais doenças que acometem os caprinos e merece destaque por estar amplamente disseminada, determinar abortamentos, nascimento de crias fracas e prematuras e queda na produção de leite, além de ter ainda o seu diagnóstico como um desafio, uma vez que a infecção muitas vezes é subclínica e com sintomas inespecíficos e os caprinos se tornam menos susceptíveis, quando comparados a espécies como bovinos e cães, e expressam menos sinais clínicos (Faine et al. 1999; Martins & Lilenbaum, 2014; Ellis, 2015; Da Costa et al. 2019).

É possível sugerir, devido a estudos em outras espécies, que possam abrigar o agente e até disseminar de forma venérea, inclusive em ambientes de clima semiárido, como avaliam Silva et al. (2018) e Nogueira et al. (2020) em pesquisa com ovinos, fazendo com que a bactéria permaneça no ambiente, trazendo risco a população e aos animais.

Vários estudos têm sido realizados ao longo dos anos no Brasil e no mundo e há uma diversidade de resultados. Essas diferenças observadas nos inquéritos sorológicos podem ser atribuídas à variedade de fatores que influenciam a ocorrência da doença, tais como as espécies animais (domésticos, selvagens ou sinantrópicos) que possam compartilhar o ecossistema, as práticas de manejo adotadas, os sorovares utilizados como antígenos na sorologia, as condições climáticas e ambientais bem como as oportunidades de infecção direta ou indireta (Alves et al. 2000). Nesse contexto, o Nordeste do Brasil é uma região de diversidade ecológica, com quatro biomas em sua extensão territorial

trazendo diferentes características edafoclimáticas e criando distintos ambientes que podem influenciar a ocorrência de leptospirose.

Diante da necessidade de conhecer os dados epidemiológicos característicos da região para uma tomada de decisão em relação controle da doença, objetivou-se com esse trabalho determinar os indicadores que caracterizam a situação epidemiológica da leptospirose em caprinos no Nordeste do Brasil.

A Tese é composta por três capítulos constituídos por artigos originais. O Capítulo I teve como objetivos determinar os indicadores que caracterizam a situação epidemiológica da leptospirose em caprinos em dois biomas distintos no Nordeste do Brasil, publicado no periódico *Research, Society and Development* (Qualis A3), volume 10, número 2. O segundo Capítulo foi composto pelo artigo intitulado “Soroprevalência e fatores associados à leptospirose caprina no Nordeste do Brasil”, submetido ao periódico *Tropical Animal Health and Production* (Qualis A3). E o terceiro Capítulo foi constituído pelo artigo “Caracterização epidemiológica e geoespacial da leptospirose caprina no Nordeste do Brasil”, e submetido ao periódico *Small Ruminant Research* (Qualis A3).

REFERÊNCIAS GERAIS

- Alves, C. J., Andrade, J. S. L., Vasconcellos, S. A., Moraes, Z. M., Azevedo, S. S., & Santos, F. A., 2000. Avaliação dos níveis de aglutininas *anti-Leptospira* spp. em cães no município de Patos-PB, Brasil. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, 7 (2), 17-21
- Da Costa, D. F., De Faria, P. J. A, Nogueira, D. B., Tolentino, L. H. de O., Viana, M. P., Silva, J. D. da, Vaz, A. F. de M., Higino, S. S. dos S., Azevedo, S. S. de, Alves, C. J., 2019. Influence of breed on the clinical and hemato-biochemical parameters in sheep experimentally infected with *Leptospira* sp.. **Heliyon**, 5, 02720
- Ellis, W. A., 2015. **Animal Leptospirosis**. Current Topics in Microbiology Immunology, 387, 99-137
- Faine, S., Adler, B., Bolin, C., Perolat, P., 1999. **Leptospira and leptospirosis**. 2. ed. Melbourne: MediSci, 272p
- Fernandes, C. E., 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**. São Paulo, São Paulo, 101p. (Dissertação de Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio. Instituto Biológico)
- Guilherme, R. F., Lima, A. M. C., Alves, J. R. A., Costa, D. F., Pinheiro, R. R., Alves, F. F. S., Azevedo, S. S., & Alves, C. J., 2017. Characterization and typology of sheep and goat production systems in the State of Paraíba, a semi-arid region of northeastern Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**, 38 (4), 2163-2178. <http://doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n4p2163>
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, BRASIL, 2019. **Pesquisa da Pecuária Municipal**. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>> Acesso em: 14 jan. 2020
- Martins, G., Lilenbaum, W., 2014. Leptospirosis in sheep and goats under tropical conditions. **Tropical Animal Health and Production**, 46, 11-17

Nogueira, D. B., da Costa, F. T. R., de Sousa Bezerra, C., Silva, M. L. C. R., da Costa, D. F., Viana, M. P., da Silva, J. D., Júnior, J. P. A., Malossi, C. D., Ullmann, L. S., Santos, C. S. A. B., Alves, C. J., & de 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, 105497. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105497>

Silva, AF, Farias, PJA, Silva, MLCR, Araújo Júnior, JP, Malossi, CD, Ullmann, LS, 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. **Tropical Animal Health and Production**, 51, 43-47

Sousa, W. H., 2007. O Agronegócio da caprinocultura de corte no Brasil. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, 1 (1), 51-58

**CAPÍTULO I. Levantamento epidemiológico da leptospirose caprina em dois
biomas distintos do Nordeste do Brasil**

Artigo publicado no Periódico Research, Society and Development (Qualis A3)

DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12242>

Levantamento epidemiológico da leptospirose caprina em dois biomas distintos do Nordeste do Brasil

Epidemiological survey for goat leptospirosis in two distinct biomes in Northeastern Brazil

Estudio epidemiológico de la leptospirosis caprina en dos biomas distintos en el Nordeste de Brasil

Resumo

A caprinocultura é uma atividade largamente explorada no Brasil, com efetivo de mais de 10 milhões de caprinos, sendo o Nordeste região de destaque, com 93,9% do rebanho nacional. Porém, ainda é uma região com grandes perdas causadas por manejo inadequado e ocorrência de enfermidades, dentre elas a leptospirose, doença da esfera reprodutiva que causa perdas produtivas e econômicas aos rebanhos. Dessa forma, objetivou-se determinar a soroprevalência, sorogrupos mais frequentes e os fatores associados à ocorrência da leptospirose em caprinos de estados com diferentes biomas no Nordeste brasileiro e geoespacializar a doença na região por meio da análise de questionários epidemiológicos e dados geográficos. As amostras foram submetidas ao teste de Soroaglutinação Microscópica (SAM) com ponto de corte 50. Além disso, dados geográficos foram analisados para construção de mapas com caracterização epidemiológica da leptospirose nos estados. A frequência de soropositivos foi de 19,93% (119/597), sendo 18,92% (35/185) no estado de Alagoas e 20,38% (84/412) no Maranhão. Os sorogrupos mais frequentes para os estados foram Autumnalis (31,09%) e Icterohaemorrhagiae (25,21%). Segregando os resultados, foi possível observar a maior frequência do sorogrupo Autumnalis (42,86%) e Icterohaemorrhagiae (28,57%) no estado de Alagoas, bioma caatinga, e Autumnalis (26,19%) e Icterohaemorrhagiae (23,81%) no estado do Maranhão, bioma do cerrado. Constatou-se que a *Leptospira* sp. está presente nos estados analisados, tanto no bioma Caatinga quanto no Cerrado, estando presente em áreas de características diversificadas quanto a vegetação e clima, o que gera alerta para os cuidados preventivos em relação a doença, como manejo correto dos animais, assistência técnica.

Palavras-chave: Caatinga; Cerrado; *Leptospira*; Pequenos Ruminantes; Saúde Pública; Zoonoses.

Abstract

Caprine breeding is a largely exploited activity in Brazil, with a herd of over 10 million goats concentrated mostly in the Northeast region, which contains 93.9% of the national herd. However, this region is affected by huge losses due to inappropriate management and illness occurrence, such as leptospirosis, a reproductive disease that causes economic and productive losses. Considering these previous statements, we aimed to determine the most frequent seroprevalence, serogroups and factors associated with the occurrence of leptospirosis in goats from different states and biomes of the Brazilian northeast and properly locate the disease throughout the region through the analysis of epidemiological questionnaires and geographic data. The samples were submitted to the Microscopic Agglutination Test (MAT) with a cutoff of 50. In addition, geographic data were analysed to create maps with epidemiological descriptions of the disease in the states. The total occurrence of seropositive animals was 19.93% (119/597), 18.92% (35/185) in the state of Alagoas and 20.38% (84/412) in Maranhão. The most common serogroups in these states were Autumnalis (31.09%) and Icterohaemorrhagiae (23.81%). Dividing the results, it was possible to observe a greater occurrence of the serogroup Autumnalis (42.86%) Icterohaemorrhagiae (28.57%) in the state of Alagoas, Caatinga biome, plus Autumnalis (26.19%) and Icterohaemorrhagiae (23.81%) in the state of Maranhão, Cerrado biome. It was proven that *Leptospira* sp. is present in both states and biomes analyzed, present in diverse areas as in vegetation and climate, warning preventive care towards the disease, such as correct handling of animals, technical assistance.

Keywords: Caatinga; Cerrado; *Leptospira*; Small Ruminants; Public Health; Zoonoses

Resumen

La cría de cabras es una actividad ampliamente explorada en Brasil, con más de 10 millones de cabras, siendo el Nordeste una región destacada, con el 93,9% del rebaño nacional. Sin embargo, todavía es una región con grandes pérdidas por manejo inadecuado y la ocurrencia de enfermedades, entre ellas la leptospirosis, enfermedad de la esfera reproductiva que ocasiona pérdidas productivas y económicas a los rebaños. Así, el objetivo fue determinar la seroprevalencia, los serogrupos más frecuentes y los factores asociados con la ocurrencia de leptospirosis en cabras de estados con diferentes biomas del noreste de Brasil y geoespacializar la enfermedad en la región a través del análisis de cuestionarios epidemiológicos y datos geográficos. Las muestras fueron sometidas a la

Prueba de Soroaglutinación Microscópica (SAM) con un punto de corte de 50. Además, se analizaron datos geográficos para construir mapas con caracterización epidemiológica de leptospirosis en los estados. La frecuencia de individuos seropositivos fue de 19,93% (119/597), 18,92% (35/185) en el estado de Alagoas y 20,38% (84/412) en Maranhão. Los serogrupos más frecuentes para los estados fueron Autumnalis (31,09%) y Icterohaemorrhagiae (25,21%). Segregando los resultados, fue posible observar la mayor frecuencia del serogrupo Autumnalis (42,86%) y Icterohaemorrhagiae (28,57%) en el estado de Alagoas, bioma caatinga, y Autumnalis (26,19%) y Icterohaemorrhagiae (23,81%) en el estado de Maranhão, el bioma del cerrado. Se encontró que *Leptospira* sp. está presente en los estados analizados, tanto en los biomas de Caatinga como en Cerrado, estando presente en áreas con diversas características como vegetación y clima, lo que genera una alerta para la atención preventiva en relación a la enfermedad, tales como manejo correcto de animales, asistencia técnica.

Palabras clave: Caatinga; Cerrado; *Leptospira*; Pequeños ruminantes; Salud pública; Zoonosis.

1. Introdução

A produção de pequenos ruminantes é uma atividade amplamente explorada nos países tropicais. O Brasil conta com um efetivo de 10.696.664 de caprinos, dos quais a região Nordeste detém 93,9% (10.047.755) (IBGE, 2019). A maior parte dos sistemas de criação é de subsistência, caracterizado por 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 e geram deficiências causadas principalmente por doenças infecciosas (Sousa, 2007; Fernandes, 2009; Guilherme et al., 2017).

Dentre as patologias que acometem os caprinos, a leptospirose merece destaque por estar amplamente disseminada, determinar abortamentos, nascimento de crias fracas e prematuras, além de queda na produção de leite (Ellis, 2015). Mesmo com essa importância o diagnóstico da leptospirose ainda configura um desafio, uma vez que a infecção muitas vezes é subclínica e com sintomas inespecíficos (Faine et al., 1999; Martins & Lilenbaum, 2014; Da Costa et al., 2019).

Os caprinos são menos suscetíveis a leptospirose quando comparadas a outras espécies, como bovinos, cães (Martins & Lilenbaum, 2014), expressando menos sinais clínicos, mas podem precisar ser avaliadas em relação ao abrigo do agente e uma

possível transmissão venérea, inclusive em ambientes de clima Semiárido, como acontece com outras espécies como os ovinos, segundo Silva et al. (2018) e Nogueira et al. (2020), isto faz com que a bactéria permaneça no ambiente, trazendo risco a população e aos animais, em especial nas criações consorciadas.

Os índices elevados de temperatura e a aridez do território, que ocorrem em áreas como a região Nordeste, impactam fisiologicamente os animais, influenciando negativamente a sua produção e reprodução (Viana et al., 2012; Souza et al., 2015). Outro ponto importante a ser levado em conta é a diversidade ecológica presente no Brasil, país de proporções continentais que abrange várias zonas biogeográficas distintas, os biomas. A região Nordeste segue essa mesma característica, com quatro biomas em sua extensão territorial, a Mata Atlântica, a Caatinga, o Cerrado e uma parte do bioma Amazônia (Brasil, 2020), trazendo diferentes características edafoclimáticas e criando distintos ambientes que podem influenciar a ocorrência de leptospirose.

Dessa maneira, objetivou-se com esse trabalho determinar os indicadores que caracterizam a situação epidemiológica da leptospirose em caprinos em dois biomas distintos no Nordeste do Brasil.

2. Metodologia

Este projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) do Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) sob número de protocolo 103/2017.

Origem dos dados e colheita de amostras biológicas

Os estudos foram conduzidos a partir da seleção de uma amostra representativa dos caprinos de propriedades nos estados do Maranhão e Alagoas, pertencentes a região Nordeste do Brasil, que se destaca como região de elevada concentração de animais da caprinocultura nacional. O número mínimo de animais foi definido por meio da fórmula do acaso simples (Thrusfield, 2007), levando-se em consideração os seguintes parâmetros: prevalência de animais soropositivos de 50%, para maximizar a amostra, erro amostral de 5% e nível de confiança de 95%. Para esses parâmetros seria necessário ter uma amostra de 385, porém, uma amostra final foi composta por 597 animais, de ambos os sexos, jovens (6 a 12 meses) e adultos (matrizes e reprodutores), de regiões que concentram um número significativo do rebanho da região. A adesão dos proprietários

foi voluntária. A inclusão das unidades foi por amostragem não probabilística, através de sorteio aleatório de propriedades elencadas previamente e de listas cedidas por associações de criadores, agências de defesa estadual, secretaria de agricultura e o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE).

O tamanho da amostra de caprinos selecionado 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, 2007):

$$n = [1 - (1 - p)^{1/d}] \times (N - d/2) + 1$$

Onde n é o tamanho da amostra; p é a probabilidade de detecção de pelo menos um animal soropositivo; N é o tamanho do rebanho; e d é o número de animais soropositivos no rebanho.

A probabilidade de detecção de pelo menos um animal soropositivo em um rebanho foi determinada em 95% ($p = 0,95$) e o número de animais soropositivos em cada rebanho (d) foi calculado assumindo uma prevalência de rebanho de 16,19% (Alves et al., 1996). Em rebanhos com até 20 animais, todos foram amostrados e 20 animais foram selecionados quando o número de animais era > 20 animais.

Em Alagoas, foram coletadas amostras de caprinos pertencentes a seis municípios (Delmiro Gouveia, Mata Grande, Poço das Trincheiras, Santa do Ipanema, Canapi e São José das Taperas), que estão localizados nas regiões do Sertão e Agreste Alagoano, áreas pertencentes ao bioma caatinga e que detém 12.080 caprinos, distribuídos em 1.001 estabelecimentos (IBGE, 2017). No Estado do Maranhão, foram coletadas amostras de caprinos pertencentes a oito municípios (Caxias, Buriti, Brejo, Magalhães de Almeida, Barreirinhas, Primeira Cruz, Santo Amaro e Vargem Grande), situados nas regiões Norte e Leste Maranhense, localizados em áreas de bioma cerrado, que detém 35.858 caprinos distribuídos em 2.102 estabelecimentos (IBGE, 2017).

As atividades de campo incluíram colheita de sangue, aplicação de questionário epidemiológico com posterior envio das amostras para realização de provas sorológicas. As amostras de sangue foram colhidas de caprinos adultos e jovens, em volumes de 8mL, pela punção da veia jugular com agulha descartável e tubo com vácuo (sem anticoagulante) com capacidade de 8,5mL. Após o dessoramento, o soro foi transferido para microtubos e congelado à -20°C até a realização da prova sorológica.

Diagnóstico Sorológico da Infecção por *Leptospira* sp.

A Soroaglutinação Microscópica (SAM), teste sorológico recomendado para o diagnóstico de leptospirose, foi realizada de acordo com a OIE (2014). Os antígenos utilizados eram procedentes do Instituto Pasteur, França e disponibilizados pelo Laboratório de Bacteriologia Veterinária da Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil (*Leptospira interrogans*: Autumnalis, Copenhageni, Bratislava, Canicola, Grippotyphosa, Hardjoprajitno, Kennewicki, Pomona, Pyrogenes, Icterohaemorrhagiae, Hebdomadis, Wolffii; *Leptospira borgpeterseni*: Ballum, Castellonis, Javanica, Mini, Tarassovi, *Leptospira santarosai*: Guaricura, Canalzoni; *Leptospira kirschneri*: Cynopteri, e *Leptospira noguchii*: Lousiana, Panama; *Leptospira weilli*: Celledoni). Os soros que apresentaram 50% ou mais de aglutinação na diluição indicada foram titulados em uma série de diluições geométricas na razão dois, com ponto de corte 50. O título do soro foi à recíproca da maior diluição que apresentou resultado positivo.

Análise de Fatores Associados

Para a análise dos fatores associados à soropositividade utilizou-se o procedimento de estudos transversais (Thrusfield, 2007), realizados com dados fornecidos pelos questionários epidemiológicos.

Um questionário estruturado com 49 perguntas, incluindo perguntas objetivas e discursivas, foi elaborado e aplicado para obter informações sobre (a) o perfil dos produtores e o perfil tecnológico da propriedade, (b) estrutura e composição do rebanho e (c) manejo produtivo e aspectos sanitários do rebanho.

Para identificar fatores associados à soropositividade, foi realizada inicialmente uma análise univariável, na qual cada variável independente foi submetida a uma análise de associação com a variável dependente (soropositividade nos testes sorológicos). Variáveis com valor de $P \leq 0,2$ no teste do qui-quadrado foram selecionadas para análise multivariável usando regressão robusta de Poisson. A colinearidade entre variáveis independentes foi verificada por uma análise de correlação; para as variáveis com forte colinearidade (coeficiente de correlação $> 0,9$), uma das duas variáveis foi excluída da análise múltipla de acordo com a plausibilidade biológica. 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 and Hothorn, 2002).

Distribuição Espacial

Para análise de distribuição espacial da soroprevalência de *Leptospira* sp. e de sorogrupos nos estados foram registradas as coordenadas geográficas de cada propriedade e essas foram analisadas para localização através do software *Google Earth Pro* e utilizadas para construção de mapas geográficos através do software QGIS 3.12.2.

3. Resultados

De um total de 597 animais amostrados, 119 (19,93%) foram soropositivos para *Leptospira* sp nos dois biomas. Para Alagoas (bioma Caatinga) a frequência foi de 18,92%, com 35 animais sororeagentes, enquanto para o Maranhão (bioma Cerrado) foi de 20,39%, com 84 animais sororeagentes, não havendo diferença estatística quanto à positividade entre os biomas ($P=0,740$).

Os sorogrupos mais frequentes foram Autumnalis (31,09%) e Icterohaemorrhagiae (25,21%), com títulos variando de 50 a 1600, também foram encontrados, em menor porcentagem, animais sororeagentes para os sorogrupos Canicola, Pomona, Javanica, Pyrogenes, Serjoe, Grippytyphosa e Australis (Tabela 1). No Bioma Caatinga, municípios do estado de Alagoas, o sorogrupo Autumnalis representou 42,86% dos positivos e Icterohaemorrhagiae 28,57%. No Cerrado, as frequências foram de 26,19% e 23,81%, respectivamente para Autumnalis e Icterohaemorrhagiae.

Tabela 1: Sorogrupos de *Leptospira* sp. mais prevalentes e respectivas titulações, em caprinos dos estados de Maranhão e Alagoas, utilizando um ponto de corte na diluição de 1:50 na SAM.

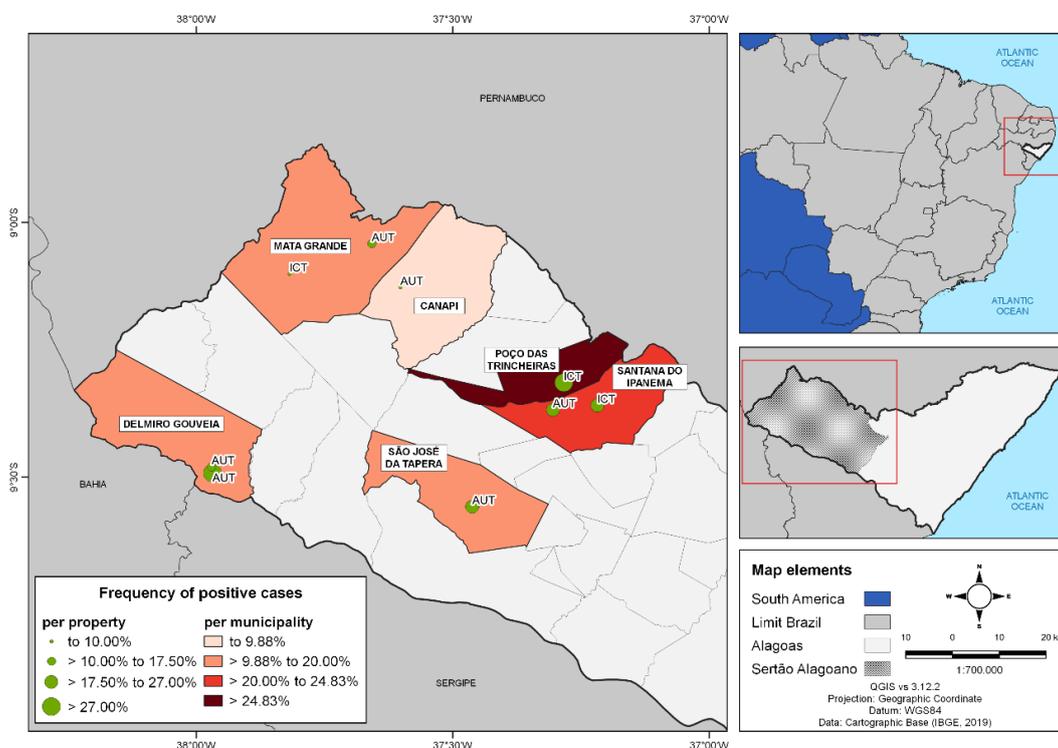
Estado	Sorogrupos	Títulos						Total (%)
		50	100	200	400	800	1600	
Maranhão	Javanica	-	2	-	-	-	-	2 (2,38)
	Icterohaemorrhagiae	9	7	2	1	-	1	20 (23,81)
	Australis	5	5	6	3	-	-	19 (22,62)
	Autumnalis	18	2	2	-	-	-	22 (26,19)
	Sejroe	1	2	-	-	-	-	3 (3,57)
	Grippytyphosa	1	3	2	1	-	-	7 (8,33)
	Pomona	-	4	2	2	3	-	11 (13,10)

	Canicola	-	-	1	-	-	-	1 (2,86)
	Icterohaemorrhagiae	4	3	1	1	-	1	10 (28,57)
	Pomona	1	-	-	-	-	-	1 (2,86)
Alagoas	Australis	2	-	1	-	-	-	3 (8,57)
	Autumnalis	12	1	2	-	-	-	15 (42,86)
	Grippotyphosa	3	-	-	-	-	-	3 (8,57)
	Pyrogenes	-	-	-	1	1	-	2 (5,71)

Fonte: Elaboração dos autores.

O município com maior frequência no estado de Alagoas foi Poço das Trincheiras, pertencente ao bioma Caatinga, com 30% de positividade, seguido pelo município de Santana Ipanema com 23,1% dos seus animais soropositivos. No estado do Maranhão, estado que ocupada o bioma Cerrado, o município de maior frequência foi Caxias, com 32,2%, seguido de Buriti com 25%. As frequências de soropositividade nas propriedades nos estados variaram de 6% a 65%, conforme pode ser analisado por meio das figuras 1 e 2.

Figura 1: Frequência de caprinos sororretores à *Leptospira* sp. por município e por propriedade e sorogrupos mais frequentes no estado de Alagoas, Nordeste do Brasil, 2021.

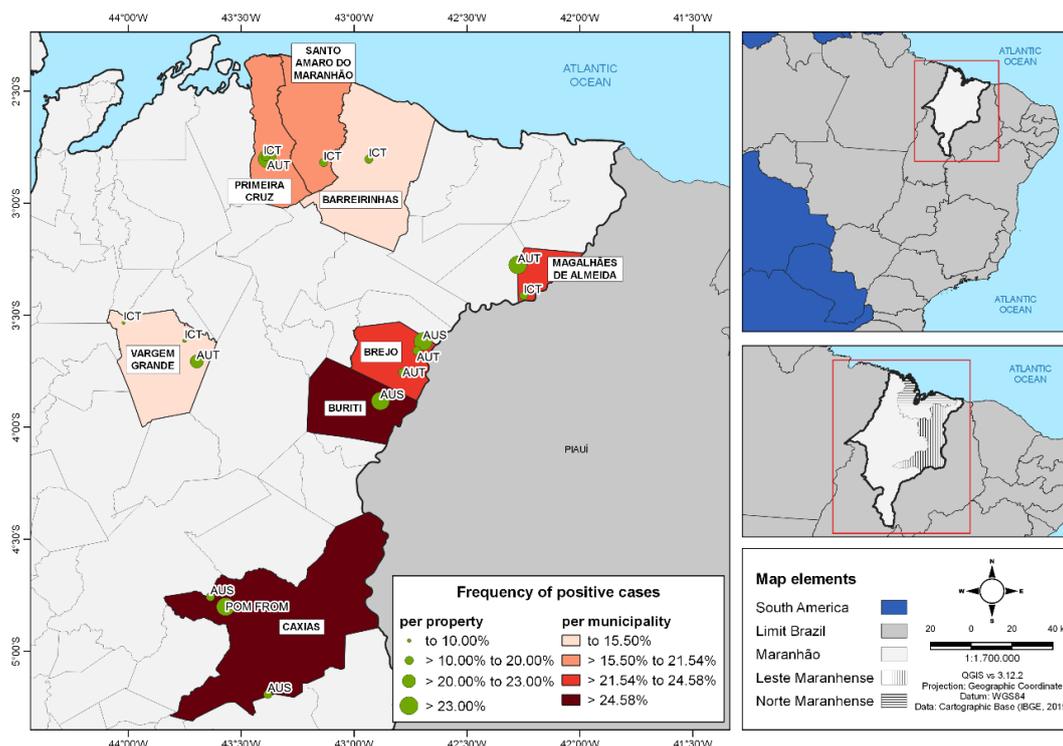


Fonte: Elaboração dos autores.

Na figura 1 é possível observar a frequência de caprinos soropositivos à *Leptospira* spp. em cada município estudado no estado de Alagoas, bioma Caatinga,

fazendo a comparação entre eles através da escala de cor utilizada. Além disso, é possível observar os sorogrupos mais frequentes em cada município e sua respectiva frequência através do diâmetro da circunferência.

Figura 2: Frequência de caprinos sororreatores à *Leptospira* sp. por município e por propriedade e sorogrupos mais frequentes no estado do Maranhão, Nordeste do Brasil, 2021.



Fonte: Elaboração dos autores.

Na figura 2 é possível observar a frequência de caprinos soropositivos à *Leptospira* spp. em cada município estudado no estado do Maranhão, bioma Cerrado, fazendo a comparação entre eles através da escala de cor utilizada. Além disso, é possível observar os sorogrupos mais frequentes em cada município e sua respectiva frequência através do diâmetro da circunferência.

Uma propriedade no município de Caxias, Maranhão foi a mais soroprevalente e uma propriedade pertencente ao município de Mata Grande, Alagoas, a de menor frequência.

Os fatores significativos na análise univariada ($P \leq 0,2$) estão descritos na tabela 2, destes os fatores associados à soropositividade por *Leptospira* spp. estão demonstrados na tabela 3 e os que obtiveram relevância estatística foram idade ($P < 0,001$) e a raça ($P = 0,012$) dos animais, além do fato de não colocar cal na entrada dos apriscos ($P = 0,023$) e a produção de reserva alimentar para o período seco ($P < 0,001$).

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

Variável	Categoria	Número total de animais	Número de animais positivos (%)	P
Faixa Etária do Produtor	Até 62 anos	459	83 (18,1)	0,051
	> 62 anos	138	36 (26,1)	
Idade do Animal	Jovem	212	17 (8)	0,000
	Adulto	385	102 (25,5)	
Qualidade da água	Ruim	139	34 (24,5)	0,146
	Boa	458	85 (18,6)	
Há outras receitas na família?	Não	150	40 (26,7)	0,024
	Sim	447	79 (17,7)	
Qual o objetivo da produção?	Carne	461	99 (21,5)	0,088
	Mista	136	20 (14,7)	
Raça	SRD	443	74 (16,7)	0,001
	CRD	154	45 (29,2)	
Coloca cal nas entradas dos apriscos?	Não	349	79 (22,6)	0,061
	Sim	248	40 (16,1)	
Frequência de limpeza das instalações?	Diário/Semanal/Quinzenal/Mensal	287	50 (17,4)	0,152
	Não faz/Mais de 1 mês	310	69 (22,3)	
Fornece concentrado?	Não	145	36 (24,8)	0,095
	Sim	452	83 (18,4)	
Faz alguma reserva alimentar para o período seco?	Não	319	51 (16)	0,010
	Sim	278	68 (24,5)	

Fonte: Elaboração dos autores.

Tabela 3: Fatores associados a leptospirose em caprinos dos estados de Alagoas e Maranhão, determinados por regressão.

Variável	Coefficient (β)	Standard error	Wald	Odds ratio (OR)	95% CI for OR	P-value
Idade do animal (adulto)	1,47	0,29	5,07	4,32	2,45 – 7,61	< 0,001
Raça (CRD)	0,68	0,27	2,50	2,00	1,17 – 3,43	0,012
É colocado cal na entrada dos apriscos (Não)	0,62	0,27	2,28	1,82	1,07 – 3,08	0,023
Fazer reserva alimentar (Sim)	0,92	0,24	3,75	2,36	1,48 – 3,78	< 0,001

Goodness of fit test (Hosmer and Lemeshow test): Chi-square = 1,98; degrees of freedom = 8; P = 0,982.

Fonte: Elaboração dos autores.

4. Discussão

Os biomas estudados revelam peculiaridades de cada região. Neste estudo foi possível observar soropositividades estatisticamente iguais em estados com características geográficas distintas, como o Maranhão está localizado na transição entre Cerrado e Amazônia, apresentando grande variedade de ecossistemas e biodiversidade, Alagoas apresenta precipitações anuais de 400 mm a 2200 mm (Barros et al., 2012), sendo que as cidades estudadas apresentam características semiáridas e menores níveis de precipitação. Isso corrobora a tese de que a leptospirose deixou de ser uma doença apenas de áreas alagadas e pode estar presente em muitos rebanhos do Nordeste do Brasil, mesmo em ambientes hostis, períodos de seca, necessitando de vigilância ativa e reforço na atuação da medicina veterinária preventiva, devido ao potencial zoonótico da doença e ao risco laboral na atuação de profissionais como veterinários, criadores e trabalhadores de abatedouro (Dorjee et al., 2008; Adler e De La Peña Moctezuma, 2010; Nogueira et al., 2020).

É importante lembrar que, neste período, a região Nordeste do Brasil sofreu um longo período de seca, e esta condição climática pode diminuir os índices da doença devido a sua característica de ocorrência em áreas úmidas e as características de transmissibilidade da leptospirose podem ser influenciadas por características climáticas, conforme sugerido por Costa et al. (2016); entretanto, a leptospirose continuou afetando ambos os biomas apesar da situação adversa, pois a leptospirose pode ser influenciada por diversos fatores, como a região, que possui níveis variados de temperatura, umidade, topografia, precipitação, e os reservatórios envolvidos, silvestres (raposas, gambás, roedores) e / ou animais domésticos (Alves et al., 2000), além da possível existência de vias alternativas de transmissão menos dependentes de fatores ambientais como umidade (Pimenta et al., 2019).

Não houve diferença significativa entre as ocorrências encontradas nos biomas ($P = 0,740$), mesmo com diferenças nos sistemas reprodutivos ou suscetibilidade aos cruzamentos estudados, como a umidade, visto que o Cerrado apresenta grande número de nascentes e bacias hidrográficas, como o São Francisco, em relação à Caatinga, apresentando menor umidade e longas secas (Leal et al., 2005; Ribeiro et al., 2005).

No Maranhão, no Cerrado, foi possível observar que a propriedade de maior frequência (65% de soropositividade) era rodeada de área verde e muitas fontes de água, ressaltando a importância da água no ciclo da doença, visto que os animais adquirem a

doença pelo contato direto com urina e tecidos contaminados ou indiretamente pelo contato com água contaminada com urina de animais infectados (Adler et al., 2011).

Em algumas propriedades foi perceptível a grande presença de área desmatada, como no município de Delmiro Gouveia, sertão alagoano, com propriedade obtendo frequência de 38%, o que alerta para a diversidade de biomas que a doença pode se desenvolver, pois o sertão de Alagoas apresenta características semiáridas, pertencendo ao bioma da Caatinga, e uma deficiência hídrica anual que pode ultrapassar 500mm (Barros et al., 2012). Ainda no estado de Alagoas foi possível observar a menor frequência no município de Mata Grande, pertencente a região do extremo oeste e característico pela presença de áreas mais úmidas (Correia, 2012).

Altas frequências para os sorogrupos *Icterohaemorrhagiae* e *Autumnalis* foram encontradas neste trabalho, com 31,09% de positividade para *Autumnalis* e 25,21% *Icterohaemorrhagiae*, um aparecimento recorrente em estudos com animais da região Nordeste (Costa et al., 2017; Moraes et al., 2019). Este fato é importante, pois traz preocupação à saúde humana, além da animal, uma vez que a leptospirose também pode ocorrer de forma ocupacional e estes sorogrupos são importantes no ciclo da doença em humanos, especialmente para aqueles que entram em contato com os animais e suas secreções e excreções, como agricultores, trabalhadores da área de abate e Médicos Veterinários (Dorjee et al., 2008; Adler and De La Peña Moctezuma, 2010). Foi possível observar a presença nos dois biomas, apesar das suas diferenças edarfoclimáticas, sugerindo uma relação entre a região estudada e a ocorrência desses sorogrupos.

Em ambos os biomas, em especial na Caatinga, observou-se a presença de áreas desmatadas e degradadas, o que favorece a aparição de animais silvestres e roedores, além disso houve predominância dos sorogrupos *Autumnalis* e *Icterohaemorrhagiae*, característicos dessas espécies animais. Sabe-se da importância da população de roedores na transmissão da leptospirose, uma vez que os roedores sinantrópicos, como os ratos (*Rattus norvegicus*), são hospedeiros de manutenção do sorogrupo *Icterohaemorrhagiae* e os roedores silvestres são hospedeiros do sorogrupo *Autumnalis* (Faine et al., 1999; Spickler and Leedom Larson, 2013).

A presença de animais sororeagentes para o sorogrupo *Autumnalis* é um fato importante e chama atenção, pois esta sorovariedade não está presente nas vacinas utilizadas comercialmente, o que gera uma preocupação acerca da segurança dos animais e reforça a necessidade de estudos que reforcem uma melhor descrição da doença em

áreas específicas e a necessidade de incremento dessas sorovariedades características na produção de vacinas (Higino et al., 2010).

O sorogrupo Pomona, consideravelmente presente no estado do Maranhão, sendo encontrado em 65% de uma propriedade do estado, é comumente encontrado em suínos sem sintomatologia clínica (Romero-Rivas et al., 2013; Adler and De La Peña Moctezuma, 2010) e o aparecimento em caprinos nesta pesquisa pode indicar contato entre as espécies, algo frequente e que foi constatado nas propriedades analisadas.

A presença de animais sororeagentes para os sorogrupos Grippotyphosa e Australis pode ter relação com as áreas estudadas, pois estes sorogrupos possuem como reservatórios animais silvestres, como guaxinins e gambás para o Grippotyphosa (Salaberry et al., 2011; Lenharo et al., 2012), e algumas propriedades analisadas neste estudo pertencem a áreas rurais e com regiões desmatadas, que favorecem o contato entre animais domésticos e silvestres, possibilitando essa transmissão. É importante ressaltar que houve presença desses sorogrupos nos dois biomas, sugerindo esta semelhança quanto aos sorogrupos mesmo em ambientes com características divergentes.

A idade e a raça dos animais, além de colocar cal nas entradas dos apriscos e a elaboração de reserva alimentar para o período seco foram considerados fatores associados à positividade.

Animais adultos, matrizes e reprodutores, bem como animais com raça definida, obtiveram mais chance de serem soropositivos para leptospirose em relação aos animais jovens e sem raça definida, respectivamente. Isso pode ser explicado pelo maior tempo de sobrevivência dos animais adultos, o que gera uma maior exposição ao agente, além da rusticidade e maior resistência de animais sem raça definida frente aos com padrão racial definido, como confirmam os estudos de Santos et al. (2012) e Silva et al. (2012) e constata Costa et al. (2019) em ovinos, quando afirmam que animais mestiços apresentaram maior resistência a infecção do que animais de raça.

A utilização da cal (CaO) nas estruturas de apriscos é uma medida comumente utilizada por criadores de animais domésticos, pois a substância tem ação inseticida e bactericida comprovada, sendo indispensável nas medidas de limpeza e desinfecção (Kich, 2005; Daipra et al., 2009; Wolf et al., 2014), desta forma, a não utilização dessa substância pode resultar em riscos de ordem biológica, assim como foi constatado neste estudo, em que os animais das propriedades que negligenciavam essa prática tiveram relação significativa com a soropositividade à *Leptospira* spp.

A produção de reservas alimentares pode ser explicada pela forma de manejo e

acondicionamento desses alimentos, pois são atraentes para roedores, em especial relacionada ao sorogrupo *Icterohaemorrhagiae* e *Autumnalis*, mais frequentes neste estudo, como discutido anteriormente, uma vez que estas espécies animais são extremamente importantes na cadeia de transmissão da doença e são resistentes à doença clínica, além de atuarem como portadores saudáveis, albergando o agente e eliminando no meio ambiente pela urina, contaminando alimentos, água e utensílios usados no manejo dos animais como comedouros e bebedouros (Faine et al., 1999; Spickler and Leedom Larson, 2013; Paes, 2016). Além disso, produtores que fazem reserva alimentar para o período seco tem o hábito de alimentá-los de forma intensiva, no cocho, fortalecendo uma aglomeração, diferentemente dos animais alimentados a pasto, o que pode facilitar a disseminação do agente devido ao frequente contato.

5. Conclusão

Com isso, constatou-se que a *Leptospira* sp. está presente nos caprinos estudados nos estados de Maranhão e Alagoas e que há uma semelhança quanto aos sorogrupos envolvidos na patogenia da doença nestes locais, variando apenas na frequência em que são encontrados, mesmo esses estados pertencentes a diferentes biomas, sendo o Maranhão localizado na faixa de transição entre Amazônia e Cerrado, o que confere uma grande variedade de ecossistemas e biodiversidade, e Alagoas ao bioma Caatinga. Além disso, foi possível concluir que a leptospirose está presente em áreas de características diversificadas, não sendo uma doença restrita às áreas alagadas ou com vegetação específica, o que gera o alerta para os cuidados preventivos em relação à doença, como a utilização de cal (CaO) na entrada de apriscos, cuidado com criações consorciadas, visto a importância desta na cadeia produtiva e na saúde pública, por se tratar de uma zoonose. Ao final, sugere-se que sejam realizadas mais pesquisas a respeito das características da leptospirose em mais estados da região para melhor conhecimento e caracterização fidedigna da doença nesta área tão importante para caprinocultura e para a economia.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico / Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento por apoiar financeiramente a pesquisa por meio do Edital 64/2008. Agradecemos também ao Departamento de Sanidade Animal, Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, CE, pela oportunidade e cooperação em pesquisa.

Referências Bibliográficas

Adler, B., & De La Peña Moctezuma, A. (2010). *Leptospira* and leptospirosis. *Veterinary Microbiology*, 140 (3), 287-296

Adler, B., Lo. M., Seemann, T., & Murray, G. L. (2011). Pathogenesis of leptospirosis: The influence of genomics. *Veterinary Microbiology*, 153 (1-2), 73 – 81

Alves, C. J., Andrade, J. S. L., Vasconcellos, S. A., Morais, Z. M., Azevedo, S. S., & Santos, F. A. (2000). Avaliação dos níveis de aglutininas *anti-Leptospira* spp. em cães no município de Patos-PB, Brasil. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 7 (2), 17-21

Alves, C. J., Vasconcellos, S. A., Camargo, C. R. A., & Morais, Z. M. (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*, 63 (2), 11-19

Barros, A. H. C., Filho, J. C. de A., Silva, A. B. da, & Santiago, G. A. C. F. (2012). *Climatologia do estado de Alagoas. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento – Embrapa Solos*, 32p

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, M. M. A, BRASIL. *Biodiversidade Brasileira*. 2020. Disponível em: < <https://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira> > Acesso em: 02 jun. 2020

Carstensen, B., Plummer, M., Laara, E., & Hills, M. (2019). Epi: A Package for Statistical Analysis in Epidemiology. R package version 2.40. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=Epi>>. Acesso em: 10 dez, 2019

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. (2016). Serological study of the *Leptospira* spp. infection in sheep and goats slaughtered in the State of Paraíba, semiarid of Northeastern Brazil. *Semina: Ciências Agrárias*, 37 (2), 819-828. <https://doi.org/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). Leptospirose em ovinos mestiços abatidos em uma região semiárida do Brasil. *Ciência Rural*, 47 (02), 1–6. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20160563>

Correia, W. F. B. (2012). *Arquitetura e Clima no contexto do semiárido: estratégias bioclimáticas para cidade de Mata Grande - AL*. Maceió, Alagoas, 170p. (Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo: Dinâmicas do Espaço Habitado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas)

Da Costa, D. F., de Faria, P. J. A., Nogueira, D. B., de Oliveira Tolentino, L. H., Viana, M. P., da Silva, J. D., de Melo Vaz, A. F., dos Santos Higino, S. S., de 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), e02720 <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02720>

Daipra, M. A., Corrêa, E. K., Rol, V. F., Xavier, E. G., Lopes, D. C. N., Lourenço, F. F., Zanusso, J. T., & Rol, A. P. (2009). Uso de cal virgem para o controle de *Salmonella* spp. e *Clostridium* spp. em camas de aviário. *Ciência rural*, 39 (4), 1189-1194

Dorjee, S., Heuer, C., Jackson, R., West, D. M., Collins-Emerson, J. M., Midwinter, A. C., & Ridler, A. L. (2008). Prevalence of pathogenic *Leptospira* spp. in sheep in a sheep-only abattoir in New Zealand. *New Zealand Veterinary Journal*, 56, 164–170

Ellis, W. A. (2015). Animal Leptospirosis. *Current Topics in Microbiology Immunology*, 387, 99-137

Faine, S., Adler, B., Bolin, C., & Perolat, P. (1999). *Leptospira and leptospirosis*. 2. ed. Melbourne: MediSci, 272p

Fernandes, C. E. (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*. São Paulo, São Paulo, 101p. (Dissertação de Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio. Instituto Biológico)

Guilherme, R. F., Lima, A. M. C., Alves, J. R. A., Costa, D. F., Pinheiro, R. R., Alves, F. F. S., Azevedo, S. S., & Alves, C. J. (2017). Characterization and typology of sheep and goat production systems in the State of Paraíba, a semi-arid region of northeastern Brazil. *Semina: Ciências Agrárias*, 38 (4), 2163-2178. <http://doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n4p2163>

Higino, S. S. S., Azevedo, S. S., Alves, C. J., Figueiredo, S. M., Silva, M. L. C. R., & Batista, C. S. A. (2010). Frequency of leptospirosis in ovine slaughtered in Patos, Paraíba, Brazil. *Arquivos Do Instituto Biologico (Sao Paulo)*, 77 (3), 525–527

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, BRASIL, 2017. Censo Agropecuário 2017: Resultados definitivos. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/pecuaria.html?localidade=0&tema=75674> Acesso em: 23 jan. 2020

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, BRASIL, 2019. Pesquisa da Pecuária Municipal. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>> Acesso em: 14 jan. 2020

Kich, J. D., Mores, N., Piffer, I. A., Coldebella, A., Amaral, A., Ramminger, L., & Cardoso, M. (2005). Fatores associados à soroprevalência de *Salmonella* em rebanhos comerciais de suínos. *Ciência Rural*, 35 (2), 398–405. <https://doi.org/10.1590/s0103-84782005000200024>

Leal, I. R., da Silva, J. M. C., Tabarelli, M., & Lacher Junior, T. E. (2005). Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. *Megadiversidade*, 1 (1), 139-146

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. *Arquivos do Instituto Biológico*, 79 (3), 333–341. <https://doi.org/10.1590/s1808-16572012000300003>

Martins, G., & Lilenbaum, W. (2014). Leptospirosis in sheep and goats under tropical conditions. *Tropical Animal Health and Production*, 46, 11-17

Morais, D. A., Santos Junior, D. A., Nunes, B. C., Costa, D. F., Viana, M. P., Silva, J. D., Higino, S. S. S., Azevedo, S. S., & Alves, C. J. (2019). Leptospirosis in donkeys (*Equus asinus*) destined for slaughter and export. *Semina: Ciências Agrárias*, 40 (6), 3541–3552. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n6Supl3p3541>

Nogueira, D. B., da Costa, F. T. R., de Sousa Bezerra, C., Silva, M. L. C. R., da Costa, D. F., Viana, M. P., da Silva, J. D., Júnior, J. P. A., Malossi, C. D., Ullmann, L. S., Santos, C. S. A. B., Alves, C. J., & de 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, 105497. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105497>

OIE. World Organization for Animal Health, Leptospirosis, in: *Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals*. (2014). World Organization for Animal Health

Paes, A. C. (2016). *Leptospirose canina*. In: Megid J., Ribeiro M.G. & Paes A.C. (Eds), *Doenças Infecciosas em Animais de Produção e de Companhia*, 356-377

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. (2019). Seroprevalence and predominant serogroups of *Leptospira* sp. In serological tests of

ruminants in northeastern Brazil. *Semina: Ciências Agrárias*, 40 (4), 1513–1522. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n4p1513>

R CORE TEAM (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Acesso: 13 Jan, 2020

Ribeiro, J. F., Bridgewater, S., Ratter, J. A., Sousa-Silva, J. C. (2005). Ocupação do bioma Cerrado e conservação da sua diversidade vegetal. In Scariot, A., Sousa-Silva, J. C., Felfili, J. M., (Org.). *Cerrado: Ecologia, biodiversidade e conservação*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 385-399

Romero-Vivas, C. M., Thiry, D., Rodríguez, V., Calderón, A., Arrieta, G., Máttar, S., Cuello, M., Levett, P. N., & Falconar, A. K. (2013). Molecular serovar characterization of *Leptospira* isolates from animals and water in Colombia. *Biomédica*, 33, 179–184

Santos, P. J., Lima-Ribeiro, A. M. C., Oliveira, P. R., Santos, M. P., Junior, A. F., Medeiros, A. A., & Tavares, T. C. F. (2012). Seroprevalence and risk factors for Leptospirosis in goats in Uberlândia, Minas Gerais, Brazil. *Tropical Animal Health and Production*, 44, 101-106

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. (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>

Silva, R. C., Costa, V. M., Shimabukuro, F. H., Richini-Pereira, V. B., Menozzi, B. D., & Langoni, H. (2012). Frequency of *Leptospira* spp. in sheep from Brazilian slaughterhouses and its association with epidemiological variables. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 32 (3), 194-198

Sousa, W. H. (2007). O Agronegócio da caprinocultura de corte no Brasil. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, 1 (1), 51-58

Souza, P. T., Salles, M. G. F., Costa, A. N. L., Carneiro, H. A. V., Souza, L. P., Rocha, D. R., & Araújo, A. A. (2015). Perfil hematológico de cabras Saanen e mestiças (1/2 Saanen e 1/2 Anglo-nubiana) criadas em clima tropical do Ceará. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 35(1), 99–104. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2015000100019>

Spickler, A. R., & Leedom Larson, K. R. (2013). Leptospirosis. *The Center for Food Security & Public Health*. Iowa State University. Disponível em: <<http://www.cfsph.iastate.edu/DiseaseInfo/factsheets.php>>. Acesso: 17 dez. 2019

Thrusfield, M, 2007. *Veterinary epidemiology*, 3th. Oxford: Blackwell Science, 888p

Viana, M. P., Medeiros, A. R., & Souza, B. B. de. (2012). Efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia, produção e reprodução de caprinos. *Agropecuária Científica do Semiárido*, 9 (4) 01-08

Wolf, J., Gouvea, A., Silva, E. R. L., Potrich, M., & Appel, A. (2014). Métodos físicos e cal hidratada para manejo do cascudinho dos aviários. *Ciencia Rural*, 44 (1), 161–166. <https://doi.org/10.1590/s0103-84782014000100026>

Zeileis, A., & Hothorn, T. (2002). Diagnostic Checking in Regression Relationships. *R News*, 2 (3), 7-10. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/doc/Rnews/>>. Acesso em: 20 Jan, 2020

Zuerner, R. L. (2005). Laboratory maintenance of pathogenic *Leptospira*. *Current Protocols in Microbiology*, 12, 12E.1

**CAPITULO II: Soroprevalência e fatores associados a leptospirose caprina no
Nordeste do Brasil**

Artigo submetido ao Periódico Tropical Animal Health and Production (Qualis A3)

Soroprevalência e fatores associados a leptospirose caprina no Nordeste do Brasil

Maira Pôrto Viana¹, José Dêvede da Silva¹, Ana Milena César Lima², Francisco Selmo Fernandes Alves³, Raimundo Rizaldo Pinheiro³, Diego Figueiredo da Costa⁴, Glaucenyra Cecília Pinheiro da Silva², Denise Batista Nogueira¹, Sérgio Santos de Azevedo¹, Clebert José Alves*¹

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

Resumo

O Nordeste do Brasil é uma área de diversidade edafoclimática, região de grandes proporções. Além disso há uma escassez de estudos referentes a leptospirose em caprinos do Nordeste, espécie de grande importância na agropecuária da região, que conta com mais de 90% do rebanho brasileiro, e precisa elucidar muitos pontos acerca da epidemiologia da doença e conhecer o comportamento dela em seu território. Diante disso, objetivou-se determinar a soroprevalência, sorogrupos mais frequentes e os fatores associados à ocorrência da leptospirose em caprinos de estados do Nordeste brasileiro. Foram coletadas amostras de caprinos jovens e adultos, de ambos os sexos, em cinco estados: Ceará, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe. As amostras foram submetidas ao teste de Soroaglutinação Microscópica (SAM). Também foram aplicados questionários epidemiológicos para coleta de dados e análise de fatores associados a soropositividade para *Leptospira* spp. A frequência de soropositivos foi de 18,73% (772/4121), avaliando as propriedades 82,9% (184/222) obtiveram pelo menos um animal sororreativo. Os sorogrupos mais frequentes foram Autumnalis (23,06%) e Australis (20,98%), com títulos variando de 1:100 a 1:800. Os fatores associados à soropositividade por *Leptospira* spp. foram sexo do animal ($P = 0,040$), escolaridade do produtor ($P < 0,001$), produtor procura instituição para apoio e solução de problemas ($P = 0,040$) e a propriedade apresentar área de irrigação ($P = 0,002$). Constatou-se que a *Leptospira* sp. está presente nos estados da região Nordeste do Brasil e que há uma tendência ao aparecimento de alguns sorogrupos específicos, como Autumnalis e Australis.

Palavras-chave: Características edafoclimáticas; *Leptospira*; Pequenos Ruminantes; Saúde Pública; Zoonoses.

Abstract

Northeast Brazil is an area of edaphoclimatic diversity, a region of great proportions. In addition, there is a scarcity of studies regarding leptospirosis in goats in Northeast, a species of great importance in agriculture in the region, which has more than 90% of the Brazilian herd, and needs to clarify many points about the epidemiology of disease and to know its behavior in your territory. So on this idea, the objective was to determine seroprevalence, most frequent serogroups and factors associated with the occurrence of leptospirosis in goats from states in Northeast Brazil. Samples of young and adult goats, of both genders, were collected in five states: Ceará, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte and Sergipe. The samples were submitted to Microscopic Seroagglutination test (MAT). Epidemiological questionnaires were also applied to collect data and analyze factors associated with seropositivity for *Leptospira* spp. The frequency of seropositive individuals was 18.73% (772/4121), evaluating the properties 82.9% (184/222) obtained at least one seroreactive animal. The most frequent serogroups were Autumnalis (23.06%) and Australis (20.98%), with results ranging from 1: 100 to 1: 800. The factors associated with seropositivity by *Leptospira* spp. were animal sex ($P = 0.040$), producer education ($P < 0.001$), producer contacts institution to support and solve problem ($P = 0.040$) and property presents irrigation area ($P = 0.002$). It was found that *Leptospira* sp. is present in states of Northeast region of Brazil and that there is a tendency for appearance of some specific serogroups, such as Autumnalis and Australis.

Keywords: Edaphoclimatic characteristics; *Leptospira*; Small Ruminants; Public health; Zoonoses.

Introdução

Índices elevados de temperatura, características de clima e ambiente, além da aridez de território, impactam fisiologicamente os animais, influenciando negativamente a sua produção e reprodução (Viana et al. 2012; Souza et al. 2015). A diversidade ecológica é fortemente presente no Brasil, país de proporções continentais, com várias zonas biogeográficas e características climáticas distintas. A região Nordeste segue essa mesma característica, com quatro biomas em sua extensão territorial, Mata Atlântica, Caatinga, Cerrado e parte do bioma Amazônia (Brasil, 2020), trazendo diferentes características edafoclimáticas e criando distintos ambientes que podem influenciar a produtividade e ocorrência de doenças.

Entre essas doenças, a Leptospirose aparece de forma importante, por determinar abortamentos, nascimento de crias fracas e prematuras, queda na produção de leite, além de ser um fator importante para a saúde pública por se tratar de uma zoonose e seu diagnóstico ainda configurar um desafio, uma vez que a infecção muitas vezes é subclínica e com sintomas inespecíficos, em especial para pequenos ruminantes, menos suscetíveis quando comparadas a outras espécies, expressando menos sinais clínicos, mas abrigando o agente e até disseminando de forma venérea (Faine et al. 1999; Martins & Lilenbaum 2014; Ellis, 2015), inclusive em ambientes de clima semiárido (Silva et al. 2018; Nogueira et al. 2020).

Os caprinos constituem grande parte da produção agropecuária do Brasil, com um efetivo de 11.301.481 de cabeças. Destas, a região Nordeste detém 94,5% (10.687.777) (IBGE, 2019) sendo a região de maior produção do país. A maior parte dos sistemas de criação é caracterizado por diversos problemas como falta de assistência técnica, deficiências de manejo e baixo nível organizacional dos produtores que, associados as condições de clima e solo da região, inviabilizam economicamente a atividade devido à baixa produtividade do rebanho e gerando deficiências (Sousa, 2007; Fernandes, 2009; Guilherme et al. 2017).

Considerando a importância e a necessidade de conhecimento acerca da situação desta doença na espécie caprina na região Nordeste do Brasil, o objetivo da pesquisa foi determinar os indicadores que caracterizam a situação epidemiológica da Leptospirose em caprinos nesta região, através de diagnóstico sorológico e análise de fatores associados à soropositividade nos rebanhos.

Material e Métodos

Amostragem e trabalho de campo

Os estudos foram conduzidos a partir da seleção de uma amostra representativa dos caprinos dos estados do Ceará, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe, pertencentes a região Nordeste do Brasil, localizada entre 1 ° 00 ' e 18 ° 30 ' de latitude sul e 34 ° 20 ' e 48 ° 30 ' longitude oeste e cobre 18,3% do território com uma área de aproximadamente 1,5 milhões de km². É composto por 1.793 municípios distribuídos em nove estados e se destaca como região de elevada concentração de animais da caprinocultura nacional.

O levantamento foi planejado como parte do Projeto Zoossanitário, envolvendo a parceria da Embrapa Caprinos e Ovinos e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

O número mínimo de propriedades utilizadas foi calculado utilizando a fórmula para amostras aleatórias simples (Thrusfield & Christley, 2018), considerando os seguintes parâmetros: prevalência de 43,6% de rebanhos soropositivos (Higino et al. 2012), erro amostral de 7% e nível de confiança de 95%. Esses parâmetros exigiram uma amostra mínima de 193 propriedades, porém foram utilizadas 222.

O tamanho da amostra de caprinos foi determinado de acordo com a fórmula comumente aplicada em investigações epidemiológicas veterinárias (Thrusfield & Christley, 2018), utilizando os seguintes parâmetros: 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 assumindo uma prevalência de rebanho de 16,19% (Alves et al. 1996). Em rebanhos com até 20 animais, todos foram amostrados e 20 animais foram selecionados quando o número era maior 20.

A amostra final foi composta por 4121 animais, de ambos os sexos, jovens (6 a 12 meses) e adultos (matrizes e reprodutores), de áreas que concentram um número significativo do rebanho da região. A adesão dos proprietários foi voluntária.

No Ceará foram coletadas 620 amostras de caprinos em 34 propriedades pertencentes a 14 municípios; na Paraíba foram 1138 amostras pertencentes a 61 propriedades de nove municípios; no Piauí foram coletadas 809 amostras, de 44 propriedades em 14 municípios; no Rio Grande do Norte foram 1094 amostras em sete municípios, com um total de 56 propriedades; e em Sergipe foram 460 amostras, 27 propriedades em sete municípios (Figura 1).

As atividades de campo incluíram colheita de sangue, aplicação de questionário epidemiológico com posterior envio das amostras para realização da prova sorológica. As amostras de sangue foram colhidas em volumes de 8mL, pela punção da veia jugular com agulha descartável e tubo com vácuo (sem anticoagulante) com capacidade de 8,5mL. Após o dessoramento, o soro foi transferido para microtubos e congelado à -20°C até a realização da prova sorológica.

Os questionários epidemiológicos continham 29 questões sobre informações relacionadas a: (a) perfil dos produtores e perfil tecnológico da propriedade; (b) estrutura e composição do rebanho; e (c) manejo produtivo e aspectos de saúde do rebanho.

Diagnóstico Sorológico da infecção por *Leptospira* sp.

Teste de soroprecipitação microscópica (SAM), método padrão para sorologia de leptospirose (OIE, 2014) foi utilizado. Os antígenos utilizados eram procedentes do Instituto Pasteur, França e disponibilizados pelo Laboratório de Bacteriologia Veterinária da Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. *Leptospira interrogans* sorovares Australis, Autumnalis, Bratislava, Batavia, Canicola, Copenhageni, Djasiman, Grippotyphosa, Hardjoprajitno, Hebdomadis, Icterohaemorrhagiae, Pomona, Pomona Fromm, Pyrogenes, Sentot e Wolffi; *Leptospira borgpeterseni* sorovares Ballum, Castellonis, Hardjobovis, Javanica, Mini, Tarassovi e Whitcombi; *Leptospira biflexa* sorovares Andamana e Patoc; *Leptospira santarosai* sorovares Guaricura, Canalzoni e Shermani; *Leptospira kirschneri* sorovares Butembo e Cynopteri; *Leptospira noguchii* sorovares Louisiana e Panama; *Leptospira weilli* sorovar Celledoni. As amostras de soro foram triadas em diluições de 1:100, e aquelas que apresentaram 50% ou mais de aglutinação foram tituladas por uma série de diluições geométricas na proporção de dois. O título sérico foi a recíproca da maior diluição que apresentou resultado positivo. Os antígenos foram examinados em microscópio de campo escuro, antes dos testes, a fim de verificar a mobilidade e presença de autoaglutinação ou contaminantes.

Análise de dados

Para identificar os fatores associados à soroprevalência, inicialmente foi realizada uma análise bivariada, na qual as variáveis independentes foram submetidas a análises de associação com a variável dependente (soropositividade em testes sorológicos). Variáveis com $P \leq 0,2$ no teste qui-quadrado foram selecionadas para análise multivariada por meio de regressão de Poisson robusta. A colinearidade entre as variáveis independentes foi verificada por meio de uma análise de correlação; para variáveis com colinearidade forte (coeficiente de correlação $> 0,9$), uma das duas variáveis foi excluída da análise múltipla de acordo com a plausibilidade biológica. O teste qui-quadrado de Pearson foi usado para avaliar o ajuste do modelo final. O nível de significância adotado na análise múltipla foi de 5% e as análises foram realizadas no IMB SPSS Statistics 21 para Windows.

Resultados

De um total de 4121 animais amostrados, 772 (18,73%) foram soropositivos para *Leptospira* sp. Avaliando as propriedades 184 (82,9%) das 222 obtiveram pelo menos um animal sororreativo. Os sorogrupos mais frequentes foram Autumnalis (23,06%), Australis (20,98%) e Cynopteri (16,32%), com títulos variando de 1:100 a 1:800. Outros sorogrupos foram encontrados em menor porcentagem, como demonstrado na tabela 1.

Os fatores significativos na análise univariada ($P \leq 0,2$) estão descritos na tabela 2, destes os fatores associados à soropositividade por *Leptospira* spp. estão demonstrados na tabela 3 e os que obtiveram relevância estatística foram sexo do animal ($P = 0,040$), escolaridade do produtor ($P < 0,001$), produtor procura instituição para apoio técnico e solução de problemas ($P = 0,040$) e a propriedade apresentar área de irrigação ($P = 0,002$).

Discussão

Este é o primeiro levantamento transversal de leptospirose em caprinos utilizando amostragem planejada de animais e rebanhos de cinco estados da região Nordeste do Brasil. O trabalho anterior foi construído a partir de sorologia localizada ou pequenas amostras por estado (Alves et al. 2017; Pimenta et al. 2019). Inquéritos transversais são os estudos observacionais mais frequentemente desenhados sobre leptospirose em cabras, mas é importante estar ciente da limitação primária desses estudos, ou seja, geralmente não há evidências de uma relação temporal porque a exposição e o desfecho são avaliados simultaneamente e, sem dados longitudinais, não é possível estabelecer uma verdadeira relação de causa e efeito (Carlson e Morrison, 2009; Thrusfield e Christley, 2018; Ramalho et al. 2021).

A frequência em nível de animal (18,73%) foi maior em comparação com alguns estudos, como: Bertelloni et al. (2019) na Itália (4,58%) e Allan et al. (2018) na Tanzânia (1,2%), porém foi semelhante a alguns estudos realizados no Brasil, que obtiveram frequências variando de 9% a 31,3% (Favero et al. 2002; Lilenbaum et al. 2009; Santos et al. 2012; Martins e Lilenbaum, 2013). Nos estados do Nordeste, a prevalência encontrada neste último variou de 5,2% a 14,5% (Araújo Neto et al. 2010; Higino et al. 2013; Costa et al. 2016), o que pode indicar aumento de casos na região e alerta para a necessidade de implementação de medidas higiênico-sanitárias preventivas e educativas em relação à ocorrência de doenças, como limpeza, controle de vetores e pragas, práticas de vacinação.

Em relação aos sorogrupos, é importante ressaltar que a presença do Autumnalis é recorrente em estudos na mesma região, como as pesquisas de Higino et al. (2013), Alves et al. (2017), Pimenta et al. (2019), além de Moraes et al. (2019) e Costa et al. (2017) em pesquisas com asininos e ovinos, respectivamente. Além disso, há uma alta sororreatividade ao ponto de corte 1:100 para o Autumnalis, o que sugere a circulação desse agente na região semiárida e uma possível adaptação desse sorogrupo aos pequenos ruminantes. O aparecimento de animais sororreativos para este sorogrupo é um fato importante, pois esta sorovariedade não está presente nas vacinas utilizadas comercialmente, o que gera preocupação, alertando para a necessidade de pesquisas que identifiquem o agente por meio de isolamento e caracterizem o mesmo em regiões de clima semiárido, dessa forma fomentando estudos relacionados ao controle (diagnóstico) e prevenção (vacinas) da doença nas espécies de animais de produção.

A presença de animais sororreagentes aos sorogrupos Australis e Cynopteri em ambiente semiárido reforça a tese de transmissões alternativas menos dependentes de condições climáticas, como chuva e alagamentos, e a ocorrência de transmissão interespecie, visto que a presença do Australis está relacionada a espécie equídea e o sorogrupo Cynopteri tem como hospedeiros naturais animais selvagens (Moraes et al. 2019; Pimenta et al. 2019; Nogueira et al. 2020).

Outros sorogrupos foram encontrados em menor proporção, como Pyrogenes (11,40%), Icterohaemorrhagie (6,61%) e Serjoe (4,15%), ambos chegando a títulos altos, como 1:800, o que alerta para um cuidado em relação a saúde pública, uma vez que estes sorogrupos são potencialmente infectantes para o ser humano. Esta soropositividade possivelmente acontece pela relação com condições higiênico-sanitárias, de manejo e ambientais, por facilitarem o contato com hospedeiros naturais como roedores sinantrópicos, bovinos e animais silvestres (Favero et al. 2002; Spickler and Leedom Larson, 2013; Pimenta et al. 2020).

As fêmeas foram consideradas mais associadas a sororreatividade em relação aos machos, isso pode estar relacionado ao fato dos produtores deixarem esses animais por mais tempo no rebanho para a reprodução, uma vez que os machos são mais direcionados para a venda e as fêmeas para produção de leite, além da convivência dos animais em aprisco, fazendo com que as fêmeas sejam mais expostas ao agente ao longo da vida (De Farias et al. 2019b).

A menor escolaridade também foi considerada fator de associação e isto pode ser explicado por um maior conhecimento técnico e em relação a ocorrência e transmissão

da doença que os produtores com mais estudo adquirem ao longo da vida, podendo implantar técnicas de manejo mais adequadas e também medidas preventivas em relação a saúde dos animais, visto que a deficiência na administração das informações pode influenciar a forma de ação dos produtores (Guilherme et al. 2017; De Farias et al. 2019). Costa et al. (2011) em estudo na Paraíba relataram que o nível educacional pode estar diretamente relacionado ao nível tecnológico das propriedades e aqueles que tem maior nível de educação podem assimilar novas tecnologias.

Procurar instituições de apoio técnico para a resolução de problemas foi considerado fator de associação, isso pode estar relacionado ao fato de grande parte dos produtores não trabalharem com a assistência preventiva e buscarem apoio técnico apenas quando percebem a ocorrência da doença, visto que a soropositividade para leptospirose foi associada a esta procura. A percepção do uso de tecnologias e assistência técnica pode variar com o grau de instrução dos produtores, bem como a facilidade e a busca por esse auxílio e este trabalho também constatou uma baixa escolaridade para grande parte dos produtores (De Farias et al. 2019b). Esse resultado destaca a importância pela busca de conhecimentos e assistência técnica, que podem contribuir para melhorar as condições de criação, resultando na diminuição da ocorrência de doenças, como confirma Lilenbaum et al. (2008), em estudo aonde rebanhos sob supervisão veterinária frequente apresentaram taxas de sororreatividade menor que rebanhos visitados com pouca frequência por um veterinário e aqueles sem assistência veterinária.

A presença de áreas de irrigação foi outro fator associado neste trabalho e a relação vem, possivelmente, da presença de áreas com acúmulo de água que a irrigação pode gerar, visto que os animais podem adquirir a doença pelo contato direto com urina e tecidos contaminados ou indiretamente pelo contato com água contaminada com urina de animais infectados (Adler et al. 2011). Além disso, há uma forte relação da ocorrência de leptospirose em áreas alagadas devido a sua presença em áreas úmidas e as características de transmissibilidade da leptospirose podem ser influenciadas por características climáticas, conforme sugerido por Costa et al. (2016).

Com isso, conclui-se que há uma tendência ao aparecimento de alguns sorogrupos específicos de *Leptospira* sp, principalmente Autumnalis e Australis, o que inicia um processo de caracterização da doença na região. Além disso, foi possível concluir que há uma necessidade de maior auxílio tecnológico e preventivo aliado a uma necessidade de maior instrução dos produtores para melhora nos níveis produtivos da caprinocultura nordestina, região de maior expressividade desta espécie no país.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico / Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento por apoiar financeiramente a pesquisa por meio do Edital 64/2008. Agradecemos também ao Departamento de Sanidade Animal, Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, CE, pela oportunidade e cooperação em pesquisa.

Declaração de Direito dos Animais

Este projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande e aprovado de acordo com o protocolo número 103/2017.

Declaração de Conflito de Interesses

Não há conflitos de interesses.

Referências Bibliográficas

- Adler, B, Lo, M, Seemann, T, Murray, GL, 2011. Pathogenesis of leptospirosis: The influence of genomics. *Veterinary Microbiology*, **153** (1-2), 73 – 81
- Allan, KJ, Halliday, JEB, Moseley, M, Carter, RW, Ahmed, A, Goris, MGA, Hartskeerl, RA, Keyyu, J, Kibona, T, Maro, VP, Maze, MJ, Mmbaga, BT, Tarimo, R, John, AC, Cleaveland, S, 2018. Assessment of animal hosts of pathogenic *Leptospira* in northern Tanzania. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, **12** (6), e0006444
- Alves, CJ, Vasconcellos, SA, Camargo, CRA, Morais, 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*, **63** (2), 11-19
- Alves, JRA, Lima, GMS, da Silva, JD, da Costa, DF, dos Santos, FA, Higino, SSS, de Azevedo, SS, Alves, CJ, 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*, **38** (4), 1933–1945. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n4p1933>

- Bertelloni, F, Cilia, G, Turchi, B, Pinzauti, P, Cerri, D, Fratini, F, 2019. Epidemiology of leptospirosis in north-central Italy: fifteen years of serological data (2002–2016). *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases*, **65**, 14–22
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente, MMA, BRASIL. Biodiversidade Brasileira. 2020. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira>> Acesso em: 02 jun. 2020
- Carlson, MD; Morrison, RS, 2009. Study design, precision, and validity in observational studies. *Journal of Palliative Medicine*, **12**, 77-82. <http://doi.org/10.1089/jpm.2008.9690>.
- Costa, VMM, Simões, SVD, Riet-Correa, F, 2011. Controle das parasitoses gastrintestinais em ovinos e caprinos na região semiárida do Nordeste do Brasil. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, Rio de Janeiro, **31** (1), 65-71
- Costa, DF, Silva, AF, Farias, AEM, Brasil, AWL, Santos, FA, Guilherme, RFG, Azevedo, SS, Alves, CJ, 2016. Serological study of the *Leptospira* spp. infection in sheep and goats slaughtered in the State of Paraíba, semiarid of Northeastern Brazil. *Semina: Ciências Agrárias*, **37** (2), 819- 828
- Costa, DF, Silva, AF, Brasil, AQL, 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*, **47** (2), e20160563
- de Farias, AEM, Alves, JRA, Alves, FSF, Pinheiro, RR, Faccioli-Martins, PY, Lima, AMC, de Azevedo, SS, Alves, CJ, 2019. Seroepidemiological characterization and risk factors associated with seroconversion to *Corynebacterium pseudotuberculosis* in goats from Northeastern Brazil. *Tropical Animal Health and Production*, **51** (4), 745–752. <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1748-7>
- de Farias, AEM, Alves, JRA, Alves, FSF, Pinheiro, RR, Faccioli-Martins, PY, Lima, AMC, de Azevedo, SS, Alves, CJ, 2019b. Characterization of goat production systems in five states of northeastern Brazil. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, **40** (6), 3691–3708. <https://doi.org/10.5433/1679-0359>.
- Ellis, WA, 2015. Animal Leptospirosis. *Current Topics in Microbiology Immunology*, **387**, 99-137
- Faine, S, Adler, B, Bolin, C, Perolat, P, 1999. *Leptospira* and leptospirosis. 2. ed. Melbourne: MediSci, 272p
- Favero ACM, Pinheiro SR, Vasconcellos SA, Morais ZM, Ferreira F, Ferreira Neto, JS, 2002. Sorovares de leptospirosas predominantes em exames sorológicos de bubalinos,

- ovinos, caprinos, equinos, suínos e cães de diversos estados brasileiros. *Ciência Rural*, **32** (4), 613–619. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782002000400011>
- 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. São Paulo, São Paulo, 101p. (Dissertação de Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio. Instituto Biológico)
- Guilherme, RF, Lima, AMC, Alves, JRA, Costa, DF, Pinheiro, RR, Alves, FFS, Azevedo, SS, Alves, CJ, 2017. Characterization and typology of sheep and goat production systems in the State of Paraíba, a semi-arid region of northeastern Brazil. *Semina: Ciências Agrárias*, **38** (4), 2163-2178
- Higino, SSS, Alves, CJ, Santos, CSAB, Vasconcellos, SA, Silva, MLCR, Brasil, AWL, Pimenta, CLRM, Azevedo, SS, 2012. Prevalência de leptospirose em caprinos leiteiros do semiárido paraibano. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, **32** (3), 199–203. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2012000300003>
- Higino, SSS, Santos, FA, Costa, DF, Santos, CSAB, Silva, MLCR, Alves, CJ, Azevedo, SS, 2013. Flock-level risk factors associated with leptospirosis in dairy goats in a semiarid region of Northeastern Brazil. *Preventive Veterinary Medicine*, London, **109** (1-2),158-161
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, BRASIL, 2019. Pesquisa da Pecuária Municipal. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>> Acesso em: 14 jan. 2020
- Lilenbaum W, Varges R, Medeiros L, Cordeiro AG, Cavalcanti A, Souza GN, Richtzenhain L, Vasconcellos AS, 2008. Risk factors associated with leptospirosis in dairy goats under tropical conditions in Brazil. *Research in Veterinary Science*, **84** (1): 14–21.
- Lilenbaum, W, Varges, R, Ristow, P, Cortez, A, Cavalcanti, A, Souza, SO, Richtzenhain, LJ, Vasconcellos, SA, 2009. Identification of *Leptospira* spp. carriers among seroreactive goats and sheep by polymerase chain reaction, *Research in Veterinary Science*, **87**, 16–19
- 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** (1), 237-252. <https://doi.org/10.1186/1746-6148-9-237>

- Martins, G, Lilenbaum, W, 2014. Leptospirosis in sheep and goats under tropical conditions. *Tropical Animal Health and Production*, **46**, 11-17
- Morais, DA, Santos Junior, DA, Nunes, BC; Costa, DF, Viana, MP, Silva, JD, Higino, SSS, Azevedo, SS, Alves, CJ, 2019. Leptospirosis in donkeys (*Equus asinus*) destined for slaughter and export. *Semina: Ciências agrárias (online)*, **40**, 3541-3552
- Nogueira, DB, Da Costa, FTR, Bezerra, C de S, Silva, MLCR, Da Costa, DF, Viana, MP, Da Silva, JD, Júnior, JPA, Malossi, CD, Ullmann, LS, Santos, C de SAB, ALVES, CJ, De Azevedo, SS, 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**, 105497
- OIE. World Organization for Animal Health, Leptospirosis, in: *Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals*, 2014. World Organization for Animal Health
- Pimenta, CLRM, Bezerra, CS, Morais, 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*, **40**, 1513–1522
- Pimenta CLRM, Nogueira DB, Bezerra CS, Morais DA, Silva MLCR, Costa DF, Higino SSS, Santos CSAB, Alves CJ, Azevedo SS, 2020. High proportion of cattle and sheep seropositive and renal carriers of *Leptospira* sp. under semiarid conditions. *Revista Brasileira de Ciências Veterinárias*, **27** (1): 22-28
- Ramalho, GC, Silva, MLCR, Falcão, BMR, Limeira, CH, Nogueira, DB, Santos, AM, Martins, CM, Alves, CJ, Clementino, IJ, Santos, CSAB, Azevedo, SS, 2021. High herd-level seroprevalence and associated factors for bovine leukemia virus in the semi-arid Paraíba state, Northeast Region of Brazil. *Preventive Veterinary Medicine*, **190**, 105324. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2021.105324>
- Santos, PJ, Lima-Ribeiro, AMC, Oliveira, PR, Santos, MP, Junior, AF, Medeiros, AA, Tavares, TCF, 2012. Seroprevalence and risk factors for Leptospirosis in goats in Uberlândia, Minas Gerais, Brazil. *Tropical Animal Health and Production*, **44**, 101-106
- 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
- Sousa, WH, 2007. O Agronegócio da caprinocultura de corte no Brasil. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, **1** (1), 51-58
- Souza, PT, Salles, MGF, Costa, ANL, Carneiro, HAV, Souza, LP, Rocha, DR, Araújo, AA, 2015. Perfil hematológico de cabras Saanen e mestiças (½ Saanen e ½ Anglo-nubiana) criadas em clima tropical do Ceará. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, **35** (1) 99-104
- Spickler, AR, Leedom Larson, KR, 2013. Leptospirosis. The Center for Food Security & Public Health. Iowa State University. Disponível em: <<http://www.cfsph.iastate.edu/DiseaseInfo/factsheets.php>>. Acesso: 17 dez. 2019
- Thrusfield, M, Christley, R, 2018. *Veterinary epidemiology*, 4th. Oxford: Wiley Blackwell, 888p
- Viana, MP, Medeiros, A da R, Souza, BB de, 2012. Efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia, produção e reprodução de caprinos. *Agropecuária Científica do Semiárido*, **9** (4) 01-08

Lista de Tabelas

Tabela 1: Sorogrupos de *Leptospira* sp. mais prevalentes e respectivas titulações, em caprinos do Nordeste do Brasil.

Sorogrupos	Títulos				Total (%)
	100	200	400	800	
Icterohaemorrhagiae	26	14	6	5	51 (6,61)
Canicola	1	3	1	1	6 (0,78)
Autumnalis	106	46	8	18	178 (23,06)
Serjoe	11	8	8	5	32 (4,15)
Javanica	1	1	-	-	2 (0,26)
Australis	52	50	34	26	162 (20,98)
Grippotyphosa	9	5	2	4	20 (2,59)
Pomona	9	1	1	1	12 (1,55)
Tarassovi	-	1	-	-	1 (0,13)
Ballum	17	-	-	-	17 (2,20)
Hebdomadis	5	6	2	-	13 (1,68)
Mini	-	-	-	-	0 (0)
Panama	2	-	1	-	3 (0,39)
Celledoni	-	2	-	-	2 (0,26)
Louisiana	1	-	-	-	1 (0,13)
Cynopteri	82	37	4	3	126 (16,32)
Pyrogenes	61	14	10	3	88 (11,40)
Bataviae	-	-	-	-	0 (0)
Shermani	4	1	-	1	6 (0,78)
Djasiman	1	-	-	-	1 (0,13)
Andamana	1	2	3	-	6 (0,78)
Seramanga	25	11	9	-	45 (5,83)

Fonte: Elaboração dos autores.

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

Variável	Categoria	Número total de animais	Número de animais positivos (%)	<i>P</i>
Sexo do Animal	Fêmea	3370	670 (19,9)	<0,001
	Macho	751	102 (18,7)	
Idade do Animal	Adulto	2851	599 (21)	<0,001
	Jovem	1270	173 (13,6)	
Faixa Etária do Proprietário	Até 50 anos	2330	451 (19,4)	0,045
	Mais que 50 anos	1411	236 (16,7)	
Sexo do Proprietário	Feminino	157	52 (33,1)	<0,001
	Masculino	3952	716 (18,7)	
Escolaridade	Até o ensino Fundamental	3201	627 (19,6)	<0,001
	Ensino Médio e Superior	463	38 (8,2)	
Tamanho da propriedade	Até 56 hectares	1971	422 (21,4)	<0,001
	Maior que 56 hectares	1862	276 (14,8)	
Mora na propriedade	Não	1523	238 (15,6)	0,024
	Sim	2260	447 (19,8)	
Participa de associação/cooperativa	Não	694	86 (12,4)	<0,001
	Sim	2430	445 (18,3)	
Condição Legal do produtor	Proprietário	3084	584 (18,9)	0,068
	Não Proprietário	824	133 (16,1)	
Mão-de-obra capacitada	Não	2227	395 (17,7)	0,031
	Sim	1452	299 (20,6)	
Há aprisco de Caprinos	Não	823	119 (14,5)	0,001

Há silo Forrageiro	Sim	3262	642 (19,7)	0,003
	Não	3845	698 (18,2)	
Qualidade da Água	Sim	240	63 (20,6)	0,021
	Boa	223	55 (24,7)	
	Ruim	3847	698 (18,1)	
Há quanto tempo iniciou a atividade	Até 10 anos	1857	373 (20,1)	0,034
	Mais de 10 anos	2116	369 (17,4)	
Há quanto tempo cria caprinos	Até 10 anos	2128	418 (19,6)	0,080
	Mais de 10 anos	1863	325 (17,4)	
Procura instituição para apoio técnico e solução de problemas	Não	1765	309 (17,5)	0,138
	Sim	2180	423 (19,4)	
Qual o objetivo da produção	Leite	1166	316 (27,1)	<0,001
	Carne/Mista	2254	295 (13,1)	
Qual o método de cobertura	Monta natural não controlada	2719	473 (17,4)	0,001
	Monta natural controlada	1350	293 (21,7)	
Quais raças de caprinos da propriedade	SRD	3207	639 (19,9)	0,005
	CRD	795	124 (15,6)	
Faz algum tipo de reserva alimentar	Não	2190	422 (19,3)	0,174
	Sim	1753	308 (17,6)	
Cria animais soltos no pasto	Não	2506	516 (20,6)	<0,001
	Sim	1082	132 (12,2)	
Nas épocas de estiagem há água suficiente	Não	570	77 (13,5)	<0,001
	Sim	3384	671 (19,8)	

Na sua propriedade são tomadas medidas de aproveitamento de água da chuva	Não	1715	301 (17,6)	0,060
	Sim	2280	454 (19,9)	
A prática de queimadas é adotada nas áreas agrícolas	Não	3173	608 (19,2)	0,023
	Sim	580	88 (18,5)	
A propriedade apresenta área de irrigação	Não	1571	263 (16,7)	<0,001
	Sim	1530	385 (25,2)	

Fonte: Elaboração dos autores.

Tabela 3: Fatores associados a leptospirose em caprinos do Nordeste, Brasil.

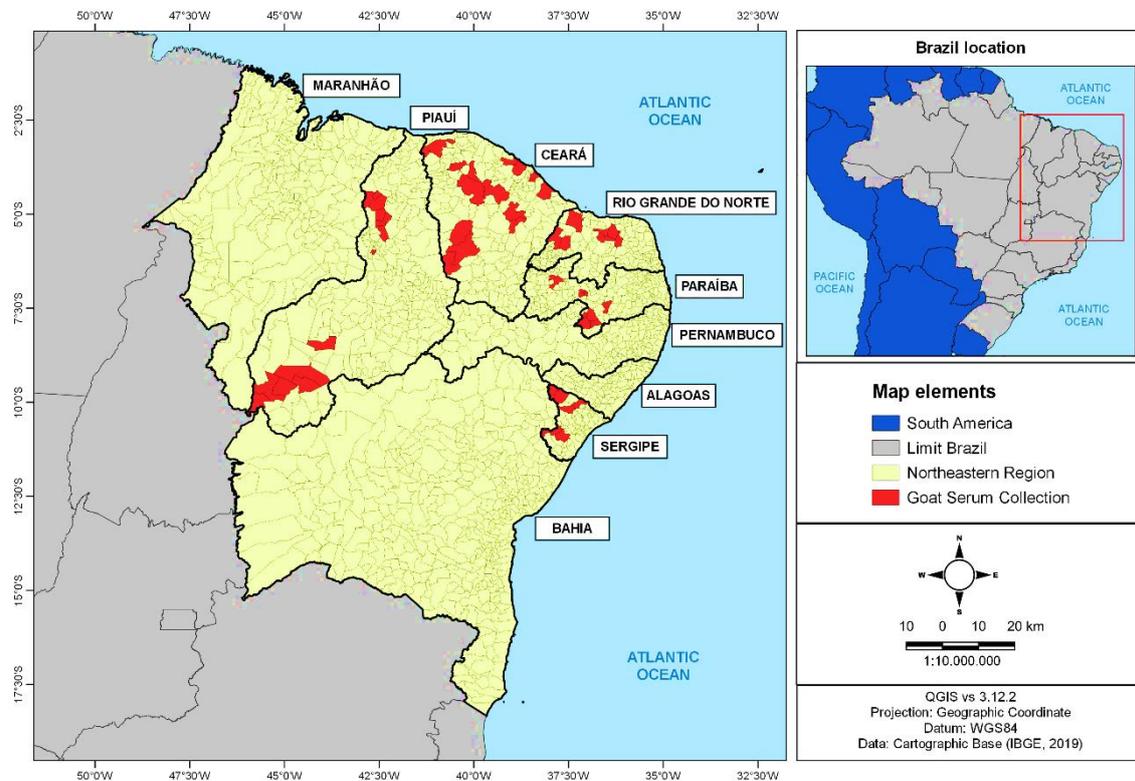
Variável	Coefficient (β)	Standard error	Wald Chi-Square	Prevalence ratio (PR)	95% CI for PR	P-value
Sexo do Animal (Fêmea)	0,384	0,1872	4,218	1,469	1,018 – 2,119	0,040
Escolaridade (até ensino fundamental)	1,690	0,3751	20,300	5,420	2,598 – 11,307	<0,001
Procura instituição para apoio técnico e solução de problemas (Sim)	0,318	0,1552	4,201	1,375	1,014 – 1,863	0,040
A propriedade apresenta área de irrigação (Sim)	0,513	0,1693	9,175	1,670	1,198 – 2,328	0,002

Goodness of fit: Pearson Chi-square: value =1.083,331; degrees of freedom - df = 1288; value/df = 0,841

Fonte: Elaboração dos autores.

Lista de Figuras

Figura 1: Distribuição geográfica dos municípios com caprinos amostrados nos estados do Ceará, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe, Nordeste do Brasil, 2021.



Fonte: Elaboração dos autores.

**CAPÍTULO III: Caracterização epidemiológica e geoespacial da leptospirose
caprina no Nordeste do Brasil**

Artigo submetido ao Periódico Small Ruminant Research (Qualis A3)

Caracterização epidemiológica e geoespacial da leptospirose caprina no Nordeste do Brasil

Maira Pôrto Viana^a, José Dêvede da Silva^a, Ana Milena César Lima^b, Francisco Selmo Fernandes Alves^c, Raimundo Rizaldo Pinheiro^c, Diego Figueiredo da Costa^d, Glaucenyra Cecília Pinheiro da Silva^e, Lucas Gonzales Lima Pereira Calado^f, Sérgio Santos de Azevedo^a, Clebert José Alves^{*a}

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

Resumo

Objetivou-se determinar a soroprevalência de anticorpos anti-*Leptospira*, sorogrupos mais frequentes e geoespacializar a leptospirose em caprinos de sete estados do Nordeste brasileiro por meio de sorologia e avaliação de dados geográficos. Foram coletadas 4718 amostras de caprinos dos estados de Alagoas, Ceará, Maranhão, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe e estas foram submetidas ao teste de Soroaglutinação Microscópica (SAM) com ponto de corte 1:100. Dados geográficos foram analisados para construção de mapas com caracterização epidemiológica da leptospirose nos municípios de grande relevância para a caprinocultura dos estados. Dos animais amostrados, 17,7% foram reagentes na sorologia para *Leptospira* sp. Para os estados as frequências variaram de 7,07% (Alagoas) a 30,23% (Paraíba). Na análise das propriedades, 83,4% obtiveram pelo menos um animal sororreativo. O estado da Paraíba obteve a maior frequência com 98,36% e Piauí a menor frequência com 65,91% de propriedades com pelo menos um animal sororreativo. Os estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Sergipe obtiveram

^aTransmissible Disease Research Group, Federal University of Campina Grande, Patos, PB, Brazil; e-mail:

mairaporto.veterinaria@gmail.com, dvd.12@hotmail.com, sergio.santos@professor.ufcg.edu.br, clebertja@uol.com.br

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

^c Brazilian Agricultural Research Corporation, Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, CE, Brazil; e-mail:

rizaldo.pinheiro@embrapa.br, selmo.alves@embrapa.br

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

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

^f Postgraduate Program, State University of São Paulo, São Paulo, SP, Brazil, e-mail: calado.lucaslima@gmail.com

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

respectivamente 91,18%, 69,64% e 92,59% de propriedades positivas. Os sorogrupos mais frequentes foram Autumnalis (23,06%) e Australis (20,98%) e os títulos variaram de 100 a 1600. Com isso, foi possível observar que a leptospirose está presente nos estados da região Nordeste do Brasil, em especial em áreas de ambiente hostil, com áreas mais secas e desmatadas, mostrando uma possível adaptação do agente em áreas de climas adversos e uma aparente transmissão interespecie. Além disso, há uma possível caracterização de sorogrupos e ambientes mais favoráveis para o desenvolvimento do agente pelas características semelhantes encontradas em vários estados.

Palavras-chave: Epidemiologia, *Leptospira* spp, Saúde Pública, Semi-Árido, Zoonoses

Introdução

A leptospirose é uma doença que afeta humanos e animais, causada por bactérias do gênero *Leptospira*. Em seres humanos é uma zoonose ocupacional considerada endêmica, muitas vezes negligenciada, febril, aguda, de relevância mundial. Grande parte dos casos em humanos cursa com uma doença discreta e autolimitada, apresentando febre, cefaleia, dores musculares, náuseas e vômitos, sendo confundida na maioria das vezes com viroses, porém em alguns casos evolui e pode causar falência de múltiplos órgãos, necessidade de tratamento suporte e alto custo de hospitalização, o que a torna um grande problema de saúde pública (Sethi et al. 2010; Souza et al. 2011).

Nos animais é considerada uma doença da esfera reprodutiva, afeta a produção e reprodução animal por causar abortos, nascimento de prematuros e crias fracas (Adler e Moctezuma, 2010; Ellis, 2015). Mesmo com essa importância o diagnóstico e o controle de leptospirose ainda é um desafio, pois muitas vezes os acometidos são assintomáticos ou com sintomas inespecíficos, dificultando o reconhecimento da presença desta patologia nos rebanhos (Da Costa et al. 2019).

Dentre as espécies que podem ser acometidas estão os pequenos ruminantes, que são considerados menos suscetíveis que outras espécies, mas podem abrigar e disseminar o agente, inclusive de forma venérea (Martins & Lilenbaum, 2014; Silva et al. 2018; Nogueira et al. 2020; Soares et al. 2021). Os caprinos são animais rústicos e que compõem boa parte da agropecuária do Brasil, com um efetivo de 11.301.481 de animais, onde 94,5% destes pertencem a região Nordeste (IBGE, 2019) e, apesar da grandiosidade em números, a caprinocultura desta região é caracterizada por grande parte dos sistemas de

criação de subsistência e ainda apresentar grandes falhas, inclusive no aspecto da presença de doenças infectocontagiosas, como a leptospirose (Guilherme et al. 2017).

O Nordeste do Brasil é uma região de clima semiárido, com índices elevados de temperatura e a aridez, o que impacta fisiologicamente os animais, podendo influenciar na sua produção e reprodução (Viana et al. 2012; Souza et al. 2015). Outro ponto importante é a diversidade ecológica presente nesta região, com quatro biomas em sua extensão territorial, a Caatinga, o Cerrado, a Mata Atlântica e uma parte do bioma Amazônia, trazendo diferentes características edafoclimáticas e criando diferentes ambientes que podem influenciar a ocorrência de leptospirose.

Diante disso, faz-se necessário o conhecimento da doença e suas principais características na região, afim de que seja possível traçar metas e ações mais assertivas para o controle desta. Dessa forma, objetivou-se com este estudo caracterizar a ocorrência da leptospirose em caprinos de sete estados do Nordeste brasileiro, através da determinação da soroprevalência de anticorpos anti-*Leptospira*, sorogrupos mais frequentes e por meio da avaliação de dados geoespaciais.

Material e Métodos

Origem dos dados e colheita de amostras biológicas

Os estudos foram conduzidos a partir da seleção de uma amostra representativa dos caprinos dos estados de Alagoas, Ceará, Maranhão, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe, pertencentes a região Nordeste do Brasil, localizada entre 1 ° 00 ' e 18 ° 30 ' de latitude sul e 34 ° 20 ' e 48 ° 30 ' longitude oeste e cobre 18,3% do território com uma área de aproximadamente 1,5 milhões de km². É composto por 1.793 municípios distribuídos em nove estados e se destaca como região de elevada concentração de animais da caprinocultura nacional.

O levantamento foi planejado como parte do Projeto Zoossanitário, envolvendo a parceria da Embrapa Caprinos e Ovinos e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

O número mínimo de propriedades foi calculado utilizando a fórmula para amostras aleatórias simples (Thrusfield & Christley, 2018), considerando os seguintes parâmetros: prevalência de 43,6% de rebanhos soropositivos (Higino et al. 2012), erro amostral de 7% e nível de confiança de 95%. Esses parâmetros exigiram uma amostra mínima de 193 propriedades, porém foram utilizadas 253.

O tamanho da amostra de caprinos foi determinado de acordo com a fórmula comumente aplicada em investigações epidemiológicas veterinárias (Thrusfield & Christley, 2018). Foram utilizados os seguintes parâmetros: probabilidade de detecção de pelo menos um animal soropositivo em um rebanho foi determinada em 95% ($p = 0,95$) e o número de animais soropositivos em cada rebanho (d) foi calculado assumindo uma prevalência de rebanho de 16,19% (Alves et al. 1996). Em rebanhos com até 20 animais, todos foram amostrados e 20 animais foram selecionados quando o número do rebanho era maior que este.

A amostra final foi composta por 4718 animais jovens (6 a 12 meses) e adultos (matrizes e reprodutores), de ambos os sexos, de áreas que concentram um número significativo do rebanho dos estados e da região. A adesão dos proprietários foi voluntária.

Em Alagoas, foram coletadas 185 amostras de caprinos pertencentes a 10 propriedades de seis municípios. No Ceará foram 620 amostras em 34 propriedades pertencentes a 14 municípios. No estado do Maranhão, foram coletadas 412 amostras de caprinos pertencentes a 21 propriedades em oito municípios. Na Paraíba foram 61 propriedades e 1138 amostras pertencentes a nove municípios. No Piauí foram coletadas 809 amostras, de 44 propriedades, em 14. No Rio Grande do Norte foram 1094 amostras em sete municípios, com um total de 56 propriedades. Para o estado de Sergipe foram 27 propriedades, com um total de 460 amostras em sete municípios.

As atividades de campo incluíram colheita de sangue, aplicação de questionário epidemiológico com posterior envio das amostras para realização da prova sorológica. As amostras de sangue foram colhidas em volumes de 8mL, pela punção da veia jugular com agulha descartável e tubo com vácuo (sem anticoagulante) com capacidade de 8,5mL. Após o dessoramento, o soro foi transferido para microtubos e congelado à -20°C até a realização da prova sorológica.

Diagnóstico Sorológico da Infecção por *Leptospira* sp.

Para o diagnóstico da doença foi utilizada a técnica de Soroaglutinação Microscópica (SAM), teste sorológico recomendado e que foi realizada de acordo com a OIE (2014), no Laboratório de Doenças Transmissíveis, da Universidade Federal de Campina Grande, Patos, Paraíba, Brasil. Os antígenos utilizados eram procedentes do Instituto Pasteur, França e disponibilizados pelo Laboratório de Bacteriologia Veterinária da Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil.

Leptospira interrogans sorovares Australis, Autumnalis, Bratislava, Batavie, Canicola, Copenhageni, Djasiman, Grippotyphosa, Hardjoprajitno, Hebdomadis, Icterohaemorrhagiae, Pomona, Pomona Fromm, Pyrogenes, Sentot, Wolffi; *Leptospira borgpeterseni* sorovares Ballum, Castellonis, Hardjobovis, Javanica, Mini, Tarassovi, Whitcombi; *Leptospira biflexa* sorovares Andamana, Patoc; *Leptospira santarosai* sorovares Guaricura, Canalzoni, Shermani; *Leptospira kirschneri* sorovares Butembo, Cynopteri; *Leptospira noguchii* sorovares Lousiana, Panama; *Leptospira weilli* sorovar Celledoni. As amostras de soro foram triadas em diluições de 1:100, e aquelas que apresentaram 50% ou mais de aglutinação foram tituladas por uma série de diluições geométricas na proporção de dois. O título sérico foi a recíproca da maior diluição que apresentou resultado positivo. Os antígenos foram examinados em microscópio de campo escuro, antes dos testes, a fim de verificar a mobilidade e presença de autoaglutinação ou contaminantes.

Distribuição Espacial

Para análise de distribuição espacial da soroprevalência de *Leptospira* sp. e de sorogrupos nos estados foram registradas as coordenadas geográficas dos municípios e essas foram analisadas para localização através do software *Google Earth Pro* e utilizadas para construção de mapas geográficos através do software QGIS 3.12.2.

Análise de dados

A comparação da proporção de rebanhos positivos e animais sororreativos entre os estados foi realizada com o teste Qui-quadrado com nível de significância de 5%, utilizando o IBM SPSS for Statistics 21.

Resultados

Dos 4718 animais amostrados, 835 (17,7%) foram reagentes na sorologia para *Leptospira* sp. com títulos variando de 1:100 até 1:1600. Na Paraíba, a frequência foi de 30,23%, com 344 animais sororreagentes, em Sergipe foram 123, representando 26,74% dos animais amostrados. No Ceará a frequência foi de 26,29%, sendo 163 dos 620 animais sororreagentes. No Maranhão foram 50 animais sororreagentes, o que representa uma frequência de 12,14%. No estado do Piauí a frequência foi de 7,79%, no Rio Grande do

Norte 7,22% e em Alagoas 7,03%, com 63, 79 e 13 animais sororreagentes, respectivamente (Figuras 1 e 2).

Na análise das propriedades, 211/253 (83,4%) apresentaram pelo menos um animal sororreativo. O estado da Paraíba obteve a maior frequência com 98,36%. O estado do Piauí apresentou a menor frequência com 65,91% de propriedades com pelo menos um animal sororreativo. As frequências encontradas para os animais e propriedades em cada estado estão demonstradas na tabela 1.

Os sorogrupos mais frequentes foram Autumnalis (22,16%) e Australis (21,20%). Outros sorogrupos foram encontrados em menor porcentagem, como demonstrados na tabela 2. Para os estados, os principais sorogrupos foram: Icterohaemorrhagie (46,2%) em Alagoas; Autumnalis (47,24%) no Ceará; Australis no Maranhão (28%), na Paraíba (31,69%) e em Sergipe (31,71%); e Pyrogenes no Piauí (30,16%) e no Rio Grande do Norte (56,96%).

O município de maior frequência foi Poço Redondo, no estado de Sergipe, com 69,44% dos animais sorreagentes e o Australis como sorogrupo mais frequente. Os municípios de Bom Jesus e São Gonçalo do Piauí, no Piauí, e Canapi em Alagoas não tiveram animais reagentes na sorologia.

Discussão

Este é o primeiro inquérito soroepidemiológico de leptospirose em caprinos utilizando amostragem planejada e representativa de rebanhos e animais da região Nordeste do Brasil, utilizando sete dos oito estados pertencentes a região. Os estudos anteriores trabalharam com amostras localizadas de estados ou pequenas representações da região estudada. A frequência de soropositivos neste trabalho foi de 17,7%, superior a frequências encontradas na região Nordeste, como Araújo Neto et al. (2010), Higino e Azevedo (2014) e Pimenta et al. (2019), o que reforça a presença do agente e pode demonstrar um aumento para a região estudada.

No estado da Paraíba a frequência encontrada foi de 30,23% e os mapas evidenciaram as maiores frequências em Prata (44,8%) e São João do Cariri (42,1%), ambas de clima semiárido e pertencentes a mesorregião do Cariri Paraibano, demonstrando a presença da doença em uma região de clima adverso.

No Ceará, Canindé (58,82%), mesorregião Norte, e Quixadá (55,26%), mesorregião do Sertão Central, obtiveram as maiores frequências, passando os 50% de animais soropositivos, municípios de baixos índices pluviométricos e altas temperaturas

ao longo do ano. Com a avaliação das imagens de satélite foi possível observar áreas secas, com grandes construções rochosas em Quixadá e pontos isolados de fonte hídrica em Canindé, mas com características de clima adverso como na Paraíba, o que demonstra uma possível adaptação da doença em ambientes mais hostis, apesar da leptospirose ser uma doença associada a maior umidade e pluviosidade (Alves et al. 1996). Outro ponto importante a ser destacado é que esses municípios são áreas turísticas, que recebem grande número de pessoas ao longo do ano, o que pode aumentar a chance de chegada do agente e/ou permitir que a doença se espalhe para outras regiões através desse trânsito de pessoas.

Complementar a esse achado, os municípios do Piauí e do Rio Grande do Norte obtiveram baixas frequências, as maiores taxas nesses estados foram inferiores ao mínimo encontrado na Paraíba e no Ceará, e foi possível observar através das imagens de satélite que, nestes estados de menor frequência, os municípios estudados tinham mais áreas verdes e preservadas do que os de outros estados com maiores taxas de soropositividade.

Poço Redondo foi o município de maior frequência (69,44%), pertence a mesorregião do Sertão, no estado de Sergipe e apresenta clima semiárido, grande quantidade de área desmatada e baixa pluviosidade, reforçando a importância do estudo e das medidas preventivas em relação a leptospirose em áreas de clima adverso, fortalecendo a ideia de que esta doença não ocorre apenas em áreas alagadas e o agente é capaz de sobreviver em ambientes mais hostis, além de trazer a importância dos animais silvestres no ciclo devido a presença de áreas desmatadas (Nogueira et al. 2020).

Os municípios de Bom Jesus e São Gonçalo do Piauí, mesorregião Sudoeste do Piauí, e Canapi, Sertão Alagoano, não obtiveram soropositividade neste estudo e, através da avaliação das imagens de satélite, foi possível observar áreas mais verdes, especialmente no estado do Piauí. É possível sugerir, a partir dessas análises, a importância da preservação ambiental e a possível participação de animais silvestres, em fuga de áreas desmatadas, no ciclo da doença.

Um ponto importante a ser destacado é que, ao avaliar a distribuição geoespacial dos municípios, as maiores frequências do estado de Sergipe estão na fronteira com Alagoas, que obteve baixa sororreatividade, assim como acontece com o Ceará em relação ao estado do Piauí, gerando um risco aos rebanhos vizinhos devido ao trânsito interestadual, o que reforça a importância da fiscalização das Agencias de Defesa Agropecuária.

Ao avaliar os pontos de corte foi possível observar títulos variando de 1:100 até 1:1600 e que índices de maior titulação coincidem com estados que obtiveram frequências maiores, Ceará e Paraíba, onde, respectivamente, 20,24% e 9,01% dos animais soropositivos destes estados apresentaram reação à diluição 1:800. É possível observar que os animais amostrados nestes estados, especialmente da Paraíba, pertencem a regiões da caprinocultura leiteira, com criações, muitas vezes, de subsistência, em ambientes sem o uso de boas práticas agropecuárias. Além disso, foi constatado que a maior frequência de soropositivos coincide com as propriedades de menor tamanho, aumentando a densidade dos animais, o que pode influenciar no aparecimento e disseminação de doenças infectocontagiosas como a leptospirose, chamando atenção para a necessidade de cuidados relativos ao controle e prevenção da doença, assim como imprescindível que essa informação chegue aos órgãos públicos e produtores locais acerca da possível presença desta doença (Riet-Correa et al. 2007; Chapaval et al. 2009; Rosa et al. 2013; Rosa et al. 2013b; Viana, 2016).

Altos títulos de anticorpos trazem a preocupação, pois esses animais podem estar eliminando o agente e se tornando fontes de infecção, inclusive para os seres humanos, visto que trabalhos realizados nesta região detectaram o agente em excretas e fluidos de pequenos ruminantes (Costa et al. 2017; Nogueira et al. 2020; Soares et al. 2021), o que torna um risco de zoonose ocupacional para Médicos Veterinários, produtores e trabalhadores que atuam diretamente com os animais. Além disso, altos títulos demonstram a presença de doença aguda, o que pode trazer prejuízos econômicos com a perda animal e os custos da doença nos rebanhos.

Na avaliação dos sorogrupos, houve maior ocorrência de Autumnalis e Australis, tanto de forma geral como para os estados do Ceará, Paraíba e Sergipe e foram estes os estados de maiores frequências animais de soropositivos. É importante ressaltar a presença recorrente do Autumnalis em estudos na mesma região, citados por Araújo Neto et al. (2010), Higino e Azevedo (2014), Alves et al. (2017), Costa et al. (2017), Pimenta et al. (2019), Viana et al. (2021), em pesquisas com caprinos e/ou ovinos, e Morais et al. (2019) em asininos, o que sugere a circulação desse sorogrupo e uma possível adaptação desta aos pequenos ruminantes da região, como confirma Viana et al. (Dados não publicados) e Silva et al. (2007), que isolou este sorogrupo em ovinos, sugerindo a importância da transmissão inter e intraespécie, além de uma possibilidade dos caprinos serem portadores e mantenedores desta sorovariedade na região nordeste do Brasil.

A ocorrência do *Australis* remete a um possível contato interespecie como equídeos, espécie associada a este sorogrupo e muito utilizada na região Nordeste, e/ou animais silvestres, o que é fortalecido quando a área de estudo é avaliada, devido a grandes áreas desmatadas, o que favorece a migração de espécies silvestres para as propriedades, demonstrando uma possível participação ativa destes animais no ciclo, fortalecendo a influência da transmissão interespecie (Lenharo et al. 2012; Morais et al. 2019).

O sorogrupo *Pyrogenes* foi o mais frequente nos estados do Piauí e Rio Grande do Norte, trazendo a importância dos animais selvagens, hospedeiros naturais deste sorogrupo, e o fortalecimento de uma possível transmissão interespecie (Nogueira et al. 2020). No Ceará houve prevalência do sorogrupo *Serjoe*, sendo importante ressaltar que essa presença indica uma possível relação da transmissão com a espécie bovina, uma vez que este sorogrupo é adaptado a esta espécie, e isto reforça a necessidade do cuidado em criações consorciadas, prática recorrente na região Nordeste, que facilita a disseminação do agente nos rebanhos (Pimenta et al. 2020).

Em Alagoas o *Icterohaemorrhagie* foi o sorogrupo mais frequente, o que chama a atenção para a saúde pública e vigilância sanitária, visto que a presença desse sorogrupo está fortemente associada a doença em humanos e a presença de roedores, um fato relacionado a problemas sanitários. Foi possível observar que os municípios estudados neste estado eram pequenos e com pouco desenvolvimento de esgotamento sanitário, o que contribui fortemente para o aparecimento desse sorogrupo e da doença, alertando para a necessidade de cuidados por parte dos órgãos governamentais e de saúde pública (Adler & Moctezuma, 2010; Alagoas, 2018). Um fato interessante a ser discutido é que em Alagoas as frequências de soropositivos foram consideradas baixas em relação aos outros estados, variando de 5% a 10,26%, contudo nesse estado o governo avalia anualmente características socioeconômicas e demográficas de todos os municípios, produzindo material acessível a toda a população e aos gestores, facilitando as medidas e cuidados necessários em cada território, o que pode ajudar a manter os índices da leptospirose animal menores que outros estados, mesmo assim fica o alerta para os cuidados na saúde pública pela forte presença do sorogrupo relacionado a doença em humanos.

É importante ressaltar a caracterização da leptospirose em caprinos do Nordeste, tanto para produtores como para a comunidade científica, pois foi possível observar que o agente se manifesta de maneira diferente de acordo com o clima e ambiente em que se encontra, com diversidade de sorogrupos infectantes e de respostas imunológicas. Dessa

forma cada espécie animal e região precisa ser avaliada quanto a presença da leptospirose, visto que a possibilidade de detectar um animal hospedando, e até disseminando, o agente aumenta quando um protocolo de diagnóstico é adaptado à região (Soares et al. 2021), e assim podem ser elaborados protocolos de prevenção, vacinas e tratamentos específicos e adequados, auxiliados pelos conhecimentos científicos e que ajudam a aumentar a produtividade da caprinocultura na região Nordeste.

Conclusão

Conclui-se que a leptospirose está presente nos estados da região Nordeste do Brasil, em especial em áreas de ambiente hostil, mostrando uma possível adaptação do agente em áreas e climas adversos, antes não associados a presença da doença, e uma forte relação com a transmissão interespecie e intraespecie, pelo aparecimento recorrente de sorogrupos específicos, como Autumnalis e Australis, sugerindo que os caprinos possam ser mantenedores do agente nesta região. Além disso, sugere-se a possível participação de animais silvestres, em fuga de áreas desmatadas, no ciclo da doença, fortalecendo a necessidade da preservação ambiental. Há também uma possível caracterização de sorogrupos e ambientes mais favoráveis para o desenvolvimento do agente, o que pode ajudar produtores e órgãos competentes a traçar metas para a prevenção e o controle da doença, tanto em humanos como em animais.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico / Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento por apoiar financeiramente a pesquisa por meio do Edital 64/2008. Agradecemos também ao Departamento de Sanidade Animal, Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, CE, pela oportunidade e cooperação em pesquisa.

Declaração dos Direitos dos Animais

Este projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande e aprovado conforme protocolo nº 103/2017.

Declaração de conflito de interesse

Não há conflitos de interesse.

Referências

- Adler, B., De La Peña Moctezuma, A., 2010. *Leptospira* and leptospirosis. *Veterinary Microbiology*, Amsterdam, 140 (3), 287-296
- Alagoas, 2018. Secretaria de Estado do Planejamento, Gestão e Patrimônio (Seplag). Perfil Municipal. Disponível em: <<http://dados.al.gov.br/dataset/perfil-municipal-2018>> Acesso em: 19 Jan. 2021.
- Alves, C.J., Vasconcellos, S.A., Camargo, C.R.A., Morais, Z.M., 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*, 63 (2), 11-19
- Alves, J.R.A., De Souza Lima, G.M., Da Silva, J.D., Da Costa, D.F., Dos 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: Ciências Agrárias*, 38(4), 1933–1945. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n4p1933>
- Araújo Neto, J.O., Alves, C.J., Azevedo, S.S., Silva, M.L.C.R., Batista, C.S.A., 2010. Soroprevalência da leptospirose em caprinos da microrregião do Seridó Oriental, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil, e pesquisa de fatores de risco. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 47 (2), 150-155.
- Chapaval, L., Mororó, A.M., Souza, A.P.B., Ramos, M.O., 2009. Boas práticas agropecuárias na ordenha de cabras leiteiras. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, Circular Técnica, 39, 7p
- Costa, D.F., Silva, A.F., Brasil, A.Q.L., Loureiro, A.P.P., Santos, F.A., Azevedo, S.S., Lilienbaum, W., Alves, C.J., 2017. Leptospirosis in native mixed-breed sheep slaughtered in a semiarid region of Brazil. *Ciência Rural*, 47 (2), e20160563
- Da Costa, D.F., De Faria, P.J.A., Nogueira, D.B., Tolentino, L.H. de O., Viana, M.P., Silva, J.D. da, Vaz, A.F. de M., Higino, S.S. dos S., Azevedo, S.S. de, Alves, C.J., 2019. Influence of breed on the clinical and hemato-biochemical parameters in sheep experimentally infected with *Leptospira* sp.. *Heliyon*, 5, 02720

- Ellis, W.A., 2015. Animal Leptospirosis. *Current Topics in Microbiology Immunology*, 387, 99-137
- Guilherme, R.F., Lima, A.M.C., Alves, J.R.A., Costa, D.F., Pinheiro, R.R., Alves, F.F.S., Azevedo, S.S., Alves, C.J., 2017. Characterization and typology of sheep and goat production systems in the State of Paraíba, a semi-arid region of northeastern Brazil. *Semina: Ciências Agrárias*, 38 (4), 2163-2178
- Higino, S.S.S., Azevedo, S.S., 2014. Leptospirose em pequenos ruminantes: situação epidemiológica atual no Brasil. *Arquivos do Instituto Biológico*, 81 (1), 86-94
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, BRASIL, 2019. Pesquisa da Pecuária Municipal. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>> Acesso em: 28 dez. 2020
- 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. *Arquivos do Instituto Biológico*, 79 (3), 333–341
- Martins, G., Lilenbaum, W., 2014. Leptospirosis in sheep and goats under tropical conditions. *Tropical Animal Health and Production*, 46, 11-17
- Morais, D.A., Santos Junior, D.A., Nunes, B.C.; Costa, D.F., Viana, M.P., Silva, J.D., Higino, S.S.S., Azevedo, S.S., Alves, C.J., 2019. Leptospirosis in donkeys (*Equus asinus*) destined for slaughter and export. *Semina: Ciências agrárias (online)*, 40, 3541-3552
- Nogueira, D.B., Da Costa, F.T.R., Bezerra, C. de S., Silva, M.L.C.R., Da Costa, D.F., Viana, M.P., Da Silva, J.D., Júnior, J.P.A., Malossi, C.D., Ullmann, L.S., Santos, C. de S.A.B., Alves, C.J., De 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, 105497
- OIE. World Organization for Animal Health, Leptospirosis, in: *Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals*, 2014. World Organization for Animal Health
- Pimenta, C.L.R.M., Bezerra, C.S., Moraes, 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., 2019. Seroprevalence and predominant serogroups of *Leptospira* sp. in serological tests of ruminants in northeastern Brazil. *Semina: Ciências Agrárias*, 40, 1513–1522

- 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. *Revista Brasileira de Ciências Veterinárias*, 27 (1), 22-28
- Riet-Correa F., Schild A.L., Lemos R.A.A., Borges J.R.J., *Doenças de Ruminantes e Equídeos*. Volume 1, 3^a ed. Pallotti, Santa Maria, RS
- Rosa, F.B., Galiza, G.J.N., Lucena, R.B., Silva, T.M., Caprioli, R.A., Barros, C.S.L., Figuera, R.A., Kommers, G.D., 2013. Osteoporose em caprinos. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 33 (4), 483-489
- Rosa, F.B., Caprioli, R.A., Silva, T.M., Galiza, G.J.N., Barros, C.S.L., Irigoyen, L.F., Figuera, R.A., Kommers, G.D., 2013b. Doenças de caprinos diagnosticadas na região Central no Rio Grande do Sul: 114 casos. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 33 (2), 199-204
- Sethi S., Shrama N., Kakkar N., Taneja J., Chatterjee S.S., Banga S.S., Sharma, M., 2010. Increasing trends of leptospirosis in Northern India: a clinic-epidemiological study. *PLoS Negl Trop Dis*. 4 (1), 1-7. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0000579>
- 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. *Tropical Animal Health and Production*, 51, 43-47
- 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. *Veterinary Microbiology*, 121 (1-2), 144-149
- Soares, R.R., Barnabé, N.N.C., Nogueira, D.B., Silva, L.S.C., Araújo Júnior, 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 Tropica*, 213, 105759. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105759>
- Souza, V.M.M., Arsky, M.L.N.S., Castro, A.P.B., Araújo, W.N., 2011. Anos potenciais de vida perdidos e custos hospitalares da leptospirose no Brasil. *Revista Saúde Pública*, 45 (6), 1001-1008

- Souza, P.T., Salles, M.G.F., Costa, A.N.L., Carneiro, H.A.V., Souza, L.P., Rocha, D.R., Araújo, A.A., 2015. Perfil hematológico de cabras Saanen e mestiças ($\frac{1}{2}$ Saanen e $\frac{1}{2}$ Anglo-nubiana) criadas em clima tropical do Ceará. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 35 (1) 99-104
- Viana, M.P., 2016. Aplicação de boas práticas agropecuárias na agricultura familiar visando uma melhor qualidade do leite caprino. Patos, Paraíba, 52p. (Dissertação de Mestrado Medicina Veterinária. Universidade Federal de Campina Grande)
- Viana, M.P., Medeiros, A. da R., Souza, B.B. de, 2012. Efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia, produção e reprodução de caprinos. *Agropecuária Científica do Semiárido*, 9 (4), 01-08
- Viana, M.P., Silva, J.D., Lima, A.M.C., Alves, F.S.F., Pinheiro, R.R., Calado, L.G.L.P., Costa, D.F., Higino, S.S.S., Azevedo, S.S., Alves, C.J., 2021. Epidemiological survey for goat leptospirosis in two distinct biomes in Northeastern Brazil. *Research, Society and Development*, 10 (2), e5610212242. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12242>
- Thrusfield, M., Christley, R., 2018. *Veterinary epidemiology*, 4. ed. Oxford: Blackwell Science, 888p

Lista de Tabelas

Tabela 1: Soroprevalência em nível de rebanho e animal para leptospirose em caprinos da região Nordeste do Brasil.

Estado	Ocorrência por propriedade			Ocorrência por Animal		
	Nº Propriedades	Nº Positivas (%)	IC 95 %	Nº Animais	Nº Positivos (%)	IC 95 %
Alagoas	10	9 (90)	0.596 - 0.982	185	13 (7.03)	0.041 - 0.116
Ceará	34	31 (91.18)	0.770 - 0.969	620	163 (26.29)	0.229 - 0.298
Maranhão	21	18 (85.71)	0.653 - 0.950	412	50 (12.14)	0.093 - 0.156
Paraíba	61	60 (98.36)	0.912 - 0.997	1138	344 (30.23)	0.276 - 0.329
Piauí	44	29 (65.91)	0.511 - 0.781	809	63 (7.79)	0.061 - 0.098
Rio Grande do Norte	56	39 (69.64)	0.566 - 0.801	1094	79 (7.22)	0.058 - 0.089
Sergipe	27	25 (92.59)	0.766 - 0.979	460	123 (26.74)	0.229 - 0.309
Nordeste	253	211 (83.4)	0.783 - 0.874	4718	835 (17.7)	0.166 - 0.188

Fonte: Elaboração dos Autores

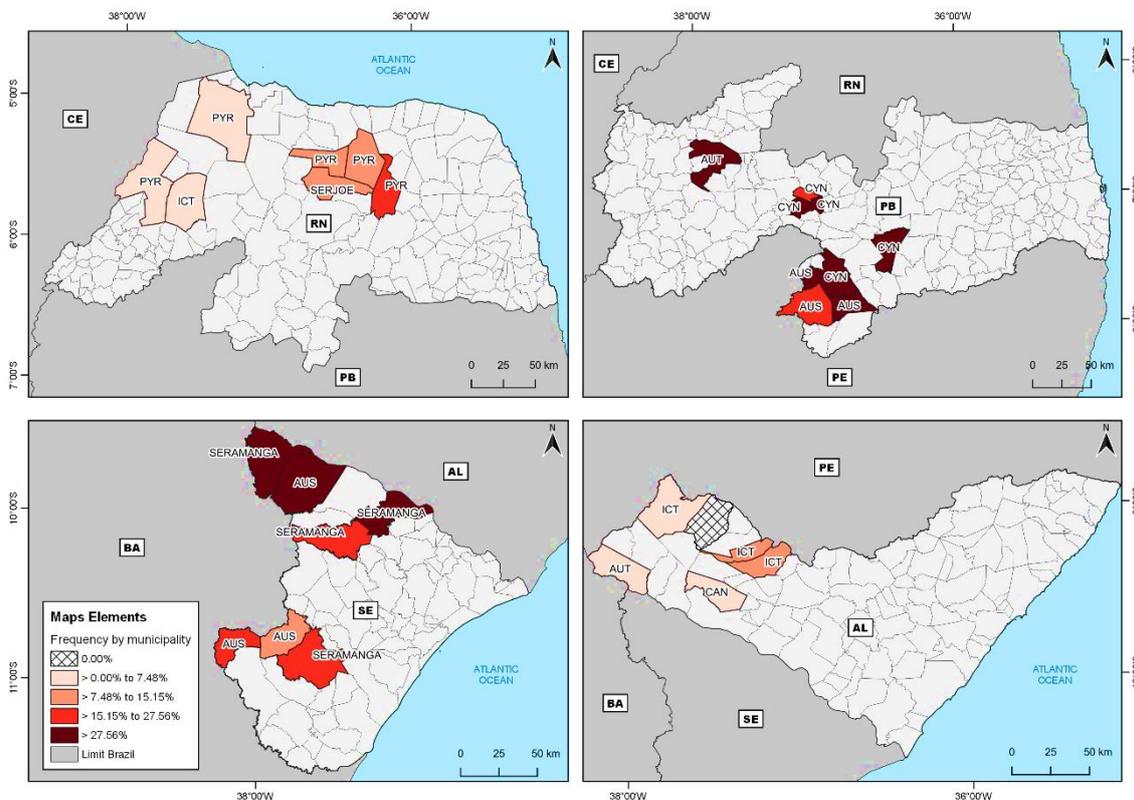
Tabela 2: Sorogrupos de *Leptospira* sp. mais prevalentes e respectivas titulações, em caprinos do Nordeste do Brasil, utilizando um ponto de corte na diluição de 1:100 na SAM.

Sorogrupo	Titulação					Total (%)
	100	200	400	800	1600	
Icterohaemorrhagiae	36	17	8	5	2	68 (8.14)
Canicola	1	4	1	1	-	7 (0.84)
Autumnalis	107	50	10	18	-	185 (22.16)
Serjoe	13	8	8	5	-	34 (4.07)
Javanica	3	1	-	-	-	4 (0.48)
Australis	57	57	37	26	-	177 (21.20)
Grippotyphosa	12	7	3	4	-	26 (3.11)
Pomona	13	3	3	4	-	23 (2.75)
Tarassovi	-	1	-	-	-	1 (0.12)
Ballum	17	-	-	-	-	17 (2.04)
Hebdomadis	5	6	2	-	-	13 (1.56)
Mini	-	-	-	-	-	0 (0)
Panama	2	-	1	-	-	3 (0.36)
Celledoni	-	2	-	-	-	2 (0.24)
Louisiana	1	-	-	-	-	1 (0.12)
Cynopteri	82	37	4	3	-	126 (15.09)
Pyrogenes	61	14	11	4	-	90 (10.78)
Batavie	-	-	-	-	-	0 (0)
Shermani	4	1	-	1	-	6 (0.72)
Djasiman	1	-	-	-	-	1 (0.12)
Andamana	1	2	3	-	-	6 (0.72)
Seramanga	25	11	9	-	-	45 (5.39)
Nordeste (%)	441 (52.81)	221 (26.47)	100 (11.98)	71 (8.5)	2 (0.24)	835 (100)

Fonte: Elaboração dos Autores

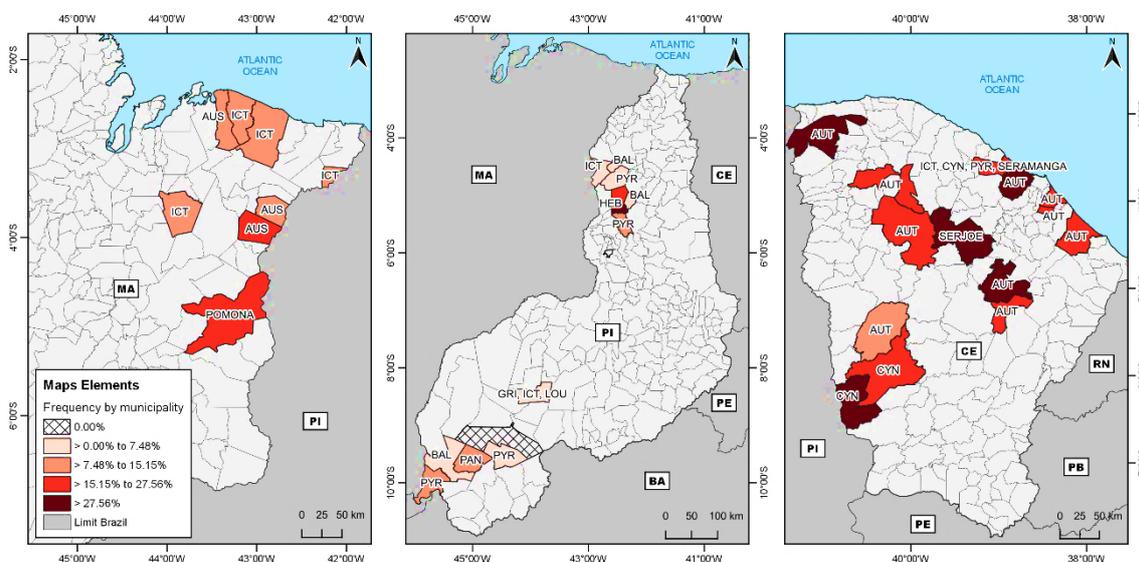
Lista de Figuras

Figura 1: Frequência de caprinos sorretores à *Leptospira* sp. e sorogrupos mais frequentes por município nos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Sergipe e Alagoas, Nordeste do Brasil.



Fonte: Elaboração dos Autores

Figura 2: Frequência de caprinos sorretores à *Leptospira* sp. e sorogrupos mais frequentes por município nos estados do Maranhão, Piauí e Ceará, Nordeste do Brasil.



Fonte: Elaboração dos Autores

CONCLUSÃO GERAL

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

A *Leptospira* sp. está presente nos caprinos estudados nos estados de Maranhão e Alagoas e que há uma semelhança quanto aos sorogrupos envolvidos na patogenia da doença nestes locais, variando apenas na frequência em que são encontrados, mesmo esses estados sendo diferentes quanto aos biomas, o Maranhão localizado na faixa de transição entre Amazônia e Cerrado, o que confere uma grande variedade de ecossistemas e biodiversidade, e Alagoas ao bioma caatinga.

Conclui-se que a leptospirose está presente nos estados da região Nordeste do Brasil, em especial em áreas de ambiente hostil, mostrando uma possível adaptação do agente em áreas e climas adversos, antes não associados a presença da doença, são áreas de características diversificadas, não sendo uma doença restrita à áreas alagadas ou com vegetação específica, o que gera o alerta para os cuidados preventivos em relação a patologia, visto a importância desta na cadeia produtiva e na saúde pública, por se tratar de uma zoonose. Há também uma forte relação com a transmissão intraespécie e uma tendência ao aparecimento de sorogrupos específicos, o que inicia um processo de caracterização da doença na região e sugere que os caprinos possam ser portadores e mantenedores do agente, em especial do sorogrupo Autumnalis, na região Nordeste. Os dados demonstram também uma possível participação de animais silvestres no ciclo da doença, provavelmente em fuga de áreas desmatadas, fortalecendo a necessidade da preservação ambiental e de estudos sobre a importância destas espécies em relação a leptospirose.

Também foi possível concluir que há uma necessidade de maior assistência técnica e preventivo aliado a uma necessidade de maior instrução de produtores e dos próprios técnicos para melhora nos níveis produtivos da caprinocultura nordestina, região de maior produtividade desta espécie no país.