

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EPIDEMIOLOGIA EXPERIMENTAL
APLICADA ÀS ZONÓSES

ALINE TAMYE IZUTANI ARAGÃO

**Soroprevalência e fatores de risco associados a leptospirose em equinos reprodutores no
Estado de Santa Catarina, Brasil, nos anos de 2016 e 2020.**

São Paulo
2021

ALINE TAMYE IZUTANI ARAGÃO

Soroprevalência e fatores de risco associados a leptospirose em equinos reprodutores no Estado de Santa Catarina, Brasil, nos anos de 2016 e 2020.

Dissertação/Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre/Doutor em Ciências.

Departamento:

Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal

Área de concentração:

Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses

Orientador:

Prof. Dr. Marcos Bryan Heinemann

São Paulo

2021

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T. 4117
FMVZ

Aragão, Aline Tamyze Izutani
Soroprevalência e fatores de risco associados a leptospirose em equinos reprodutores no Estado de Santa Catarina, Brasil, nos anos de 2016 e 2020 / Aline Tamyze Izutani
Aragão. – 2021.
48 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal, São Paulo, 2021.

Programa de Pós-Graduação: Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses.

Área de concentração: Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Bryan Heinemann.

1. Leptospirose equina. 2. Soroprevalência. 3. Fatores de risco. 4. Santa Catarina. I. Título.



Comissão de Ética no Uso de Animais

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Universidade de São Paulo

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "Infecção por *Leptospira* spp. em equinos destinados à reprodução no estado de Santa Catarina, Brasil", protocolada sob o CEUA nº 3875010319 (ID 006704), sob a responsabilidade de **Marcos Bryan Heinemann e equipe; Aline Tamyze Izutani Aragão** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (CEUA/FMVZ) na reunião de 02/07/2019.

We certify that the proposal "Infection by *Leptospira* spp. in equines for breeding in the state of Santa Catarina, Brazil", utilizing 150 Equines (males and females), protocol number CEUA 3875010319 (ID 006704), under the responsibility of **Marcos Bryan Heinemann and team; Aline Tamyze Izutani Aragão** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the School of Veterinary Medicine and Animal Science (University of São Paulo) (CEUA/FMVZ) in the meeting of 07/02/2019.

Finalidade da Proposta: **Pesquisa**

Vigência da Proposta: de **04/2019** a **04/2021**

Área: **Medicina Veterinária Preventiva E Saúde Animal**

Origem: **Animais de proprietários**

Espécie: **Equídeos**

sexo: **Machos e Fêmeas**

idade: **3 a 20 anos**

N: **150**

Linagem: **srđ**

Peso: **300 a 600 kg**

Local do experimento: O estado de Santa Catarina é o menor estado pertencente a região sul do país, com mais de 7 milhões de habitantes (IBGE, 2018) e área territorial de 95.733 km² dividido em 295 municípios. O estado faz fronteira com o do Rio Grande do Sul, Paraná e Argentina. Serão coletadas amostras em 150 equinos pertencentes a 15 propriedades, de diferentes raças, em estado reprodutivo, distribuídos nos municípios de Blumenau, Ilhota, Itajaí, Jurerê, Timbó, Indaial, Pomerode, Jaraguá do Sul e Guaramirim, pertencentes ao Estado de Santa Catarina. Os animais que serão utilizados no estudo, estarão em manejo reprodutivo ativo, distribuídos em haras de criação de diferentes raças de equinos. Os animais poderão não ser vacinados contra leptospirose, machos ou fêmeas, em idade reprodutiva

São Paulo, 20 de agosto de 2021

Prof. Dr. Marcelo Bahia Labruna
Coordenador da Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade
de São Paulo

Camilla Mota Mendes
Vice-Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade
de São Paulo

Dissertação de autoria de Aline Tamy Izutani Aragão sob o título " **Soroprevalência e fatores de risco associados a leptospirose em equinos reprodutores no Estado de Santa Catarina, Brasil, nos anos de 2016 e 2020**", apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências pelo Programa de Pós-graduação de Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses, aprovada em ____ de _____ de _____ pela comissão julgadora constituída pelos doutores:

Prof. Dr. _____
Instituição: _____
Presidente

Prof. Dr. _____
Instituição: _____

Prof. Dr. _____
Instituição: _____

Prof. Dr. _____

Agradecimentos

A instituição CAPES por tornar esta pesquisa possível.

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcos Heinemann, pela competência, paciência, por orientar e se mostrar sempre disposto e compreensivo.

A Profa. Dra. Eleine Anzai, pela amizade, por ser uma fonte de inspiração, estar sempre disposta a ajudar e acreditar no meu trabalho.

A Profa. Dra. Camila Martins por todo seu conhecimento estatístico e epidemiológico.

A Médica Veterinária Dra. Michele Lenzi, colega especialista em reprodução, pela amizade, por confiar seus pacientes ao nosso projeto, por estar sempre disposta a nos ajudar e por acreditar na importância desta pesquisa.

Aos proprietários criadores de cavalos de Santa Catarina que foram complacentes em permitir as coletas nos seus animais, por disponibilizar seus funcionários para nos ajudar e por acreditar na importância desta pesquisa.

Ao Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal (VPS) da FMVZ da Universidade de São Paulo (USP) pela oportunidade de realizar a pós graduação.

A todos do Laboratório de Zoonoses Bacterianas (LZB), em especial a Gi, Isra e Antônio, pelo acolhimento, conhecimento, ensinamentos e paciência.

Ao Laboratório de Análises Clínicas Veterinário (LAC-Vet) da Universidade Regional de Blumenau (FURB), que foi imprescindível na separação e armazenamento das nossas amostras.

Aos meus pais e irmãos, por todo amor, por sempre acreditarem, por sempre me apoiarem e estarem presentes, independente da distância.

A minha tia Celma e minha vó Nobu, por me acolherem com tanto amor e carinho em todas as minhas idas a cidade de São Paulo.

Ao meu companheiro Nicholas, pela paciência, compreensão e amor em momentos bons e ruins.

A Kampay, por estar ao meu lado em todos os minutos de escrita e construção desta dissertação, pelo amor, resiliência e lealdade incondicionais.

A todos que participaram da construção deste trabalho de forma direta ou indireta.

MUITO OBRIGADA

Resumo

ARAGÃO, Aline Tamy Izutani. **Soroprevalência e fatores de risco associados a leptospirose em equinos reprodutores no Estado de Santa Catarina, Brasil, nos anos de 2016 e 2020.** 2021. 48f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

A leptospirose possui distribuição mundial, sendo considerada uma das zoonoses mais importantes do mundo, podendo acometer os animais e humanos das mais variadas formas. Apesar dos estudos sobre soroprevalência da leptospirose em equinos demonstrarem que a exposição dos cavalos ao agente patogênico é alta, a maior parte dos animais é acometido de forma subclínica, gerando grandes prejuízos na criação de cavalos no Brasil e no mundo. O objetivo deste trabalho é avaliar a soroprevalência da leptospirose em equinos utilizados para a reprodução nos anos de 2016 e 2019 no Estado de Santa Catarina e os fatores de risco associados. No estado de Santa Catarina, nos anos de 2016 foram coletados soro sanguíneo de 305 equinos e em 2019 e 2020 um total de 103. O teste empregado foi o da Soro Aglutinação Microscópica (MAT). No ano de 2016, 145 (47,5%) apresentaram anticorpos anti *Leptospira* spp., enquanto 2019 e 2020 apenas 34 (33%) foram soropositivos. Quanto a fatores de risco, no ano de 2016 os fatores que apresentaram significância estatística para o tipo de reprodução, onde a monta natural se apresentou como um fator de risco, assim como éguas que tiveram reabsorção fetal e animais que viajaram. Quanto aos sorogrupos mais prevalentes no ano, tivemos o Icterohaemorrhagiae sorovar Icterohaemorrhagiae (22,8%), Pomona sorovar Pomona (18,6%) e Icterohaemorrhagiae sorovar Copenhageni (14,3%). O Sorogrupo Panama sorovar Panama apenas 1 exemplar com titulação de 1600 indicando uma fonte de infecção ativa do sorogrupo no estado. Quanto aos sorogrupos mais prevalentes nos anos de 2019-20, tivemos o Cynopteri sorovar Cynopteri (12,4%), Pomona sorovar Pomona (12,4%) e Australis sorovar Australis (6,2%). Tanto o sorogrupo Panama sorovar Panama como o Cynopteri sorovar Cynopteri não pertencem a lista de sorovares presentes nas vacinas comerciais disponíveis para cavalos. O Estado de Santa Catarina evidenciou uma ampla distribuição de soroprevalentes, podendo haver influências climáticas e de educação continuada na prevalência da doença. O monitoramento epidemiológico da doença em equinos se faz necessário para a criação de programas efetivos de controle da zoonose no estado.

Palavras-chave: Leptospirose equina. Soroprevalência. Fatores de risco. Santa Catarina.

Abstract

ARAGÃO, Aline Tamy Izutani. **Seroprevalence and risk factors associated with leptospirosis in breeding horses in the State of Santa Catarina, Brazil, in 2016 and 2020.** 2021. 48p. Dissertation (Master of Science) – School Veterinary Medicine and Zootechnics, University of São Paulo, São Paulo, 2021.

Leptospirosis has a worldwide distribution, being considered one of the most important zoonoses in the world, affecting animals and humans in a variety of ways. Although studies on the seroprevalence of leptospirosis in horses demonstrate that the exposure of horses to the pathogen is high, most animals are affected subclinically, causing great damage to horse breeding in Brazil and worldwide. The objective of this study is to evaluate the seroprevalence of leptospirosis in horses used for reproduction in 2016 and 2019 in the State of Santa Catarina and the associated risk factors. In the state of Santa Catarina, in 2016, blood serum was collected from 305 horses and in 2019 and 2020 a total of 103. The test used was the Microscopic Agglutination Test (MAT). In 2016, 145 (47.5%) had antibodies to *Leptospira* spp., while 2019 and 2020 only 34 (33%) were seropositive. As for risk factors, in 2016 the factors that showed statistical significance for the type of reproduction, where the natural breeding was a risk factor, as well as mares that had fetal resorption and animals that traveled. As for the most prevalent serogroups in the year, we had Icterohaemorrhagiae serovar Icterohaemorrhagiae (22.8%), Pomona serovar Pomona (18.6%) and Icterohaemorrhagiae serovar Copenhageni (14.3%). Serogroup Panama serovar Panama only 1 specimen with a titre of 1600 indicating a source of active serogroup infection in the state. As for the most prevalent serogroups in the years 2019-20, we had Cynopteri serovar Cynopteri (12.4%), Pomona serovar Pomona (12.4%) and Australis serovar Australis (6.2%). Both serogroup Panama serovar Panama and Cynopteri serovar Cynopteri do not belong to the list of serovars present in commercial vaccines available for horses. The State of Santa Catarina showed a wide distribution of seroprevalents, and there may be climate and continuing education influences on the prevalence of the disease. Epidemiological monitoring of the disease in horses is necessary for the creation of effective zoonosis control programs in the state.

Keywords: Equine leptospirosis. Seroprevalence. Risk factors. Santa Catarina.

Lista de figuras

- Figura 1 – Mapa da região onde o estudo foi conduzido. Municípios do Estado de Santa Catarina.....25
- Figura 2 – Sorogrupos e seus respectivos sorovares, de equinos soropositivos no ano de 2016, e suas frequências associadas aos fatores de risco estatisticamente significativos.....37
- Figura 3 – Sorogrupos e seus respectivos sorovares, de equinos soropositivos no ano de 2019 e 2020, e suas frequências associadas aos fatores de risco mais frequentes. 37

Lista de tabelas

Tabela 1 – Soroprevalência de anticorpos anti- <i>Leptospira</i> spp em equinos do estado de Santa Catarina nos anos de 2016 e 2019/20.....	28
Tabela 2 – Prevalência de soropositivos em municípios do Estado de Santa Catarina nos anos de 2016, 2019 e 2020.....	Erro! Indicador não definido. 8
Tabela 3 – Prevalência de soropositivos de acordo com a raça no Estado de Santa Catarina nos anos de 2016, 2019 e 2020.....	29
Tabela 4 – Fatores de risco para infecção por <i>Leptospira</i> spp. em equinos do Estado de Santa Catarina no ano de 2016.	30
Tabela 5 – Prevalência de aglutininas anti- <i>Leptospira</i> , os sorogrupos e os prováveis sorovares, em equinos reprodutores coletados no ano de 2016 no Estado de Santa Catarina.	31
Tabela 6 – Sorogrupos e seus respectivos sorovares, de equinos soropositivos no ano de 2016, e suas frequências associadas ao fator de risco estatisticamente significativo ($p < 0,001$).....	32
Tabela 7 - Fatores de risco para infecção por <i>Leptospira</i> spp. em equinos do Estado de Santa Catarina no ano de 2019 e 2020.....	33
Tabela 8 - Prevalência de aglutininas anti- <i>Leptospira</i> , os sorogrupos e os prováveis sorovares, em equinos reprodutores coletados no ano de 2019 e 2020 no Estado de Santa Catarina.....	34
Tabela 9 - Sorogrupos e seus respectivos sorovares, de equinos soropositivos no ano de 2019 e 2020, e suas frequências associadas aos fatores de risco mais frequentes.....	35

Lista de Quadros

Quadro 1 - Relação dos antígenos do gênero *Leptospira* empregados no teste de Soro Aglutinação Microscópica (MAT), listados por sorogrupos e seus respectivos sorovares.....26

Lista de abreviaturas e símbolos

pH – Potencial hidrogeniônico
rRNA - Ácido ribonucleico ribossômico
IC – Intervalo de confiança
IC sup – Intervalo de confiança superior
IC inf – Intervalo de confiança inferior
°C – Graus Celsius
> - Maior que
% - Porcentagem
ALT – Alanina aminotransferase
AST – Aspartato aminotransferase
ALP – Fosfatase alcalina
BUN - Nitrogênio uréico sanguíneo
Na – Sódio
K – Potássio
Ca – Cálcio
Mg – Magnésio
P – Fósforo
Cu – Cobre
Zn – Zinco
p – Probabilidade de significância
PCR – Reação em cadeia pela polimerase
MAT – Soroaglutinação microscópica
IgM – Imunoglobulina M
IgG – Imunoglobulina G
DNA - Ácido desoxirribonucleico
MDA – Malondialdeído
GSH – Glutathiona reduzida
CEUA – Comitê de ética para o uso de animais
Km² - Quilometro quadrado
PSI – Puro Sangue Inglês
SRD – Sem raça definida
® - Registrado
LacVet – Laboratório de Análises Clínicas Veterinário
FURB – Universidade Regional de Blumenau
mL – Mililitro
LZB – Laboratório de Zoonoses Bacterianas
FMVZ – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
USP – Universidade de São Paulo
µL – Microlitro
N – Número
OR – Odds Ratio
Ref – Categoria de referência para o cálculo de variável
Prev.Real – Prevalência real

Sumário

1	Introdução.....	13
2	Objetivos	21
2.1	<i>Objetivo Geral.....</i>	<i>21</i>
2.2	<i>Objetivos Específicos</i>	<i>21</i>
3	Materiais e métodos	22
3.1	<i>Área de estudo.....</i>	<i>22</i>
3.2	<i>Animais.....</i>	<i>23</i>
3.3	<i>Amostras.....</i>	<i>24</i>
3.4	<i>Soroaglutinação Microscópica (MAT).....</i>	<i>24</i>
3.5	<i>Análise Estatística.....</i>	<i>26</i>
4	Resultados	28
5	Discussão	37
6	Conclusão.....	43
	Referências	44

1 Introdução

A leptospirose é uma doença bacteriana, causada por espiroquetas gram negativas do gênero *Leptospira* (BHARTI et al., 2003). Bactéria pertencentes ao filo Spirochaetes, classe Spirochaetes, ordem Spirochaetes, família Leptospiraceae e gênero *Leptospira*, com morfologia espiralada, helicoidal, flexível e delgada. Diferente de outras espiroquetas, possui “ganchos” chamados de endoflagelos em suas extremidades, além de dois filamentos axiais em sua morfologia, responsáveis por conferir sua motilidade (PICARDEAU, 2013). Sua membrana composta de lipopolissacarídeos é semelhante à de bactérias Gram negativas, porém não é corada pelo método de Gram e possui menor atividade endotóxica. São bactérias aeróbicas, de desenvolvimento lento, com temperatura ótima de crescimento entre 28 – 30 °C, pH entre 7,2 – 7,6 e necessidade de uma fonte de ácido graxo de cadeia longa como fonte de carbono para sua exigente nutrição (PN, 2001).

Em uma nova classificação, baseada no genoma, são descritas 64 espécies de *Leptospira*, distribuídas em patogênicas, intermediárias e espécies saprófitas (Adler; Moctezuma 2010; Picardeau 2017, Vicent et al 2019). As espécies patogênicas são as que comumente causam doença clínica em animais e humanos, as intermediárias que causam sinais clínicos brandos e não tiveram sua virulência determinada em ensaios experimentais e as saprófitas que somente são isoladas do ambiente (PICARDEAU, 2017). A classificação em patogênica, intermediária e saprófita, além dos aspectos clínicos-epidemiológicos, também, baseia-se na sequência do gene *rRNA 16S* (PICARDEAU, 2017).

A classificação tradicional, baseada na estrutura de lipopolissacarídeos presente na superfície bacteriana, divide as leptospirosas em 23 sorogrupos que são divididos em mais de 300 sorovares (PICARDEAU, 2013; LE TURNIER; EPELBOIN, 2019). Desta forma, um sorogrupo pode conter mais de uma espécie genômica e uma espécie pode pertencer a vários sorogrupos. A classificação em sorogrupos e sorovares é ainda reconhecida como essencial nas investigações clínicas e epidemiológicas e é um indicador do reservatório envolvido na transmissão do agente e é decisivo na escolha da vacina a ser utilizada (KO et al., 1999; ULLMANN e LANGONI, 2011).

A leptospirose é uma das principais zoonoses e causa grande morbidade e mortalidade, sendo estimado 1,03 milhões de casos humanos (95% IC 0,43 a 1,75) por ano em todo o mundo (COSTA et al., 2015). A doença possui distribuição mundial, sendo considerada uma das zoonoses mais importantes do mundo, podendo acometer os animais e humanos das mais variadas formas (TRIMBLE et al., 2018; DA SILVA et al., 2020).

As áreas de maior prevalência da doença são as de clima tropical, que se mostram ideais para a manutenção do agente patogênico no ambiente, devido a temperatura e índice pluviométrico favoráveis. Para a região América Latina Tropical, representada majoritariamente pelo Brasil, tem-se estimado casos humanos anuais por cem mil habitantes de 27.300 (9.000 - 53.200), com morbidade de 13,53 (4,47 - 26,56) e mortalidade de 0,66 (0,23 - 1,28) com 1.300 (500 - 2.600) mortes (COSTA et al., 2015).

Considerado um agente dinâmico, sua resistência no ambiente pode variar de acordo com o sorovar, podendo sobreviver por até duas semanas no solo e quatro semanas na água (CASANOVAS-MASSANA et al., 2018). O Estado de Santa Catarina, por sua distribuição geográfica, tem uma alta distribuição e quantidade de chuvas durante o ano. Além disto, possui um relevo montanhoso, propício para a formação de nuvens cumuliformes, resultando no aumento no volume das chuvas neste estado (MONTEIRO, M. 2001) o que pode se caracterizar como um importante fator de risco. Por meio de modelagem matemática, Zakharova et al. (2020) determinaram que as variáveis que mais contribuíram para a infecção dos animais por *Leptospira* foram a temperatura, amplitude diurna, cobertura vegetal e altitude.

Apesar de enchentes em áreas urbanas ser um importante risco da transmissão para a leptospirose humana, Costa et al (2015) identificaram um forte componente associado a leptospirose rural, isto pode ser agravado com a expansão da agricultura e desmatamento (DeFRIES et al., 2010; MWACHUI et al., 2015), expondo a população a novos reservatórios de *Leptospira* (COSTA et al., 2015). Além disso, os autores também identificaram que a leptospirose é um problema de saúde veterinária, com grandes impactos econômicos na produção animal (COSTA et al., 2015). A relevância da leptospirose não se restringe apenas ao prejuízo econômico, também, por possuir caráter zoonótico, oferece riscos à saúde humana (RICHTZENHAIN et al., 2002).

Os principais fatores que aumentam a incidência da leptospirose são aumento da pluviosidade, aumento da densidade de roedores, aquecimento global, urbanização desordenada, falta de vigilância e notificação, férias em países tropicais e expedições militares. Já os fatores implicados na diminuição da incidência são diminuição da pluviosidade, diminuição da densidade de roedores, aumento no saneamento básico, aumento na profilaxia e vacinação. Os fatores relacionados a alteração na distribuição da leptospirose são mudanças no uso da terra, desmatamento e comércio de animais de produção (HARTSKEERL et al., 2011).

Dependendo das condições ambientais e da presença dos hospedeiros adequados, as leptospiras podem persistir por semanas ou meses no ambiente, principalmente em regiões tropicais e subtropicais (Plank e Dean, 2002). A transmissão da bactéria ocorre de maneira indireta pela água contaminada, por ingestão ou lesões de continuidade na pele, ou de forma direta, através do contato com urina contaminada, produtos de abortamento, secreções reprodutivas e leite (HAMOND et al., 2014b, 2015; PINTO; LIBONATI; LILENBAUM, 2017a). Os animais, silvestres e domésticos, que são portadores renais crônicos excretam a bactéria viável pela urina, sendo importantes fontes de infecção para humanos e outros animais (PINTO; LIBONATI; LILENBAUM, 2017b). Os animais domésticos e silvestres são responsáveis pela manutenção da doença nas áreas rurais, enquanto os roedores e cães são os principais reservatórios do meio urbano (VERMA; STEVENSON; ADLER, 2013b). Já foi demonstrado que o estado de portador renal pode ocorrer na maioria dos mamíferos, sendo este um ponto central na persistência da *Leptospira* nos rebanhos e no ambiente. Além disso, apesar de alguns sorovares estarem associados a hospedeiros específicos, todos os animais podem ser infectados por qualquer sorovar (ULLMANN e LANGONI, 2011). Catástrofes naturais como enchentes, inundações podem ser acompanhadas por surtos da doença devido ao aumento à exposição a água contaminada.

No ano de 2019 o rebanho equino brasileiro possuía mais de 5 milhões de cabeças (IBGE, 2019), sendo 1,1 milhões de cabeças são animais de esporte e lazer, tendo contato direto com o ser humano, em suas mais variadas raças e modalidades (MAPA, 2016). Este ramo movimenta por ano cerca de R\$ 5,84 bilhões, com aproximadamente 125.000 ocupações diretas. Por ser um animal versátil tanto para trabalho como para lazer, o cavalo se mostra um importante movimentador econômico do agronegócio, gerando uma renda total por ano de R\$ 16,15 bilhões e cerca de 3 milhões de ocupações diretas e indiretas (MAPA, 2016). Apesar dos estudos sobre soroprevalência da leptospirose em equinos demonstrarem que a exposição dos cavalos ao agente patogênico é alta, a maior parte dos animais é acometido de forma subclínica (TRIMBLE et al., 2018; CALDERÓN; ASTUDILLO; ROMERO, 2019).

As manifestações clínicas não são específicas nos cavalos, podendo se manifestar de forma aguda ou crônica, onde permanecem como reservatórios da bactéria, semelhante a outras espécies de animais (FAGRE et al., 2020a). Entretanto, nos equinos as leptospiras patogênicas demonstram tropismo pelo tecido renal, ocular e trato reprodutivo, sendo os sinais clínicos da doença associados ao órgão afetado (BATISTA et al., 2016). Estudos mostram que assim como outros animais, os equinos também alojam a leptospira em tecido renal, disseminando a bactéria no ambiente, sendo uma importante fonte de infecção (HAMOND et al., 2014b). Infecções por

sorovares distintos podem se manifestar de diferentes maneiras, como os sorovares *Icterohaemorrhagiae* e *Copenhageni* que levam, na maioria das vezes, ao quadro de doença sistêmica aguda. Em contrapartida, os sorovares *Australis*, *Bratislava* e *Pomona* manifestam-se de maneira subclínica na maior parte das vezes, acarretando problemas de ordem reprodutiva, sem alterações sistêmicas (TIMONEY et al., 2011; HAMOND et al., 2014a; PINTO; LIBONATI; LILENBAUM, 2017b).

Acredita-se que o sorovar *Bratislava* seja adaptado aos cavalos, podendo ser transmitido diretamente entre os animais, sendo um sorovar menos influenciado por condições climáticas e que não precisa necessariamente de outras espécies para a transmissão da bactéria (HAMOND et al., 2014b). Desta forma, um equino infectado que é transportado sem os cuidados sanitários necessários e introduzido sem a quarentena adequada em uma propriedade pode veicular a bactéria em todo o plantel susceptível. A presença de lagos ou locais com acúmulo de água, tem se mostrado um fator ambiental associado a manutenção do sorovar (HAMOND et al., 2014b). Além disto, equinos com problemas reprodutivos, quando acometidos por este sorovar, não apresentam alterações hematobioquímicas significativas, corroborando com a hipótese de adaptação (FARIAS et al., 2020).

Os seguintes sorovares já foram identificados em cavalos na fase aguda da doença: *Pomona*, *Hardjo*, *Bratislava*. E os seguintes sorovares foram identificados por sorologia: *Tarassovi*, *Grippotyphosa*, *Icterohaemorrhagiae*, *Ballum*, *Wolffii*, *Canicola*, *Copenhageni*, *Lai*, *Serjoe* (PUTZ e NALLY, 2020). Na América Latina foram já identificados, por sorologia, os seguintes sorogrupos: *Australis*, *Pomona*, *Pyrogenes*, *Panama*, *Andamana* e *Icterohaemorrhagiae* (PINTO; LIBONATI; LILENBAUM, 2017c).

Quadros agudos em equinos adultos são principalmente caracterizados por alterações oculares, anemia, hemorragias, anorexia e depressão generalizada. Os quadros de icterícia e falência renal, diferente do que se achava, não são comuns em animais adultos, manifestando-se frequentemente em potros (VERMA; STEVENSON; ADLER, 2013b). Mesmo os animais jovens sendo mais susceptíveis a quadros graves da doença, há relatos de animais adultos com hepatopatias e lesões renais associadas a leptospirose são uma realidade (SOHAIL et al., 2017; BORN et al., 2018). Os exames hematobioquímicos de casos agudos foram caracterizados pela presença de anemia hemolítica, elevação significativa na alanina transaminase (ALT), aspartato aminotransferase (AST), fosfatase alcalina (ALP), nitrogênio uréico no sangue (BUN) e creatinina que indicam danos renais e hepáticos. Além disso, a concentração dos minerais Na, K, Ca, Mg, P, Cu e Zn mostraram-se diminuídos, o que indica dano nos túbulos renais (SOHAIL et al., 2017).

Hemorragias pulmonares já foram relatados em quadros agudos tanto em equinos jovens em humanos e cães, tendo uma mortalidade alta, maior que 50% (BROUX et al., 2012). Os casos relatados em equinos, mesmo que raros, mostram um maior acometimento de potros com até 6 meses de idade (BROUX et al., 2012). Geralmente estes casos vem associados a outros sinais clínicos clássicos como icterícia e falência renal, entretanto a hemorragia pulmonar associada a leptospirose se mostra um quadro hiperagudo grave da doença, com uma altíssima mortalidade (BROUX et al., 2012). A causa ainda é desconhecida, tendo a hipótese de uma interação entre vírus que acometa o sistema respiratório, uma nova cepa bacteriana com maior tropismo pela região ou um quadro de vasculite sistêmica. O quadro inflamatório é determinante na expressão da enfermidade pulmonar, podendo ter origem multifatorial (BROUX et al., 2012). Ainda hoje a leptospirose em equinos é associada principalmente a quadros de falências renais e hepáticas, porém quadros de inflamações intersticiais, sistêmicas, dano alveolar e hemorragias pulmonares já são uma realidade, devendo ser a leptospirose também um diagnóstico diferencial nos quadros de crise respiratória aguda (BROUX et al., 2012).

Infecções crônicas, mais comuns em regiões endêmicas, estão associados ao abortamento no terço final de gestação, nascimento de potros fracos, queda de performance atlética, natimortos, potros prematuros, repetição de cio e uveíte recorrente, gerando grandes impactos econômicos (HAMOND; MARTINS; LILENBAUM, 2012; HAMOND et al., 2013, 2015; ARENT et al., 2015; PINTO; LIBONATI; LILENBAUM, 2017b).

A infecção em éguas prenhas leva a infertilidade, endometrites, placentite e a abortamentos em qualquer fase da gestação, sendo mais comum relatos no terço final, com ou sem a presença de sinais clínicos (HAMOND et al., 2015; BORN et al., 2018). Nos casos de aborto, o contato direto das éguas prenhas com a urina de animais selvagens infectados mostra-se um importante fator de risco. Animais como gambás e cervos são reservatórios potenciais da doença, carregando sorovar Pomona tipo Kennewicki, diretamente relacionado ao aborto nestes animais na América do Norte (TIMONEY et al., 2011). Em países tropicais como Brasil, os sorovares de maior correlação com os equinos são Copenhageni, Icterohaemorrhagiae e Bratislava (HAMOND et al., 2014b).

Tecidos fetais, oriundos de abortamentos avaliados demonstram lesões císticas nodulares, trombozes, vasculite, edema, necrose do *corium placentar*, infiltrado de células inflamatórias, necrose e calcificação das vilosidades (VERMA; STEVENSON; ADLER, 2013b). Os fetos apresentam hiperplasia de fígado e rins, com lesões supurativas e não supurativas, nefrite, dissociação hepatocelular, infiltração de células inflamatórias na tríade

portal e hepatopatia de células gigantes, além de alterações medulares (VERMA; STEVENSON; ADLER, 2013b). Potros acometidos pela doença são prematuros e icterícos (VERMA; STEVENSON; ADLER, 2013b). Éguas prenhas em infecção crônica podem liberar a bactéria pela urina por até 14 semanas, sendo um potencial transmissor da doença para outros animais e humanos (VERMA; STEVENSON; ADLER, 2013b).

Assim como em humanos, a leptospira é responsável por causar uveítes recorrentes em equinos. A fisiopatologia da doença não é bem esclarecida, mas estudos mostram dois principais causadores: A lesão da leptospira nas estruturas oculares, levando a infecção e lesão persistente, e resposta autoimune, por meio de mimetismo molecular antigênico nas estruturas do globo ocular (MALALANA et al., 2017). Alguns sorovares demonstram maior tropismo pelo tecido ocular de equinos, como *Leptospira kirschneri* Sorovar Grippytyphosa na Europa, Pomona e Bratislava nos casos relatados na América do Norte (MALALANA, 2019, 2020). Além disso, a raça Appaloosa possui o pior prognóstico e maior predisposição entre as raças de cavalos (GERDING; GILGER, 2016; MALALANA et al., 2017; MALALANA, 2020). O diagnóstico de uveíte por leptospirose deve ser feito por meio laboratorial, com a sorologia e o teste de PCR nos fluídos oculares, de forma a detectar a presença do DNA bacteriano (GILGER, 2018). Devido a inespecificidade dos sinais, acredita-se que a leptospirose é uma patologia subdiagnosticada, podendo haver uma prevalência maior do que se tem informação (TRIMBLE et al., 2018).

Em relação a epidemiologia, numa revisão sistemática da leptospirose em cavalos na América Latina, o sorogrupo predominante foi o Icterohaemorrhagiae, seguidos dos sorogrupos Australis e Pomona, sendo que a soropositividade variou entre 4,5 a 90,7% com uma mediana de 45%. Os autores discutem que não há surpresa na predominância pelo sorogrupo Icterohaemorrhagiae pois o mesmo já foi identificando em várias regiões tropicais e está intimamente relacionado a presença de roedores. Bem como, o sorogrupo Australis que é um sorogrupo adaptado aos cavalos (PINTO et al 2017).

Quando se trata de métodos diagnósticos para leptospirose, para os equinos é o mesmo que em outras espécies animais. O padrão ouro para o diagnóstico é o isolamento bacteriano, porém seu uso é limitado e muitas vezes inviável devido ao processo de coleta, transporte e material altamente especializado que o procedimento requer (NALLY et al., 2018), limitando até o número de profissionais capacitados dentro do agronegócio do cavalo. O isolamento requer tecido fresco, urina ou sangue contaminados, coletados antes do início de antibióticos, pois necessita de bactérias viáveis (ADLER; DE LA PEÑA MOCTEZUMA, 2010). Além disto, muitas vezes se torna necessário o uso de substâncias antimicrobianas a fim de minimizar o

risco de contaminação e perda da amostra. A incubação pode acontecer por até 13 semanas, sendo necessária avaliação periódica em microscopia de campo escuro semanalmente. Por esses motivos, a cultura de leptospiras se torna muitas vezes inviável e não prática na rotina clínica, onde um diagnóstico rápido é primordial. Além disso, a sensibilidade analítica do isolamento é em torno de 10% (ADLER; DE LA PEÑA MOCTEZUMA, 2010).

O método de análise molecular PCR (Reação em Cadeia pela Polimerase) é o método mais utilizado no diagnóstico direto da leptospirose animal, uma vez que é capaz de distinguir o DNA bacteriano nos mais diversos materiais biológicos, como humor aquoso, produtos de aborto, secreções vaginais e urina. A especificidade diagnóstica, tanto da PCR convencional como da PCR em real time, é de 90 a 100% e a sensibilidade entre 60 a 100% (VERMA; STEVENSON; ADLER, 2013a; FINGER et al., 2014a; HAMOND et al., 2016).

Dentre todos os testes diagnósticos, o MAT (Soroaglutinação Microscópica) é o mais utilizado para determinar a soroprevalência da doença (TRIMBLE et al., 2018). A soroaglutinação microscópica (MAT) que tem como vantagem o baixo custo, sensibilidade de detecção de IgM e IgG e sua ampla utilização como método diagnóstico. A investigação de sorogrupos e seus hospedeiros de manutenção é necessária para a epidemiologia da leptospirose, humana ou animal de uma determinada região. A sensibilidade diagnóstica da MAT é de 82 a 96%, já a especificidade diagnóstica está entre 85 a 95 % (FINGER et al., 2014a).

Outras formas de diagnóstico foram testadas a fim de identificar os animais positivos subclínicos, analisando se possuíam alguma alteração hematobioquímica ou de metabolismo oxidativo significativo, a ponto de serem detectados apenas com estes parâmetros. Algumas alterações foram encontradas, como aumento nos níveis de Malondialdeído (MDA), redução de GSH (Glutathiona Reduzida), indicando um possível estresse oxidativo (FARIAS et al., 2020). Nos níveis bioquímicos séricos, níveis de albumina sofreram alteração, o que pode reforçar a presença de um estresse oxidativo, uma vez que a albumina é uma proteína de fase aguda negativa, tendo importante função antioxidante (FARIAS et al., 2020). Porém nenhum dos achados é considerado significativo a ponto de diagnosticar um equino reservatório subclínico da doença, reforçando a dificuldade na identificação e a importância destes animais na epidemiologia da doença.

Como os métodos de controle variam de acordo com a estirpe infectante, saber os sorogrupos prevalentes para cada hospedeiro é essencial (PINTO; LIBONATI; LILENBAUM, 2017b). Apesar disto, é evidente a falta de estudos que avaliam o cenário epidemiológico real da leptospirose em equinos no Brasil, o que pode prejudicar a efetividade dos programas de

controle. Tais programas baseiam-se em antibiótico terapia de portadores, manejo e medidas ambientais e vacinação em grande escala de susceptíveis. Porém, é necessário que a vacinação ocorra de acordo com o sorovar mais prevalente da região, dependendo diretamente da cepa infectante, desta forma um esforço diagnóstico em grande escala é essencial para haver o controle efetivo desta zoonose no país (PINTO; LIBONATI; LILENBAUM, 2017b).

2 Objetivos

2.1 *Objetivo Geral*

O objetivo desta tese é avaliar a soroprevalência da leptospirose em equinos utilizados para a reprodução nos anos de 2016 e 2019 no Estado de Santa Catarina, fatores de risco associados ao ambiente e manejo para soropositividade de assintomáticos, a fim de aprimorar o entendimento temporal da doença e corroborar com programas de controle a nível nacional.

2.2 *Objetivos Específicos*

- Detectar anticorpos anti-*Leptospira* spp., por meio da técnica de soroaglutinação microscópica (MAT), no soro de equinos reprodutores do Estado de Santa Catarina, Brasil.
- Identificar os sorovares prevalentes no município.
- Comparar a prevalência dos sorovares no ano de 2016 e 2020.
- Identificar os fatores de risco associados a leptospirose equina no Estado de Santa Catarina.

3 Materiais e métodos

Todos os procedimentos realizados nos equinos foram aprovados pelo comitê de ética no uso de animais CEUA nº 3875010319.

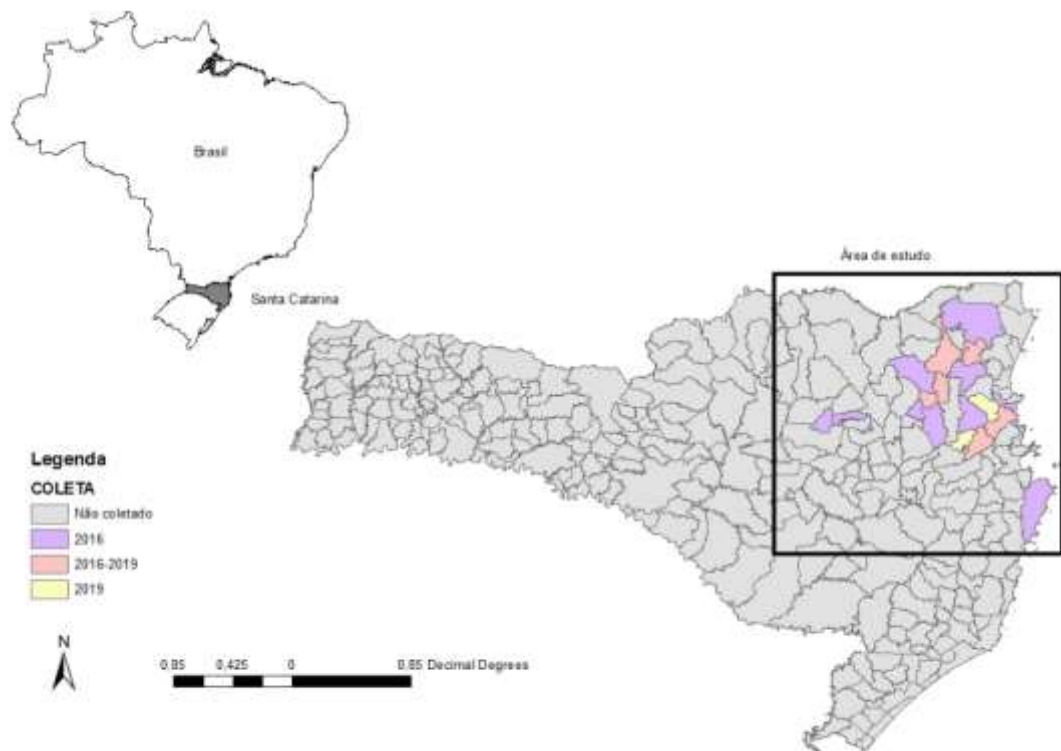
3.1 Área de estudo

O Estado de Santa Catarina é composto por 295 municípios, tendo uma área total de 95.730,684 km², fazendo divisa de fronteiras com a Argentina e os Estados do Paraná e Rio Grande do Sul. Possui uma população estimada em 7.252.502 de pessoas (IBGE, 2020).

A criação no Estado possui mais de 130 mil cabeças de equinos (IBGE, 2019). Além disto o Estado ocupa décima quinta posição no ranking de estados do Brasil com a maior quantidade de cavalos para trabalho e lazer (MAPA, 2016).

Os municípios onde as coletas foram realizadas no ano de 2016 foram: Pomerode, Gaspar, Jaraguá do Sul, Guaramirim, Massaranduba, Itajaí, Brusque, Florianópolis, Camburiú, Navegantes, Joinville, Rodeio, Indaial, Rio dos Cedros, Salete, Witmarssum. Enquanto nos anos de 2019 e 2020 foram coletadas amostras nos municípios de: Pomerode, Jaraguá do Sul, Guaramirim, Timbó, Ilhota, Guabiruba, Itajaí e Brusque (Figura 1.). Todos os municípios citados são pertencentes das mesorregiões de Santa Catarina: Norte Catarinense, Vale do Itajaí e Grande Florianópolis.

Figura 1 – Mapa da região onde o estudo foi conduzido. Municípios do Estado de Santa Catarina.



Fonte: Arquivo pessoal

3.2 Animais

Os animais selecionados para o estudo pertenciam ao programa reprodutivo da propriedade em que se encontravam. Dentre eles os machos coletados eram ganhões utilizados em monta natural ou doadores de sêmen, fêmeas prenhas, receptoras ou doadoras de embrião. Todos os animais em idade reprodutiva divididos em menores de 10 anos e maiores de 10 anos, vacinados ou não. Para avaliação dos fatores de risco, um questionário (Anexo 1) a respeito de cada animal foi empregado, com informações como: Se já apresentou problemas oftalmológicos, abortamentos, em qual período abortou, se houve repetições de cio, se a reprodução é feita através de monta natural, inseminação artificial ou transferência de embrião, tipo de convívio e se os animais são submetidos a transporte e eventos.

A totalidade de animais coletados no ano de 2016 foi de 305 indivíduos e em 2019 e 2020 um total de 103. As raças coletadas nos anos de nestes anos foram: Andaluz, Árabe, Brasileiro de Hipismo, Bretão, Campolina, Crioulo, Hanoveriano, Holsteiner, Mangalarga Marchador, Percheron, Pônei, Puro Sangue Inglês (PSI), Quarto de Milha e Sem Raça Definida (SRD).

3.3 Amostras

Os animais foram contidos e as amostras de sangue foram colhidas por punção da veia jugular, utilizando material estéril, sistema de colheita por vácuo (Vacutainer®) e tubos de ensaio sem anticoagulante. As amostras colhidas foram devidamente identificadas por número de controle, também presente no questionário.

Após a colheita das amostras, o material foi encaminhado para o Laboratório de Análises Clínicas Veterinário (Lac-Vet) da Universidade Regional de Blumenau (FURB), onde foi extraído do soro sanguíneo, o qual foi aliqüotado em microtubos de 1,5mL devidamente identificados e congelados a -20°C. Posteriormente, as alíquotas congeladas foram transportadas até o Laboratório de Zoonoses Bacterianas (LZB) do Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da Universidade de São Paulo (USP).

3.4 Soroaglutinação Microscópica (MAT)

As amostras foram processadas pelo Laboratório de Zoonoses Bacterianas (LZB) do Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da Universidade de São Paulo (USP) e em seguida submetidas ao teste de detecção de anticorpos contra *Leptospira* spp. O teste utilizado foi o de Soroaglutinação Microscópica (MAT) de acordo com Cole et al. (1973), aplicando-se uma coleção de 25 antígenos vivos entre amostras de referência e estirpes isoladas no Brasil (tabela 1).

Quadro 1 – Relação dos antígenos do gênero *Leptospira* empregados no teste de Soro Aglutinação Microscópica (MAT), listados por sorogrupos e seus respectivos sorovares.

SOROGRUPO	SOROVAR
Australis	Australis
Australis	Bratislava
Sejroe	Guaricula
Sejroe	Hardjo (hardjoprajitno)
Sejroe	Wolffi
Sejroe	Hardjo (hardjobovis)
Autumnalis	Autumnalis
Autumnalis	Butembo
Ballum	Castellonis
Bataviae	Bataviae
Canicola	Canicola
Caledoni	Whitcombi
Cynopteri	Cynopteri
Grippotyphosa	Grippotyphosa
Hebdomadis	Hebdomadis
Icterohaemorrhagiae	Icterohaemorrhagiae
Icterohaemorrhagiae	Copenhageni
Javanica	Javanica
Panama	Panama
Pomona	Pomona
Pomona	Pomona (GR6)
Pyrogenes	Pyrogenes
Shermani	Shermani
Tarassovi	Tarassovi
Djasiman	Sentot

Fonte: Baseado nos antígenos utilizados na rotina de diagnóstico sorológico de leptospirose em animais realizado pelo Laboratório de Zoonoses Bacterianas (LZB) da USP.

O soro sanguíneo dos equinos foi diluído de 1:50 em solução salina de Sorensen (pH 7,4). Em seguida, 50 μ L da solução diluída foi depositada em microplacas de poliestireno contendo 96 poços, e posteriormente adicionado 50 μ L de antígeno nos poços, atingindo a diluição de 1:100. As microplacas foram encubadas a 28°C por no mínimo duas horas para a realização da leitura e interpretação. Como controle para validação do teste cada antígeno foi analisado microscopicamente quanto a sua viabilidade, pureza e auto aglutinação.

A leitura foi realizada por meio de microscopia de campo escuro para observação das aglutinações, sendo consideradas reagentes apenas aquelas amostras que apresentaram no mínimo 50% de leptospiros aglutinadas na diluição de 1:100. As amostras reagentes foram novamente testadas para definir o título final de aglutinação. Para a titulação, as amostras foram diluídas de forma seriada na razão dois em solução salina de Sorensen (pH 7,4) e acrescentado 50 μ L do antígeno reagente na triagem. A incubação e leitura das microplacas foram realizadas como descrito anteriormente, considerando como título final a maior diluição da amostra que apresentou 50% ou mais de leptospiros aglutinadas.

3.5 *Análise Estatística*

Inicialmente, procedeu-se a análise descritiva dos dados com estimativa de frequência simples (n) e relativa (%) de todas as variáveis qualitativas, incluindo a frequência de ocorrência e os fatores de risco. Para investigar os possíveis fatores de risco que poderiam atuar como facilitadores potenciais para a infecção por *Leptospira* spp., questionários foram aplicados para obter informações sobre características individuais de cada animal, como: Sexo, idade, tipo de convívio, tipo de reprodução, local da reprodução, classificação de fêmea reprodutora, se já houve ou não abortamento, repetição de cio e reabsorção fetal, se foi o não vacinado contra leptospirose, apresentou problema oftalmológicos e se viajou próximo ao dia da colheita da amostra.

As prevalências foram calculadas com frequências relativas de positivos e intervalo de confiança (IC) de 95%. Para o cálculo de prevalência real foi utilizado ambiente R e pacote EpiR. Para avaliar a associação entre as prevalências e os fatores de risco, foram calculados odds ratio (OR) e IC 95% e utilizado o teste de qui-quadrado. Para melhor visualização dos

resultados, produziu-se gráficos de barras. Os testes foram considerados significativos quando $p < 0,05$ e as análises foram realizadas no SPSS 21.0 (IBM, 2012).

4 Resultados

No ano de 2016, dos 305 indivíduos, 145 (47,5%) apresentaram anticorpos anti *Leptospira* spp., enquanto 2019 e 2020 dos 103 indivíduos, 34 (33%) foram soropositivos. Soropositividade maior ou igual a 100.

Tabela 1 – Soroprevalência de anticorpos anti-*Leptospira* spp em equinos do estado de Santa Catarina nos anos de 2016 e 2019/20.

Ano	N	Total	%	Prev. Real (%)	Frequência sorologia anti- <i>Leptospira</i> spp Intervalo de confiança 95%	
					Inferior	Superior
2016	145	305	47,5	50,6	41,3	52,9
2019-2020	34	103	33,0	34,4	21,4	42,0

Fonte: Elaborado pela autora

Dentre todos os municípios coletados, os de maior prevalência de positivos no ano de 2016 foram Timbó (100%), Rio dos Cedros e Salete (85,7%) e Brusque (73,1%), enquanto no ano de 2019-20 foram os municípios de Guaramirim (65,5%) e Brusque (50%).

Tabela 2 – Prevalência de soropositivos em municípios do Estado de Santa Catarina nos anos de 2016, 2019 e 2020.

	Anti- <i>Leptospira</i> spp											
	2016						2019-20					
	Positivo		Negativo		Total		Positivo		Negativo		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Brusque	68	73,1	25	26,9	93	100	3	50,0	3	50,0	6	100
Camboriú	3	18,8	13	81,2	16	100	0	0	0	0	0	0
Florianópolis	11	31,4	24	68,6	35	100	0	0	0	0	0	0
Gaspar	11	64,7	6	35,3	17	100	0	0	0	0	0	0
Guabiruba	0	0	0	0	0	0	5	20,0	20	80,0	25	100
Guaramirim	2	6,1	31	93,9	33	100	19	65,5	10	34,5	29	100
Ilhota	0	0	0	0	0	0	2	25,0	6	75,0	8	100
Indaial	1	50,0	1	50,0	2	100	0	0	0	0	0	0
Itajaí	4	17,4	19	82,6	23	100	0	0	11	100	11	100
Jaraguá do Sul	1	14,3	6	85,7	7	100	4	26,7	11	73,3	15	100
Joinville	10	62,5	6	37,5	16	100	0	0	0	0	0	0
Massaranduba	5	41,7	7	58,3	12	100	0	0	0	0	0	0
Navegantes	11	61,1	7	38,9	18	100	0	0	0	0	0	0
Pomerode	2	22,2	7	77,8	9	100	1	20,0	4	80,0	5	100
Rio dos Cedros	6	85,7	1	14,3	7	100	0	0	0	0	0	0

Rodeio	2	28,6	5	71,4	7	100	0	0	0	0	0	0
Salete	6	85,7	1	14,3	7	100	0	0	0	0	0	0
Timbó	2	100	0	0	2	100	0	0	4	100	4	100
Witmarssum	0	0	1	100	1	100	0	0	0	0	0	0

Fonte: Elaborado pela autora.

No ano de 2016 a raça com maior prevalência de soropositivos foram: Campolina e Árabe (100%), Pônei (84,6%) e Percheron (71,4%). Enquanto nos anos 2019-20 foram: SRD (100%) e Brasileiro de Hipismo (66,7%).

Tabela 3 – Prevalência de soropositivos de acordo com a raça no Estado de Santa Catarina nos anos de 2016, 2019 e 2020.

	Anti-Leptospira spp											
	2016						2019-20					
	Positivo		Negativ		Total		Positivo		Negativo		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Andaluz	1	50,0	1	50,0	2	100	0	0	0	0	0	0
Árabe	1	100	0	0	1	100	0	0	0	0	0	0
Brasileiro de hipismo	4	30,8	9	69,2	13	100	2	66,7	1	33,3	3	100
Bretão	2	66,7	1	33,3	3	100	0	0	1	100	1	100
Campolina	2	100	0	0	2	100	0	0	0	0	0	0
Crioulo	62	58,5	44	41,5	106	100	0	0	0	0	0	0
Hanoveriana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Holsteiner	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mangalarga	27	55,1	22	44,9	49	100	8	15,4	44	84,6	52	100
Percheron	5	71,4	2	28,6	7	100	0	0	1	100	1	100
Ponei	11	84,6	2	15,4	13	100	0	0	0	0	0	0
PSI	2	40,0	3	60,0	5	100	0	0	0	0	0	0
Quarto de Milha	20	23,5	65	76,5	85	100	23	51,1	22	48,8	45	100
SRD	8	42,1	11	57,9	19	100	1	100	0	0	1	100

Fonte: Elaborado pela autora.

Quanto a fatores de risco, no ano de 2016 os fatores que apresentaram significância estatística ($p < 0,05$) para o tipo de reprodução, onde a monta natural se apresentou como um fator de risco ($p < 0,05$), assim como éguas que tiveram reabsorção fetal e animais que viajaram próximo do dia da colheita de amostras.

Tabela 4 – Fatores de risco para infecção por *Leptospira* spp. em equinos do Estado de Santa Catarina no ano de 2016.

2016	Positivo		Negativo		Total		OR	ICinf	ICsup	P
	N	%	N	%	N	%				
Sexo										
Fêmea	94	46,8	107	53,2	201	100	0.91	0.56	1.46	0.70
Macho	51	49,0	53	51,0	104	100	(ref)			
Idade										
Até 10 anos	109	47,4	121	52,6	230	100	0.97	0.57	1.65	0.92
Acima de 10 anos	36	48,0	39	52,0	75	100	(ref)			
Convívio										
Extensivo em grupo	72	47,7	79	52,3	151	100	1.08	0.68	1.73	0.72
Baia isolada	62	45,6	74	54,4	136	100	(ref)			
Tipo da Reprodução										
Monta natural	118	58,4	84	41,6	202	100	5.8	3.02	11.6	<0,001
Reprodução artificial	13	19,4	54	80,6	67	100	(ref)			
Local da Reprodução										
Dentro da propriedade	124	48,9	130	51,1	154	100	1.08	0.37	3.24	0.87
Fora da propriedade	7	46,7	8	53,3	15	100	(ref)			
Classificação										
Receptora	10	19,2	42	80,8	52	100	0.77	0.09	5.17	0.76
Doadora	5	17,9	23	82,1	28	100	(ref)			
Abortamento										
Sim	3	23,1	10	76,9	13	100	0.34	0.07	1.18	0.08
Não	74	47,8	81	52,2	155	100	(ref)			
Período abortamento										
Antes dos 6 meses de gestação	1	14,2	6	85,8	7	100	0.53	0.01	25.7	0.65
Após 6 meses de gestação	1	25,0	3	75,0	4	100	(ref)			
Reabsorção feto										
Sim	1	5,0	19	95,0	20	100	0.06	0.002	0.33	<0,001
Não	59	47,5	65	52,4	124	100	(ref)			
Repetição cio										
Sim	24	51,1	23	48,9	47	100	1.74	0.85	3.54	0.11
Não	37	37,3	62	62,7	99	100	(ref)			
Vacinado										
Sim	77	53,9	66	46,1	143	100	1.81	1.12	2.93	0.01
Não	52	39,1	81	60,9	133	100	(ref)			
Viagem recente										
Sim	38	33,6	75	66,4	113	100	0.10	0.02	0.30	<0,001
Não	20	83,3	4	16,7	24	100	(ref)			
Problema oftalmológico										
Sim	2	40,0	3	60,0	5	100	0.77	0.08	5.17	0.76
Não	138	47,0	157	37,0	295	100	(ref)			
Eventos										
Sim	29	34,5	55	65,4	84	100	0.48	0.28	0.81	0.006

Não 113 52,1 104 47,9 217 100 (ref)

Fonte: Elaborado pela autora. OR = Odds Ratio, ICinf = Intervalo de confiança inferior, ICSup = Intervalo de Confiança superior, P = Valor-p, ref = Categoria de referência para o cálculo da variável.

* = Não foi possível o cálculo da Odds Ratio, do Intervalo de confiança e do Valor-p pois não houve N suficiente

Quanto aos sorogrupos mais prevalentes no ano de 2016, tivemos o Icterohaemorrhagiae sorovar Icterohaemorrhagiae (22,8%), Pomona sorovar Pomona (18,6%) e Icterohaemorrhagiae sorovar Copenhageni (14,3%). Dentre todos os sorogrupos o Pomona sorovar Pomona obteve maior número de animais soropositivos com altas titulações (>400) e o Sorogrupo Panama sorovar Panama apenas 1 exemplar com titulação de 1600.

Tabela 5 – Prevalência de aglutininas anti-*Leptospira*, os sorogrupos e os prováveis sorovares, em equinos reprodutores coletados no ano de 2016 no Estado de Santa Catarina.

		2016								N	% (n=307)
Sorogrupo	Sorovar	Título									
		0	100	200	400	800	1600	3200	6400		
Icterohaemorrhagiae	Icterohaemorrhagiae	0	44	24	2	0	0	0	0	70	22,8
	Copenhageni	0	28	12	4	0	0	0	0	44	14,3
Pomona	Pomona	0	18	16	9	7	5	1	1	57	18,6
Autumnalis	Autumnalis	0	23	5	1	0	0	0	0	29	9,4
	Butembo	0	6	1	1	0	0	0	0	8	2,6
Panama	Panama	0	10	5	2	0	1	0	0	18	5,9
Shermani	Shermani	0	7	4	1	0	0	0	0	12	3,9
Grippotyphosa	Grippotyphosa	0	6	2	2	0	0	0	0	10	3,3
Cynopteri	Cynopteri	0	6	3	0	0	0	0	0	9	2,9
Sejroe	Wolffi	0	7	2	0	0	0	0	0	9	2,9
Australis	Bratislava	0	5	3	0	0	0	0	0	8	2,6
	Australis	0	3	2	1	0	0	0	0	6	2,0
Hebdomadis	Hebdomadis	0	4	2	2	0	0	0	0	8	2,6
Sejroe	Hardjo	0	5	2	1	0	0	0	0	8	2,6
Sejroe	Guaicura	0	4	1	1	0	0	0	0	6	2,0
Patoc		0	4	2	0	0	0	0	0	6	2,0
Ballum	Castellonis	0	4	1	0	0	0	0	0	5	1,6
Canicola	Canicola	0	2	2	0	0	0	0	0	4	1,3
Pyrogene	Pyrogenes	0	4	0	0	0	0	0	0	4	1,3
Andamana	Andamana	0	3	1	0	0	0	0	0	4	1,3
Tarassovi	Tarassovi	0	1	1	0	0	0	0	0	2	0,7
Djasiman	Sentot	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0,7
Negativo	-	161	0	0	0	0	0	0	0	161	52,4
Total		161	196	91	27	7	6	1	1		

Fonte: Elaborado pela autora.

Os fatores de risco estatisticamente significativos obtiveram maiores frequências do sorogrupo Icterohaemorrhagiae sorovar Icterohaemorrhagiae (48,3%), sendo em sua maioria associado ao processo de monta natural (27,2%), seguido por viagem recente (16,8%) e reprodução artificial (8,9%). O sorogrupo Pomona sorovar Pomona totalizou 39,3% sendo em sua maioria associado ao processo de monta natural (23,8%), seguido por viagem recente (15%) e reprodução artificial (7,5%). Enfim, o sorogrupo Icterohaemorrhagiae sorovar Copenhageni totalizou 33,1% sendo em sua maioria associado ao processo de monta natural (21,3%), seguido por viagem recente (6,2%) e reprodução artificial (3%).

Tabela 6 – Sorogrupos e seus respectivos sorovares, de equinos soropositivos no ano de 2016, e suas frequências associadas ao fator de risco estatisticamente significativo ($p < 0,001$).

2016					
Sorogrupo	Sorovar	Viajou (n=113) %	Monta natural (n=202) %	Reprodução artificial (n=67) %	Total (n=146) %
Icterohaemorrhagiae	Icterohaemorrhagiae	16,8	27,2	8,9	48,3
Pomona	Pomona	15,0	23,8	7,5	39,3
Icterohaemorrhagiae	Copenhageni	6,2	21,3	3,0	33,1
Autumnalis	Autumnalis	5,3	11,9	0,0	20,0
Panama	Panama	5,3	6,4	3,0	12,4
Shermani	Shermani	3,5	4,9	0,0	8,3
Grippotyphosa	Grippotyphosa	0,0	4,9	0,0	6,9
Cynopteri	Cynopteri	3,5	4,0	0,0	6,2
Sejroe	Wolffi	1,7	3,0	3,0	6,2
Australis	Bratislava	0,9	4,0	0,0	5,5
Autumnalis	Butembo	1,7	3,5	0,0	5,5
Hebdomadis	Hebdomadis	2,6	3,5	1,5	5,5
Sejroe	Hardjo	3,5	3,0	1,5	5,5
Australis	Australis	1,7	2,5	0,0	4,1
Sejroe	Guaicura	2,6	2,5	0,0	4,1
Patoc		0,0	2,5	0,0	4,1
Ballum	Castenollis	0,9	2,5	0,0	3,4
Canicola	Canicola	0,0	2,0	0,0	2,7
Pyrogene	Pyrogenes	0,0	1,5	1,5	2,7
Andamana	Andamana	0,0	1,5	1,5	2,7
Tarassovi	Tarassovi	0,9	1,0	0,0	1,4
Djasiman	Sentot	0,0	0,5	1,5	1,4
Total		33,6	58,4	19,4	100

Fonte: Elaborado pela autora.

No ano de 2019-20 não houve fatores de risco estatisticamente significativos.

Tabela 7 - Fatores de risco para infecção por *Leptospira* spp. em equinos do Estado de Santa Catarina no ano de 2019 e 2020.

	2019-20		Positivo		Negativo		Total		OR	ICinf	ICsup	P
	N	%	N	%	N	%						
Sexo												
Fêmea	34	33.0	69	67.0	103	100	*	*	*	*		
Macho	0	0	0	0	0	0	*	*	*	*		
Idade												
Até 10 anos	5	9.4	48	90.6	53	100	*	*	*	*		
Acima de 10 anos	0	0	0	0	0	0	*	*	*	*		
Convívio												
Extensivo em grupo	3	6.7	42	93.3	45	100	0.22	0.02	2.20	0.10		
Baía isolada	2	25.0	6	75.0	8	100	(ref)					
Tipo da Reprodução												
Monta natural	11	84.6	2	15.4	13	100	0.29	0.03	1.23	0.09		
Reprodução artificial	27	39.7	41	39.7	68	100	(ref)					
Local da Reprodução												
Dentro da propriedade	34	33,0	69	67.0	103	100	*	*	*	*		
Fora da propriedade	0	0.0	0	0.0	0	0.0	*	*	*	*		
Classificação												
Receptora	2	8.3	22	91.7	24	100	0.80	0.08	5.7	0.80		
Doadora	3	10.3	26	89.7	29	100	(ref)					
Abortamento												
Sim	1	16.7	5	83.3	6	100	0.43	0.01	2.96	0.38		
Não	33	34,0	64	66,0	97	100	(ref)					
Período abortamento												
Antes dos 6 meses de gestação	0	0	1	100	1	100	*	*	*	*		
Após 6 meses de gestação	0	0	4	100	4	100	*	*	*	*		
Reabsorção feto												
Sim	1	50.0	1	50.0	2	100	2.05	0.05	81.4	0.60		
Não	33	32.7	68	67.3	101	100	(ref)					
Repetição cio												
Sim	2	14.3	12	85.7	14	100	0.31	0.04	1.28	0.10		
Não	32	36.6	57	63.4	89	100	(ref)					
Vacinado												
Sim	32	38.6	51	61.4	83	100	5.2	1.37	37.6	0.01		
Não	2	10.0	18	90.0	20	100	(ref)					
Viagem recente												
Sim	0	0	10	100	10	100	*	*	*	*		
Não	5	11.6	38	88.4	43	100	*	*	*	*		
Problema oftalmológico												
Sim	0	0	1	100	1	100	*	*	*	*		
Não	34	33.3	68	66.6	102	100	*	*	*	*		
Eventos												
Sim	10	52.7	9	47.3	19	100	2.74	0.97	7.84	0.04		
Não	24	28.6	60	71.4	84	100	(ref)					

Fonte: Elaborado pela autora. OR = Odds Ratio, ICinf = Intervalo de confiança inferior, ICsup = Intervalo de Confiança superior, P = Valor-p, ref = Categoria de referência para o cálculo da variável.

* = Não foi possível o cálculo da Odds Ratio, do Intervalo de confiança e do Valor-p pois não houve N suficiente

Quanto aos sorogrupos mais prevalentes nos anos de 2019-20, tivemos o Cynopteri sorovar Cynopteri (12,4%), Pomona sorovar Pomona (12,4%) e Australis sorovar Australis (6,2%). Nestes anos não obtivemos indivíduos com titulações superiores a 400.

Tabela 8 - Prevalência de aglutininas anti-*Leptospira*, os sorogrupos e os prováveis sorovares, em equinos reprodutores coletados no ano de 2019 e 2020 no Estado de Santa Catarina.

		2019-2020								N	% (n=113)
Sorogrupo	Sorovar	0	100	200	400	800	1600	3200	6400		
Cynopteri	Cynopteri	0	3	8	3	0	0	0	0	14	12,4
Pomona	Pomona	0	4	5	5	0	0	0	0	14	12,4
Australis	Australis	0	6	0	1	0	0	0	0	7	6,2
	Bratislava	0	3	1	0	0	0	0	0	4	3,5
Autumnalis	Butembo	0	0	3	1	0	0	0	0	4	3,5
Panama	Panama	0	4	0	0	0	0	0	0	4	3,5
Ballum	Castenollis	0	2	1	0	0	0	0	0	3	2,7
Shermani	Shermani	0	3	0	0	0	0	0	0	3	2,7
Sejroe	Guaicura	0	0	1	1	0	0	0	0	2	1,8
Autumnalis	Autumnalis	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,9
Canicola	Canicola	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,9
Hebdomadis	Hebdomadis	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,9
Icterohaemorrhagiae	Icterohaemorrhagiae	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,9
Negativo	-	69	0	0	0	0	0	0	0	-	61,1
Total	-	69	27	21	11	0	0	0	0		

Fonte: Elaborado pela autora.

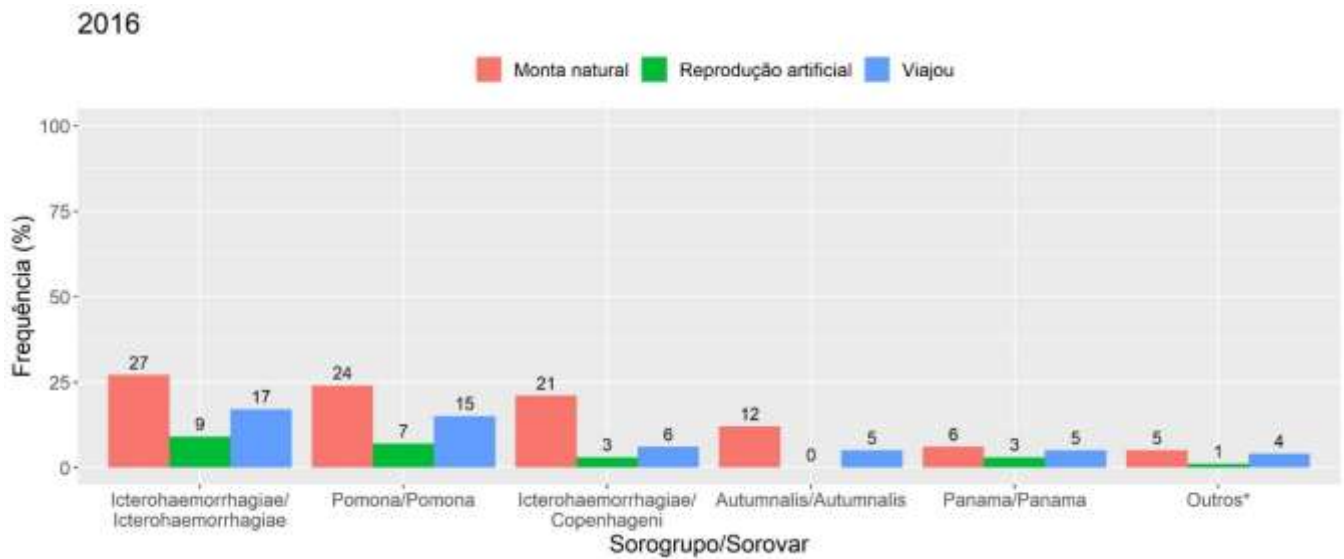
Dentre fatores de risco, mesmo que nenhum tenha sido estatisticamente significativo nos anos de 2019 e 2020, obtiveram maiores frequências do sorogrupo Cynopteri sorovar Cynopteri (31,8%), sendo em sua totalidade associado ao processo de reprodução artificial (18,8%). O sorogrupo Pomona sorovar Pomona totalizou 31,8% sendo em sua maioria associado ao processo de reprodução artificial (17,4%), seguido de monta natural (7,1%). Enfim, o sorogrupo Australis sorovar Australis totalizou 15,9% sendo em sua totalidade associado ao processo de reprodução artificial (10,1%).

Tabela 9 - Sorogrupos e seus respectivos sorovares, de equinos soropositivos no ano de 2019 e 2020, e suas frequências associadas aos fatores de risco mais frequentes.

2019-2020					
Sorogrupo	Sorovar	Viajou (n=10) %	Monta natural (n=14) %	Reprodução artificial (n=69) %	Total (n=44) %
Cynopteri	Cynopteri	0,0	0,0	18,8	31,8
Pomona	Pomona	0,0	7,1	17,4	31,8
Australis	Australis	0,0	0,0	10,1	15,9
Australis	Bratislava	0,0	0,0	4,3	9,1
Autumnalis	Butembo	0,0	0,0	4,3	9,1
Panama	Panama	0,0	0,0	5,8	9,1
Ballum	Castenollis	0,0	0,0	4,3	6,8
Shermani	Shermani	0,0	0,0	4,3	6,8
Sejroe	Guaicura	0,0	7,1	1,4	4,5
Autumnalis	Autumnalis	0,0	0,0	1,4	2,3
Canicola	Canicola	0,0	0,0	1,4	2,3
Grippotyphosa	Grippotyphosa	0,0	0,0	0,0	2,3
Icterohaemorrhagiae	Icterohaemorrhagiae	0,0	0,0	0,0	2,3
Hebdomadis	Hebdomadis	0,0	0,0	0,0	0,0
Icterohaemorrhagiae	Copenhageni	0,0	0,0	0,0	0,0
Pyrogene	Pyrogenes	0,0	0,0	0,0	0,0
Sejroe	Hardjo	0,0	0,0	0,0	0,0
Sejroe	Wolffi	0,0	0,0	0,0	0,0
Tarassovi	Tarassovi	0,0	0,0	0,0	0,0
Andamana	Andanama	0,0	0,0	0,0	0,0
Patoc		0,0	0,0	0,0	0,0
Djasiman	Sentot	0,0	0,0	0,0	0,0
Total		0,0	14,3	39,1	100,0

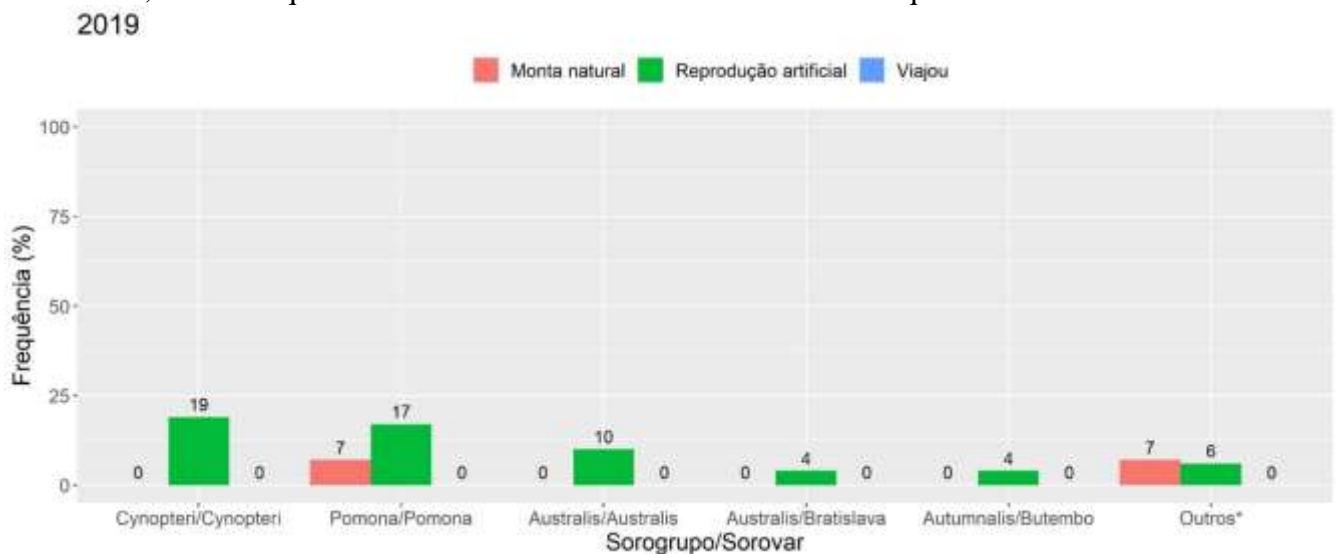
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 2 - Sorogrupos e seus respectivos sorovares, de equinos soropositivos no ano de 2016, e suas frequências associadas aos fatores de risco estatisticamente significativos.



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 3 - Sorogrupos e seus respectivos sorovares, de equinos soropositivos no ano de 2019 e 2020, e suas frequências associadas aos fatores de risco mais frequentes.



Fonte: Arquivo pessoal.

5 Discussão

No presente estudo no ano de 2016, 305 indivíduos, 145 (47,5%) apresentaram anticorpos anti *Leptospira* spp., enquanto 2019 e 2020 dos 103 indivíduos, 34 (33%) foram soropositivos (Tabela 1). Soropositividade maior ou igual a 100. Quando comparados a estudos já realizados no estado de Santa Catarina, é possível observar semelhantes prevalências com o ano de 2019/20, como a de equinos coletados em todas as mesorregiões do estado, onde 22,64% destes cavalos foram soropositivos (FARIAS, 2019). Neste mesmo estudo, as mesorregiões com a maior prevalência foi a do Vale do Itajaí e Grande Florianópolis (29,3%) (FARIAS, 2019), corroborando com os achados do presente trabalho. Outra pesquisa abordando a região Sul, Serrana e Oeste do Estado de Santa Catarina, obteve uma soroprevalência de 45,9%, corroborando com os achados do ano de 2016. A prevalência de ambos os anos diverge dos encontrados em outros estados. No Estado do Rio Grande do Sul, na cidade de Porto Alegre, uma porcentagem de 60% de equinos soropositivos foram encontrados (LASTA et al., 2013), enquanto na região sul do estado 89,9% (DEWES, 2017). Outro Estado vizinho resultou em uma soroprevalência de 75,8% para os equinos coletados no município de Curitiba, Paraná (FINGER et al., 2014b). Santos et al. (2016) ao avaliar a soropositividade de 767 equinos abatidos em um matadouro, oriundos de 45 municípios de Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná, relatou uma 89,57% de animais reagentes.

O Brasil, por ser um país de tamanho continental, possui uma grande variedade cultural, geográfica, climática e de fauna, o que permite grande variação de prevalências da doença. A soroprevalência da doença no mundo também é muito variável, dependendo do sorovar e da região geográfica estudada (CF et al., 2020). Diversas pesquisas descrevem as prevalências de leptospiros em equinos ao redor do mundo, como de 25% na região da Ilha do Norte na Nova Zelândia (CF et al., 2020), 82% no estado do Colorado nos Estados Unidos (FAGRE et al., 2020b), 85% nas províncias da África do Sul (SIMBIZI et al., 2016), 67,2% na região norte da Itália (E et al., 2019) e 62,1% na região central e sul da Etiópia (TSEGAY et al., 2016).

A menor prevalência da doença no Estado de Santa Catarina, quando comparado a Estados vizinhos é visível, não apenas no presente estudo. Porém quando se trata da diferença nos valores entre os anos de 2016 e 2019/2020, dados pluviométricos do estado devem ser levados em consideração. Em Santa Catarina a quantidade total e os picos de chuvas que ocorrem estão diretamente relacionados com o desabamento de encostas, alagamentos,

enchentes, deterioração de ambientes urbanos, veiculação de doenças e até mortes (ANA; BACK, 2019). Dentre as doenças veiculadas através da água está a leptospirose animal e humana, onde a infecção pode acontecer através da ingestão acidental de água contaminada ou lesões de continuidade na pele (LE TURNIER; EPELBOIN, 2019). O Estado de Santa Catarina possui a mesorregião do Vale do Itajaí, que com sua geografia montanhosa, gera maior elevação do ar úmido e quente, fornecendo a formação de nuvens cumuliformes e conseqüentemente aumentando o percentual pluviométrico da região (SILVA; GALATTO; CAMASSOLA, 2017; GOTADO et al., 2018). O ano de 2016 apresentou uma maior prevalência de soropositivos, o que pode ser explicado pelo ano estar sob influencia do fenômeno El Niño, onde o acúmulo de chuvas é maior e mais variável (SILVA; GALATTO; CAMASSOLA, 2017; ANA; BACK, 2019).

Dentre todos os municípios coletados, os de maior prevalência de positivos no ano de 2016 foram Timbó (100%), Rio dos Cedros e Salete (85,7%) e Brusque (73,1%) (Tabela 2), todos municípios pertencentes ao Vale do Itajaí, mesorregião mencionada anteriormente pelo seu alto índice pluviométrico. Enquanto no ano de 2019-20 foram os municípios de Guaramirim (65,5%) e Brusque (50%) (Tabela 2). O município de Guaramirim faz divisa com a mesorregião do Vale do Itajaí, porém já faz parte do Norte do Estado. Entretanto é uma cidade rural, tendo como principal produção agrícola a monocultura do arroz irrigado (BRASIL et al., 2014) , o que pode influenciar na prevalência da doença devido a grande quantidade de áreas alagadas.

As raças que se apresentaram maior prevalência de soropositivos no presente estudo foram a Campolina e Árabe (100%), Pônei (84,6%) e Percheron (71,4%) no ano de 2016. Enquanto nos anos 2019-20 foram a Sem Raça Definida SRD (100%) e Brasileiro de Hipismo (66,7%) (Tabela 3). Nestes casos é importante avaliar que em algumas raças, como Árabe, SRD e Campolina, poucos exemplares da raça foram coletados. Mas dentre os animais dispostos, as raças com maior número de animais em 2016 foi o Crioulo, Quarto de Milha e Mangalarga Marchador e em 2019-20 as raças Mangalarga Marchador e Quarto de Milha. Essas raças se enquadram nas quatro mais predominantes do país (MAPA, 2016).

Dentre os sorogrupos mais prevalentes em 2016, tivemos o Icterohaemorrhagiae sorovar Icterohaemorrhagiae (22,8%), Pomona sorovar Pomona (18,6%) e Icterohaemorrhagiae sorovar Copenhageni (14,3%) (Tabela 4). O sorogrupo Pomona sorovar Pomona obteve maior número de animais soropositivos com altas titulações (>400) e o Sorogrupo Panama sorovar Panama apenas 1 exemplar com titulação de 1600. O sorogrupo Icterohaemorrhagiae representa os principais agentes infecciosos da leptospirose no Brasil, acometendo diversas espécies (PINTO; LIBONATI; LILENBAUM, 2017c; FARIAS, 2019), corroborando com os achados

deste estudo. Estes dados são condizentes com os achados por Farias (2019) e Da Silva et al. (2020) em Santa Catarina, assim como em equinos carroceiros da região de Curitiba no Paraná (FINGER et al., 2014a), equinos carroceiros de Porto Alegre no Rio Grande do Sul (LASTA et al., 2013). O principal reservatório deste sorogrupo são os roedores, conhecidos pelo contato direto com cavalos e animais de produção (HAMOND et al., 2014b).

O sorogrupo Pomona, adaptado aos suínos, já foi relatado em equinos como um dos sorogrupos mais prevalentes em Porto Alegre no Rio Grande do Sul (LASTA et al., 2013), no Oeste do estado de Santa Catarina (FARIAS, 2019), corroborando com os achados deste estudo. Além disso, o sorogrupo Pomona já foi relatado em animais selvagens como gambás, guaxinins e capivaras, animais que frequentemente são encontrados em ambiente rural (TIMONEY et al., 2011). Estudos mostram que este sorogrupo está diretamente associado a uveítes e abortos em equinos (TIMONEY et al., 2011; HAMOND et al., 2014b).

A égua soropositiva para o sorogrupo Panama, com titulação de 1600, não havia sido vacinada, apresentou aborto em terço final de gestação, criada de forma extensiva em grupo e a forma de reprodução utilizada era a de monta natural realizada na propriedade. Titulações acima de 800 são consideradas possíveis infecções ativas (TRIMBLE et al., 2018) o que condiz com o quadro apresentado pelo indivíduo. O caso citado expõe uma retroalimentação da infecção na propriedade, uma vez que os excrementos do equino fonte de infecção entra em contato direto e indireto com os outros animais que vivem na propriedade, podendo transmitir a doença através da reprodução também. Além disso, coloca em risco os profissionais que trabalham diretamente com estes animais, uma vez que se trata de uma zoonose.

O sorogrupo Panama já foi relatado como o sorogrupo mais prevalente em equinos de uma micro região na Paraíba, Nordeste do Brasil (OLIVEIRA FILHO et al., 2014). Isolados do sorogrupo já foram feitos em urina de bovinos (GUEDES et al., 2021) e cobras Jibóia (*Boa constrictor*) (GM et al., 2020), o que demonstra a circulação do sorogrupo em áreas periurbanas. A espécie *L. nogushii* que pode pertencer ao sorogrupo Panama, tem levantado preocupação quanto a saúde única, por já haver relatos de leptospirose em animais domésticos com incidência cumulativa em casos humanos e relatos clínicos graves envolvendo a espécie (AP et al., 2020). Estudos mostram que existe alta variabilidade genética dentro da espécie *L. nogushii*, o que confere diferente virulência, adaptabilidade das cepas aos hospedeiros, patogenicidade e antigenicidade (AP et al., 2020). Para os cavalos, as vacinas comerciais disponíveis para leptospirose não possuem as cepas de *L. nogushii*, o que não imuniza os animais para agentes da espécie.

Quanto a fatores de risco, no ano de 2016 os fatores que apresentaram significância estatística foram o tipo de reprodução, onde a monta natural se apresentou como um fator de risco, assim como éguas que tiveram reabsorção fetal e animais que viajaram próximo do dia da colheita de amostras ($p < 0,05$) (Tabela 5). Os sorogrupos mais prevalentes deste ano foram principalmente associados ao fator de risco de Monta Natural (Tabela 6) (Figura 2). Pesquisadores já encontraram o DNA do sorovar Bratislava em amostras de sêmen e fluídos vaginais de equinos, sugerindo uma transmissão venérea da doença (HAMOND et al., 2014b). Portanto, justifica-se a monta natural ser um fator de risco para a doença, desta forma um garanhão positivo pode copular com um grande número de fêmeas disseminando facilmente a doença (HAMOND et al., 2015; AS et al., 2020). Além disto, pelo processo de monta natural não há manipulação do sêmen, nem uso de antibióticos para evitar a doença, como pode ser feito em casos de inseminação artificial (SIQUEIRA et al., 2020). Porém, se os cuidados sanitários não forem tomados, qualquer tipo de reprodução pode ser um fator de disseminação da doença.

Em diversas pesquisas realizadas os problemas reprodutivos não aparecem como um fator de risco estatisticamente significativo. Porém, a reabsorção fetal, no ano de 2016, mostrou-se um dos principais fatores de risco associados a doença (Tabela 4). Os problemas de caráter reprodutivo em equinos contaminados já foram relatados diversas vezes, o que inclui abortos em terço final de gestação, alterações placentárias, fetos natimortos, reabsorção fetal ou de embrião e repetição de cio (TIMONEY et al., 2011; VERMA; STEVENSON; ADLER, 2013b; DA SILVA et al., 2020). Os equinos geralmente expressam a doença de forma subclínica, o que é influenciado pelo sorovar contaminante, se é adaptado a espécie ou não, situação do hospedeiro e a dose infectante (DA SILVA et al., 2020). Porém, a leptospirose é considerada uma das principais causas de aborto e problemas reprodutivos nos equinos (SIQUEIRA et al., 2020).

Os cavalos utilizados para esporte e lazer, são em sua maioria animais de raça e possuem valor genético e financeiro agregado. Os animais de raça escolhidos para serem reprodutores e perpetuarem a genética, geralmente possuem características relevantes para o esporte em que a raça se destaca. Estes animais frequentemente são submetidos a viagens para competições, exposições e para reprodução. O fator viagem recente, apresentou-se um fator de risco estatisticamente significativo ($p < 0,05$) (Tabela 5), o que pode ser explicado pela exposição do indivíduo a ambientes contaminados, novas fontes de água, contato direto e indireto com outros animais e seus excrementos, divisão de bebedouros e comedouros. Além

disso, maior susceptibilidade a infecções devido a queda de imunidade causada pela viagem e pelo estresse.

Nos anos de 2019 e 2020 nenhum fator de risco se apresentou estatisticamente significativo (Tabela 7), além da prevalência da doença ter sido menor nesta segunda coleta (Tabela 1). Entre os anos de 2016 e 2020, um trabalho de educação continuada foi desenvolvida na comunidade médico veterinária da região, levando informação a respeito da doença e da sua epidemiologia para criadores de equinos de Santa Catarina. Uma conscientização em todas as vertentes que envolvem a criação de cavalos na região pode ter influenciado positivamente a mudança na prevalência da doença.

Quanto aos sorogrupos mais prevalentes nos anos de 2019-20, tivemos o Cynopteri sorovar Cynopteri (12,4%), Pomona sorovar Pomona (12,4%) e Australis sorovar Australis (6,2%) (Tabela 8). Nestes anos não obtivemos indivíduos com titulações superiores a 400. O sorogrupo Cynopteri é incomum em equinos, porém há relatos do sorogrupo mais prevalente encontrado em gatos domésticos na Espanha (A et al., 2020) e no Brasil, tatus foram soropositivos para Cynopteri (CILIA et al., 2021). A compreensão da epidemiologia da doença tem mostrado que a infecção pode ocorrer em todas as espécies animais, sejam das ordens Carnivora, Didelphimorphia, Rodentia, Cetacea, Cingulata, Afrosoricida, Chiroptera, Primata, Reptilia e Amphibia pertencentes a uma determinada região (CILIA et al., 2021). Este sorogrupo não foi relatado anteriormente em equinos no estado de Santa Catarina e as vacinas comerciais disponíveis não apresentam antígeno para este sorogrupo.

Sorogrupo Pomona novamente aparece como o segundo mais prevalente nas análises. O sorogrupo Australis já foi descrito anteriormente em equinos do sul do Brasil (DOS SANTOS et al., 2016), mas diverge quando comparado aos resultados encontrados por Farias (2019), onde o sorogrupo foi o menos prevalente em todas as regiões coletadas de Santa Catarina. O sorovar Bratislava, pertencente ao sorogrupo Australis, é considerado adaptado aos cavalos não sendo incomum o seu relato em equinos de várias regiões do país e do mundo (HAMOND et al., 2014b; PINTO; LIBONATI; LILENBAUM, 2017c), entretanto sua relação patógeno-hospedeiro não foi completamente elucidada (MARTINS et al., 2017).

Dentre os fatores de risco os anos de 2019 e 2020 não tiveram associação estatisticamente significativa, mas obtiveram maiores frequências. o sorogrupo Cynopteri sorovar Cynopteri (31,8%), teve mais exemplares associados ao processo de reprodução artificial (18,8%). O sorogrupo Pomona sorovar Pomona totalizou 31,8% sendo em sua maioria associado ao processo de reprodução artificial (17,4%), seguido de monta natural (7,1%). Enfim, o sorogrupo Australis sorovar Australis (15,9%) sendo em sua totalidade associado ao

processo de reprodução artificial (10,1%) (Tabela 9) (Figura 3). A reprodução, natural ou artificial, necessita de cuidados sanitários visando a proteção e prevenção de doenças, caso contrário pode ser um fator relevante na contaminação do plantel (HAMOND et al., 2014b).

Apesar dos trabalhos epidemiológicos em equinos serem escassos, trabalhos mostram que a infecção por leptospira é mais comum em cavalos quando comparados com porcos e cães (PINTO; LIBONATI; LILENBAUM, 2017c). Mesmo que a vacinação contra leptospirose em equinos tem se tornado cada vez mais frequente em todo o mundo, estratégias de controle são raramente relatados. A vacinação no Brasil enfrenta desafios, pois apenas uma das vacinas comerciais é especificamente aprovada para a prevenção da doença (MARTINS et al., 2017). Uma das principais limitações já relatadas é a imunidade induzida ser específica para o sorovar presente no imunizante (MARTINS et al., 2017) e feitas geralmente de cepas isoladas em outras regiões (PINTO; LIBONATI; LILENBAUM, 2017c). Desta forma, os trabalhos de caráter epidemiológico, se tornam imprescindíveis tanto para o monitoramento da doença no Estado de Santa Catarina, desenvolvimento de estratégias de controle efetivas e para o estudo quanto ao desenvolvimento de novas vacinas.

6 Conclusão

A leptospirose equina está presente no estado de Santa Catarina, tanto no ano de 2016 como nos de 2019 e 2020, tendo os sorogrupos Icterohaemorrhagiae, Pomona, Cynopteri e Australis como os mais prevalentes.

A soroprevalência em Santa Catarina é aparentemente menor que nos estados vizinhos do Paraná e Rio Grande do Sul.

Um caso de infecção ativa estava presente no estudo, com titulação de 1600 para o sorogrupo Panama sorovar Panama, indicando uma fonte de infecção do sorogrupo no estado.

Tanto o sorogrupo Panama sorovar Panama como o Cynopteri sorovar Cynopteri não pertencem a lista de sorovares presentes nas vacinas comerciais disponíveis para cavalos.

Os principais fatores de risco, no ano de 2016, associados a soropositividade foram relacionados reprodução por meio da monta natural, reabsorção fetal e viagem. Enquanto no segundo momento de coleta o ano de 2019 e 2020 não apresentaram associação estatisticamente significativa para fatores de risco, porém o tipo de reprodução se mostrou frequente em fatores de monta natural e reprodução artificial.

O Estado de Santa Catarina evidenciou uma ampla distribuição de soroprevalentes, podendo haver influências climáticas e de educação continuada na prevalência da doença. O monitoramento epidemiológico da doença em equinos se faz necessário para a criação de programas efetivos de controle da zoonose no estado.

Referências

- A, M. et al. Leptospira Detection in Cats in Spain by Serology and Molecular Techniques. **International journal of environmental research and public health**, v. 17, n. 5, 1 mar. 2020. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32121670/>>. Acesso em: 4 set. 2021.
- ADLER, B.; DE LA PEÑA MOCTEZUMA, A. Leptospira and leptospirosis. **Veterinary Microbiology**, v. 140, n. 3, p. 287–296, 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378113509001163>>. Acesso em: 22 maio. 2017.
- ANA, W. de O. S.; BACK, Á. J. TENDÊNCIA DO AUMENTO DE CHUVAS E SUAS IMPLICAÇÕES NA ESTABILIDADE DE ENCOSTAS NO SUL DE SANTA CATARINA. **Tecnologia e Ambiente**, v. 25, n. 0, p. 95–109, 7 out. 2019. Disponível em: <<http://periodicos.unesc.net/tecoambiente/article/view/5408>>. Acesso em: 1 set. 2021.
- AP, L. et al. Molecular epidemiology of *Leptospira noguchii* reveals important insights into a One Health context. **Transboundary and emerging diseases**, v. 67, n. 1, p. 276–283, 1 jan. 2020. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31484225/>>. Acesso em: 4 set. 2021.
- ARENT, Z. et al. Molecular studies on European equine isolates of *Leptospira interrogans* serovars Bratislava and Muenchen. **Infect Genet Evol**, v. 34, p. 26–31, 2015. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26165505>>.
- AS, D. S. et al. *Leptospira* spp. in horses in southern Brazil: Seroprevalence, infection risk factors, and influence on reproduction. **Comparative immunology, microbiology and infectious diseases**, v. 73, 1 dez. 2020. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33035771/>>. Acesso em: 2 set. 2021.
- BATISTA, J. S. et al. Avaliação de cinco casos de abortamento associado à leptospirose em éguas no Rio Grande do Norte * Five cases of miscarriage associated with leptospirosis assessment mares in Rio Grande do Norte. p. 165–170, 2016.
- BHARTI, A. R. et al. **Leptospirosis: A zoonotic disease of global importance** *Lancet Infectious Diseases* Lancet Publishing Group, , 1 dez. 2003. .
- BORN, J. et al. Liver disease associated with leptospirosis in a mare. **Pferdeheilkunde**, v. 34, n. 6, p. 531–537, 1 nov. 2018.
- BRASIL, M. et al. Redes. Revista do Desenvolvimento Regional. [s.d.] Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=552056820005>>. Acesso em: 1 set. 2021.
- BROUX, B. et al. Acute Respiratory Failure Caused by *Leptospira* spp. in 5 Foals. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 26, n. 3, p. 684–687, maio 2012.
- CALDERÓN, J. C.; ASTUDILLO, M.; ROMERO, M. H. Epidemiological characterization of *Leptospira* spp. infection in working horses and occupationally exposed population of six Colombian police units. **Biomedica**, v. 39, 2019.

CASANOVAS-MASSANA, A. et al. Quantification of *Leptospira interrogans* survival in soil and water microcosms. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 84, n. 13, 1 jul. 2018. Disponível em: <<http://aem.asm.org/>>. Acesso em: 23 fev. 2021.

CF, B. et al. Seroprevalence of *Leptospira* in Racehorses and Broodmares in New Zealand. **Animals : an open access journal from MDPI**, v. 10, n. 11, p. 1–18, 2020. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33114082/>>. Acesso em: 29 ago. 2021.

CILIA, G. et al. Insight into the Epidemiology of Leptospirosis: A Review of *Leptospira* Isolations from “Unconventional” Hosts. 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/ani11010191>>.

DA SILVA, A. S. et al. *Leptospira* spp. in horses in southern Brazil: Seroprevalence, infection risk factors, and influence on reproduction. **Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases**, v. 73, 1 dez. 2020.

DEWES, C. UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS Faculdade de Veterinária Programa de Pós-Graduação em Veterinária Dissertação Estudos Epidemiológicos da Leptospirose Equina na Região Sul do Rio Grande do Sul. 2017.

DOS SANTOS, R. F. et al. Agglutinins to *Leptospira* spp. in equines slaughtered in the southern region of Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 2, p. 841–852, 1 mar. 2016.

E, V. et al. *Leptospira* Seroprevalence in Bardigiano Horses in Northern Italy. **Animals : an open access journal from MDPI**, v. 10, n. 1, 1 jan. 2019. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31877658/>>. Acesso em: 29 ago. 2021.

FAGRE, A. C. et al. Seroprevalence of *Leptospira* spp. in Colorado equids and association with clinical disease. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, v. 32, n. 5, p. 718–721, 1 set. 2020a.

FARIAS, D. K. Aspectos Soroepidemiológicos E Laboratoriais Da Leptospirose Em Equinos. p. 1–57, 2019.

FARIAS, D. K. et al. Oxidative metabolism and hematobiochemical changes in horses with subclinical leptospirosis. **Archives of Veterinary Science**, v. 25, n. 4, p. 91–103, 2020.

FINGER, M. A. et al. Serological and molecular survey of *Leptospira* spp. among cart horses from an endemic area of human leptospirosis in Curitiba, southern Brazil. **Rev Inst Med Trop Sao Paulo**, v. 56, n. 6, p. 473–476, 2014a. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25351539>>.

FINGER, M. A. et al. SEROLOGICAL AND MOLECULAR SURVEY OF *Leptospira* spp. AMONG CART HORSES FROM AN ENDEMIC AREA OF HUMAN LEPTOSPIROSIS IN CURITIBA, SOUTHERN BRAZIL. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 56, n. 6, p. 473–476, dez. 2014b. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-46652014000600473&lng=en&tlng=en>. Acesso em: 21 abr. 2021.

GERDING, J. C.; GILGER, B. C. Prognosis and impact of equine recurrent uveitis. **Equine**

Veterinary Journal, v. 48, n. 3, p. 290–298, 1 maio 2016.

GILGER, B. C. **Association of acute leptospirosis with systemic disease and uveitis in horses***Equine Veterinary Education*Equine Veterinary Journal Ltd, , 1 mar. 2018. .

GM, R. et al. *Leptospira interrogans* in wild Boa constrictor snakes from Northeast Brazil peri-urban rainforest fragments. **Acta tropica**, v. 209, 1 set. 2020. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32504590/>>. Acesso em: 4 set. 2021.

GOTADO, R. et al. Distribuição espacial e temporal das chuvas no estado de Santa Catarina. **Geosul**, v. 33, n. 67, p. 253–276, 22 maio 2018. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/2177-5230.2018v33n67p253>>. Acesso em: 1 set. 2021.

GUEDES, I. B. et al. *Leptospira* strains isolated from cattle in the Amazon region, Brazil, evidence of a variety of species and serogroups with a high frequency of the Sejroe serogroup. **Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases**, v. 74, n. October 2020, 2021.

HAMOND, C. et al. The role of horses in the transmission of leptospirosis in an urban tropical area. **Epidemiology and Infection**, v. 141, n. 1, p. 33–35, 2013.

HAMOND, C. et al. Predominance of *Leptospira interrogans* serovar Bratislava DNA in vaginal fluid of mares suggests sexual transmission of leptospirosis. **Animal Reproduction Science**, v. 151, n. 3–4, p. 275–279, 2014a. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.anireprosci.2014.10.019>>.

HAMOND, C. et al. The role of leptospirosis in reproductive disorders in horses. **Tropical Animal Health and Production**, v. 46, n. 1, p. 1–10, 30 jan. 2014b. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s11250-013-0459-3>>. Acesso em: 21 abr. 2021.

HAMOND, C. et al. Presence of leptospires on genital tract of mares with reproductive problems. **Veterinary Microbiology**, v. 179, n. 3–4, p. 264–269, 30 set. 2015. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378113515002503>>. Acesso em: 21 abr. 2021.

HAMOND, C. et al. Molecular Characterization and Serology of *Leptospira kirschneri* (Serogroup Grippotyphosa) Isolated from Urine of a Mare Post-Abortion in Brazil. **Zoonoses and Public Health**, v. 63, n. 3, p. 191–195, 1 maio 2016.

HAMOND, C.; MARTINS, G.; LILENBAUM, W. Subclinical leptospirosis may impair athletic performance in racing horses. **Tropical Animal Health and Production**, v. 44, n. 8, p. 1927–1930, 2 dez. 2012. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11250-012-0158-5>>. Acesso em: 24 fev. 2021.

LASTA, C. S. et al. Pesquisa de aglutininas anti-*Leptospira* em soros de equinos de tração em Porto Alegre, Brasil. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 20, n. 1, p. 23–25, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4322/rbcv.2014.051>>. Acesso em: 29 ago. 2021.

LE TURNIER, P.; EPELBOIN, L. **Update on leptospirosis***Revue de Medecine Interne*Elsevier Masson SAS, , 1 maio 2019. . Disponível em:

<<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30591382/>>. Acesso em: 28 mar. 2021.

MALALANA, F. et al. The role of *Leptospira* spp. in horses affected with recurrent uveitis in the UK. **Equine Veterinary Journal**, v. 49, n. 6, p. 706–709, 2017.

MALALANA, F. **Leptospirosis in horses: A European perspective** *Equine Veterinary Journal* Equine Veterinary Journal Ltd, , 1 maio 2019. .

MALALANA, F. What's new in equine recurrent uveitis? **In Practice**, v. 42, n. 6, p. 348–354, 1 jul. 2020.

MAPA. Revisão do Estudo do Complexo do Agronegócio do Cavalo. p. 54, 2016. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/camaras-setoriais/tematicas/documentos/camaras-setoriais/equideocultura/anos-anteriores/revisao-do-estudo-do-complexo-do-agronegocio-do-cavalo>>.

MARTINS, G. et al. Humoral Response in Naturally Exposed Horses After Leptospiral Vaccination. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 57, p. 24–28, 1 out. 2017.

NALLY, J. E. et al. Isolation and characterization of pathogenic leptospires associated with cattle. **Veterinary Microbiology**, v. 218, p. 25–30, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2018.03.023>>.

OLIVEIRA FILHO, R. B. et al. Spatial characterization of *Leptospira* spp. infection in equids from the Brejo Paraibano micro-region in Brazil. **Geospat Health**, v. 8, n. 2, p. 463–469, 2014. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24893023>>.

PICARDEAU, M. **Diagnosis and epidemiology of leptospirosis** *Medecine et Maladies Infectieuses* Elsevier Masson, , 1 jan. 2013. .

PINTO, P. S.; LIBONATI, H.; LILENBAUM, W. **A systematic review of leptospirosis on dogs, pigs, and horses in Latin America** *Tropical Animal Health and Production* Springer Netherlands, , 1 fev. 2017.

PN, L. Leptospirosis. **Clinical microbiology reviews**, v. 14, n. 2, p. 296–326, 2001. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11292640/>>. Acesso em: 8 set. 2021.

SILVA, M. P. da; GALATTO, S. L.; CAMASSOLA, T. M. A VARIABILIDADE NA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA MÉDIA DURANTE O EL NIÑO 2015/2016 EM CHAPECÓ, INDAIAL E URUSSANGA, MUNICÍPIOS DO ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL. **Tecnologia e Ambiente**, v. 23, n. 0, p. 108–121, 28 nov. 2017. Disponível em: <<http://periodicos.unesc.net/tecnoambiente/article/view/3912>>. Acesso em: 1 set. 2021.

SIMBIZI, V. et al. A study of leptospirosis in South African horses and associated risk factors. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 134, p. 6–15, 1 nov. 2016.

SIQUEIRA, C. C. et al. Seroprevalence and risk factors associated with equine leptospirosis in the metropolitan region of Salvador and Recôncavo Baiano region, Bahia state (NE Brazil). **Tropical Animal Health and Production**, v. 52, n. 1, p. 31–39, 1 jan. 2020. Disponível em:

<<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31289965/>>. Acesso em: 19 abr. 2021.

SOHAIL, M. L. et al. Evidence of clinicopathological changes during equine Leptospirosis. **Pakistan Journal of Zoology**, v. 49, n. 3, p. 849–853, 2017.

TIMONEY, J. F. et al. A unique genotype of *Leptospira interrogans* serovar Pomona type kennewicki is associated with equine abortion. **Veterinary Microbiology**, v. 150, n. 3–4, p. 349–353, 2 jun. 2011. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378113511001313>>. Acesso em: 21 abr. 2021.

TRIMBLE, A. C. et al. Seroprevalence, frequency of leptospiuria, and associated risk factors in horses in Kansas, Missouri, and Nebraska from 2016-2017. **PLoS ONE**, v. 13, n. 10, 1 out. 2018.

TSEGAY, K. et al. Circulating serovars of *Leptospira* in cart horses of central and southern Ethiopia and associated risk factors. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 125, p. 106–115, 1 mar. 2016.

VERMA, A.; STEVENSON, B.; ADLER, B. Leptospirosis in horses. **Vet Microbiol**, v. 167, n. 1–2, p. 61–66, 2013a. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23647816>>.