

MATHEUS BURILLI CAVALINI

**Soroepidemiologia da leptospirose em capivaras em ambientes  
antropizados e não antropizados**

São Paulo

2022

MATHEUS BURILLI CAVALINI

**Soroepidemiologia da leptospirose em capivaras em ambientes antropizados e não antropizados**

**VERSÃO CORRIGIDA**

Dissertação 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 em Ciências.

**Departamento:**

Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal

**Área de concentração:**

Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses

**Orientador:**

Prof. Dr. Marcos Bryan Heinemann

São Paulo

2022

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

### DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

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

4226  
FMVZ

Cavalini, Matheus Burilli  
Soroepidemiologia da leptospirose em capivaras em ambientes antropizados e não antropizados / Matheus Burilli Cavalini. – 2022.  
68 f. : il.

Mestrado (Dissertação) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal, São Paulo, 2022.

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

Área de concentração: Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Bryan Heinemann.

1. Capivaras. 2. Leptospira spp. 3. Regiões antropizadas. 4. Sorogrupo. 5. Teste de aglutinação. I. Título.



## Comissão de Ética no Uso de Animais

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia  
Universidade de São Paulo

São Paulo, 03 de fevereiro de 2022  
CEUAX N 6474031121

Ilmo(a). Sr(a).  
Responsável: Marcos Bryan Heinemann  
Área: Medicina Veterinária Preventiva E Saúde Animal  
Equipe envolvida: Matheus Burilli Cavalini - (executante);

Título do projeto: "Soroepidemiologia da leptospirose em capivaras em ambientes antropizados e não antropizados".

### Parecer Consubstanciado da CEUA FMVZ

A Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, na reunião de 03/02/2022, **ANALISOU** e **APROVOU** o protocolo de estudo acima referenciado. A partir desta data, é dever do pesquisador:

1. Comunicar toda e qualquer alteração do protocolo.
2. Comunicar imediatamente ao Comitê qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento do protocolo.
3. Os dados individuais de todas as etapas da pesquisa devem ser mantidos em local seguro por 5 anos para possível auditoria dos órgãos competentes.
4. **Relatórios parciais** de andamento deverão ser enviados **anualmente** à CEUA até a conclusão do protocolo.

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

## FOLHA DE AVALIAÇÃO

Autor: CAVALINI, Matheus Burilli

Título: **Soroepidemiologia da leptospirose em capivaras em ambientes antropizados e não antropizados**

Dissertação 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 obtenção do título de Mestre em Ciências.

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### Banca Examinadora

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Julgamento: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Julgamento: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Julgamento: \_\_\_\_\_

## **DEDICATÓRIA**

*Dedico aos meus amados pais, Silvia Maria Burilli Cavalini e Odair Cavalini, que me prepararam para viver esse mundo.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu professor orientador Marcos Bryan Heinemann, pela oportunidade e pelo suporte dado durante esses anos de mestrado, ao Laboratório de Doenças Parasitárias, o professor Marcelo Bahia Labruna e ao meu querido amigo Hector Ribeiro Benatti, a toda equipe do Laboratório de Zoonoses Bacterianas, Gisele Oliveira, Juliana Castro, Antônio Francisco de Souza Filho, Israel Guedes e Lilian Abigail Ribeiro de Oliveira, pela ajuda no trabalho, ideias compartilhadas e tempo vivido nesses anos. Agradeço também aos amigos que compartilharam o tempo de pós-graduação. A minha namorada e companheira que me deu forças em muitos momentos, Sara Pacito. Agradeço a todos aqueles que fizeram parte da minha jornada na pós-graduação. Por fim, faço um agradecimento especial aos meus pais, Silvia Burilli Cavalini e Odair Cavalini, que me apoiam, sustentam e comemoram as conquistas comigo. Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio à pesquisa.

*“Pássaros criados em gaiola acreditam que voar é uma doença” – Alejandro Jodorowsky*



## RESUMO

CAVALINI, M. B. **Soroepidemiologia da leptospirose em capivaras em ambientes antropizados e não antropizados.** 2022. 68f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

Tendo em vista a importância das capivaras como reservatórios para *Leptospira* e a expansão das populações desta espécie especialmente em áreas antropizadas, torna-se de extrema importância a avaliação de sorogrupos predominantes a fim de elucidar a cadeia epidemiológica da doença e permitir a adoção de medidas de controle efetivo. Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a sorologia de capivaras capturadas no Pantanal (regiões de paisagens naturais – PN's) e em São Paulo (regiões de paisagens modificadas pelo homem – PMH's) através da análise de titulação dos diferentes sorogrupos de *Leptospira* nos animais reativos, bem como a variação na titulação em animais recapturados. Para isso, foram utilizadas 382 amostras de soro sanguíneo de capivaras capturadas entre os anos de 2015 e 2019 em sete municípios do estado de São Paulo e em regiões de paisagens naturais. Foi realizado o teste de soroaglutinação microscópica e os dados foram analisados por medidas descritivas com cálculo de frequência e foi realizada a comparação descritiva entre os dois tipos de paisagem. Os resultados da captura demonstraram 29% de frequência total de soros reagentes, sendo o sorogrupo Australis o mais frequente. O mesmo padrão foi observado para os resultados de PMH's considerando que a maior parte dos soros eram provenientes do estado de SP, porém nas PN's os sorogrupos mais frequentes foram Ballum, seguido de Australis e Hebdomadis. A região de Ribeirão Preto apresentou a maior frequência entre as PMH's, enquanto o Pantanal Norte apresentou maior frequência dentre as PN's. No *ranking* geral, o sorogrupo mais provável foi o Australis, o qual apresentou reação nos animais de todas as regiões estudadas, exceto Avaré. A seguir, foram observadas frequências elevadas dos sorogrupos Grippotyphosa e Icterohaemorrhagiae, especialmente na região do Horto Florestal. Por último, destacaram-se os sorogrupos Serjoe e Hebdomadis, com frequências elevadas especialmente em Ribeirão Preto. Portanto, considerando a ausência de hospedeiro natural para os principais sorogrupos encontrados, como os suínos para o sorogrupo Australis, o presente levantamento sorológico indica que as capivaras são capazes de manter esses sorogrupos no ambiente, confirmando que capivaras que vivem em área urbana podem representar um fator de risco para leptospirose para a população humana eventualmente exposta.

**Palavras-chave:** Capivaras. *Leptospira* spp. Regiões antropizadas. Sorogrupo. Teste de aglutinação.

## ABSTRACT

CAVALINI, M. B. **Seroepidemiology of leptospirosis in capybaras in anthropogenic and non-anthropogenic environments.** 2022. 68f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

Considering the importance of capybaras as reservoirs for *Leptospira* and the expansion of their populations, especially in anthropogenic areas, it is extremely important to evaluate the predominant serogroups to elucidate the epidemiological chain of the disease and to allow the adoption of measures to effectively control the disease. Therefore, the present study aimed to evaluate the serology of capybaras captured in Pantanal (regions of natural landscapes – NL's) and São Paulo (regions of anthropogenic landscapes – AL's) by analyzing the titer of different *Leptospira* serogroups in reactive animals, as well as the titer variation in recaptured animals. For this, 382 blood serum samples from capybaras captured between 2015 and 2019 in seven municipalities in the state of São Paulo and regions of natural landscapes. The microscopic agglutination test was performed, and the data were analyzed by descriptive measures with frequency calculation and a descriptive comparison between the two types of landscape. The capture results showed 29% frequency of total reactive serum, with the Australis serogroup being the most frequent. The same pattern was observed for the results of AL's considering that most of the sera came from the state of SP, but in the NL's the most frequent serogroups were Ballum, followed by Australis and Hebdomadis. The region of Ribeirão Preto presented the highest frequency among the AL's, while the Pantanal Norte presented the highest frequency among the NL's. In the general ranking, the most likely serogroup was Australis, which showed a reaction in animals from all regions studied, except for Avaré. Next, high frequencies of the Grippotyphosa and Icterohaemorrhagiae serogroups were observed, especially in the Horto Florestal region. Finally, the Serjoe and Hebdomadis serogroups stood out, with high frequencies, especially in Ribeirão Preto. Therefore, considering the absence of a natural host for the main serogroups found, the present serological survey indicates that capybaras can maintain these serogroups in the environment, confirming that capybaras that live in urban areas may represent a risk factor for leptospirosis for the human population eventually exposed.

**Keywords:** Agglutination test. Anthropized regions. Capybaras. *Leptospira* spp. Serogroup.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa das regiões de captura .....	21
Figura 2. Regiões de maior frequência de captura .....	25
Figura 3. Diferença entre a primeira e a segunda capturas.....	51
Figura 4. Diferença entre a segunda e a terceira capturas .....	58
Figura 5. Diferença entre a terceira e a quarta capturas .....	60

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Sorogrupos e variantes sorológicas avaliadas .....	22
Tabela 2. Frequência de sorogrupos .....	24
Tabela 3. Cidades com maior frequência de captura por paisagem .....	24
Tabela 4. Regiões com frequências de captura acima da média .....	25
Tabela 5. Ranking geral dos sorogrupos mais prováveis .....	26
Tabela 6. Ranking dos sorogrupos mais prováveis dentro da paisagem PMH .....	26
Tabela 7. Ranking dos sorogrupos mais prováveis dentro da paisagem PN .....	27
Tabela 8. Resultados dos sorogrupos em porcentagem (continua) .....	29
Tabela 8. Resultados dos sorogrupos em porcentagem (conclusão) .....	30
Tabela 9. Resultados da primeira captura – lote 1 de sorogrupos (continua).....	31
Tabela 9. Resultados da primeira captura – lote 1 de sorogrupos (continua).....	32
Tabela 9. Resultados da primeira captura – lote 1 de sorogrupos (continua).....	33
Tabela 9. Resultados da primeira captura – lote 1 de sorogrupos (conclusão) .....	34
Tabela 10. Resultados da primeira captura – lote 2 de sorogrupos (continua).....	35
Tabela 10. Resultados da primeira captura – lote 2 de sorogrupos (continua).....	35
Tabela 10. Resultados da primeira captura – lote 2 de sorogrupos (conclusão) .....	37
Tabela 11. Resultados da segunda captura – lote 1 de sorogrupos (continua) .....	38
Tabela 11. Resultados da segunda captura – lote 1 de sorogrupos (continua) .....	39
Tabela 11. Resultados da segunda captura – lote 1 de sorogrupos (conclusão).....	40
Tabela 12. Resultados da segunda captura – lote 2 de sorogrupos (continua) .....	41
Tabela 12. Resultados da segunda captura – lote 2 de sorogrupos (continua) .....	42
Tabela 12. Resultados da segunda captura – lote 2 de sorogrupos (conclusão).....	43
Tabela 13. Diferença entre a primeira e a segunda capturas – lote 1 de sorogrupos (continua) .....	45
Tabela 13. Diferença entre a primeira e a segunda capturas – lote 1 de sorogrupos (continua) .....	45
Tabela 13. Diferença entre a primeira e a segunda capturas – lote 1 de sorogrupos (conclusão) .....	47
Tabela 14. Diferença entre a primeira e a segunda capturas – lote 2 de sorogrupos (continua) .....	48
Tabela 14. Diferença entre a primeira e a segunda capturas – lote 2 de sorogrupos (continua) .....	49
Tabela 14. Diferença entre a primeira e a segunda capturas – lote 2 de sorogrupos (conclusão) .....	50
Tabela 15. Resultados da segunda captura (continua) .....	52
Tabela 15. Resultados da segunda captura (conclusão) .....	53
Tabela 16. Resultados da terceira captura (continua).....	54
Tabela 16. Resultados da terceira captura (conclusão) .....	55
Tabela 17. Diferença entre a segunda e a terceira capturas (continua) .....	56
Tabela 17. Diferença entre a segunda e a terceira capturas (conclusão) .....	57
Tabela 18. Resultados da terceira captura (continua).....	59
Tabela 18. Resultados da terceira captura (conclusão) .....	59
Tabela 19. Resultados da quarta captura (continua).....	59
Tabela 19. Resultados da quarta captura (conclusão) .....	59
Tabela 20. Diferença entre a terceira e a quarta capturas.....	60

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>16</b>
2.1	LEPTOSPIROSE.....	16
2.2	FATORES DE RISCO .....	17
2.3	PAPEL DA CAPIVARA NA TRANSMISSÃO DA LEPTOSPIROSE.....	18
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>20</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
4.1	AMOSTRAS.....	20
4.2	SOROLOGIA .....	21
4.3	ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	23
<b>5</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>24</b>
5.1	RECAPTURAS .....	30
5.1.1	Comparação 1ª e 2ª capturas.....	30
5.1.2	Comparação 2ª e 3ª capturas.....	51
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>61</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>63</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>65</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A leptospirose é causada pela bactéria do gênero *Leptospira*, que acomete diversas espécies de animais, incluindo seres humanos (FAINE et al., 1999). Em recente classificação genômica, foram descritas 64 diferentes espécies de *Leptospira* spp, divididas em três linhagens correlacionadas de acordo com a sua patogenicidade, as patogênicas, intermediárias e saprófitas. Essas espécies integram 24 sorogrupos contendo mais de 300 sorovares (ADLER; MOCTEZUMA, 2010; VICENT et al., 2019). As espécies patogênicas são as que comumente causam doença clínica nos animais e no ser humano, as intermediárias causam sinais clínicos brandos e não tiveram sua virulência determinada em ensaios experimentais, e as saprófitas somente são isoladas do ambiente (PICARDEAU, 2017). A relevância da leptospirose não se restringe apenas ao prejuízo econômico já que, por seu caráter zoonótico, oferece riscos à saúde humana (KO; GOARANT; PICARDEAU, 2009).

A *Leptospira* tem a capacidade de infectar diversas espécies de mamíferos, entretanto, os roedores sinantrópicos, em evidência o *Rattus norvegicus*, correspondem ao seu principal reservatório para o homem (ELLIS, 2015; OBIEGALA et al., 2016). A transmissão da bactéria pode ocorrer de maneira direta, de hospedeiro para hospedeiro, por meio do contato com a urina e tecidos de animais infectados, ou indireta, através da exposição ao ambiente, água ou solo contaminados com o agente (PICARDEAU, 2013b).

Estima-se que anualmente ocorra em torno de 1 milhão de casos da doença, levando a quase 60.000 mortes por ano (COSTA et al., 2015). No Brasil, a leptospirose é considerada endêmica, de notificação obrigatória, ocorrendo com frequência surtos epidêmicos em períodos de alta pluviosidade (KO et al., 1999; LEVETT, 2001). Atualmente, o Brasil possui o maior número de casos de leptospirose registrados na América Latina (SCHNEIDER et al., 2017), com média de 3.890 casos por ano. De acordo com os Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), foram registrados 31.224 casos da doença entre 2010 e 2017, com óbito de 2.675 pacientes ([www.portalsaude.gov.br](http://www.portalsaude.gov.br)).

Os fatores de risco para a leptospirose envolvem: atividades que lidam diretamente com os animais que atuam como reservatórios, como as desenvolvidas por agricultores, trabalhadores de saneamento urbano, veterinários, magarefes e trabalhadores de laboratório; atividades recreativas, principalmente ao ar livre, como triatlão, caminhadas, *rafting*, escaladas; e habitações vulneráveis como favelas, regiões

sujeitas à inundação, sem controle ambiental de lixo e esgoto (SOO; KHAN; SIDDIQUI, 2020).

Capivaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*) são animais semiaquáticos, que vivem próximos a fontes de água, como rios, áreas inundadas, lagos e outros corpos d'água. São animais sociáveis e considerados os maiores roedores existentes (MOREIRA et al, 2013; HERRERA, 2013). Desempenham um importante papel na transmissão da febre maculosa, uma vez que são reservatórios e amplificadores da *Rickettsia rickettsi*, agente causador da doença e hospedeiros do *Amblyomma sculptum*, carrapato que atua como vetor do microrganismo (LUZ et al., 2019).

As capivaras são animais que habitam toda a América Latina e estão presente em todo território da União (MOREIRA et al., 2013). A presença desses animais no meio urbano e periurbano no estado de São Paulo tem aumentado nos últimos anos, promovendo um contato mais íntimo com o homem, animais de companhia e produção (VERDADE; FERRAZ, 2006), sendo assim, oferecem um grande risco à Saúde Pública do estado. Com isso, surge a necessidade de maiores estudos acerca desse animal, sua ecologia, comportamento e seus papéis na epidemiologia de doenças, como a leptospirose.

Uma vez que as capivaras pertencem à classe dos roedores e utilizam de rios, regiões alagadas, lagos e represas para obter seus alimentos, protegerem-se de predadores e regular a temperatura corpórea (MACDONALD, 1981; MOREIRA et al., 2013), existe alto risco de se infectarem com a bactéria e se tornarem reservatórios, contaminando outros animais e o ser humano (TONIN et al., 2018).

Silva et al. (2009) mostraram, em um estudo com capivaras abatidas no Rio Grande do Sul, uma alta titulação para os sorovares Bratislava e Australis, ambos do sorogrupo Australis. Tonin et al. (2018) encontraram em capivaras de condomínios da região sudeste do Brasil, município de Itu (SP), animais positivos para os sorogrupos Serjoe, Icterohaemorrhagiae e Grippotyphosa.

Da Silva Yang et al. (2021) utilizaram capivaras de três áreas em seu estudo na Mata Atlântica no estado de Pernambuco, sendo que as duas primeiras áreas eram de reserva antropizadas, em diferentes graus. Neste estudo foi relatada a presença de anticorpos anti-*T. gondii* e *Leishmania infantum* nas três áreas, bem como foram detectados anticorpos para os sorovares Icterohaemorrhagiae e Tarassovi de *Leptospira* spp. O sorovar Icterohaemorrhagiae é principalmente encontrado em ratos e destes é transmitido para humanos e cães, e foi encontrado na área de maior contato com o ser

humano e cães, evidenciando que as capivaras em ambientes antropizados podem ser potenciais reservatórios de zoonoses e atuar como sentinelas no controle dessas doenças.

A diversidade de sorogrupos encontrados nesses animais pode estar relacionada com os sorogrupos circulantes nos meios que elas habitam e a interação das capivaras com outras espécies, o que demonstra o risco que as capivaras podem representar para a Saúde Pública e animais domésticos, caso elas mantenham *Leptospira* spp (DE ALBUQUERQUE et al., 2017; TONIN et al., 2018).

Ações antropogênicas aumentam os riscos de transmissão e infecção de doenças infecciosas e parasitárias entre animais silvestres e o ser humano (DASZAK; CUNNINGHAM; HYATT, 2000), por aumentarem a proximidade e o contato entre a fauna sinantrópica, animais de produção e companhia e o ser humano. Com a crescente presença desses animais em meios urbanos e periurbanos, seja em condomínios, plantações de cana-de-açúcar ou mesmo em grandes cidades (VERDADE; FERRAZ, 2006), as capivaras tornam-se susceptíveis à infecção, além de reservatórios de zoonoses como leptospirose, toxoplasmose, leishmaniose, entre outras (DA SILVA YANG et al., 2021).

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 LEPTOSPIROSE**

A leptospirose é descrita como uma doença zoonótica, endêmica em países de baixa renda em regiões temperadas e tropicais, estando associada fortemente a exposições ocupacionais e ambientais (BHARTI et al., 2003). É uma doença infecciosa cosmopolita com alta prevalência em regiões tropicais e subtropicais que pode afetar humanos e outros animais domésticos e selvagens (GONÇALVES et al., 2020). A leptospirose foi identificada pela primeira vez em 1886 por Adolf Weil (LEVETT, 2001). É causada por espiroquetas helicoidais altamente móveis, as quais apresentam mais de 64 espécies, categorizadas em mais de 300 sorovares e 24 sorogrupos (PICARDEAU, 2013a; VICENT et al., 2019).

A enfermidade tem distribuição global, devido à vasta gama de hospedeiros mamíferos, globalização e mudanças climáticas. Segundo estimativas do Grupo de Referência em Epidemiologia da Carga da Leptospirose (LERG) da Organização Mundial da Saúde, o número de casos humanos de leptospirose grave apresenta uma carga global de cerca de 500 mil/ano (ABELA-RIDDER; SIKKEMA; HARTSKEERL, 2010). Apesar



da alta incidência de leptospirose no Sul e Sudeste Asiático, especialmente em países com grandes populações como a Índia e a Indonésia, a doença continua subnotificada devido à vigilância deficiente e dificuldade diagnóstica (COSTA et al., 2015). Atualmente, o Brasil possui o maior número de casos de leptospirose registrados na América Latina (SCHNEIDER et al., 2017), com uma média de 3.890 casos/ano. De acordo com o Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), foram registrados 31.224 casos da doença entre 2010 e 2017, com óbito de 2.675 pacientes ([www.portalsaude.gov.br](http://www.portalsaude.gov.br)).

O agente da leptospirose pertence à ordem *Spirochaetales* e família *Leptospiraceae*, a qual é composta por 64 espécies patogênicas de *Leptospira* com mais de 300 sorovares (ADLER; DE LA PEÑA MOCTEZUMA, 2010; PICARDEAU, 2013a; VICENT et al., 2019). Os reservatórios primários para infecção envolvem roedores e outras espécies de caça (ADLER et al., 2002), sendo espécies de vida selvagem comumente consideradas importantes devido à frequência de reatividade aos sorovares de *Leptospira* nativos de seu habitat (LINS; LOPES, 1984). A membrana externa da leptospira é composta de lipopolissacarídeos e proteínas de membrana, e envolve o corpo celular protoplasmático (HAAKE; MATSUNAGA, 2010). O filamento axial auxilia na motilidade, enquanto o gancho é formado pela presença de flagelos no terminal celular (BROMLEY; CHARON, 1979; RADDI et al., 2012).

## 2.2 FATORES DE RISCO

Os indicadores para a leptospirose estão localizados nos países tropicais e menos desenvolvidos, com aproximadamente 70% dos casos mundiais (COSTA et al., 2015). Este padrão é atribuído pelas condições sociais, tipo climático e ambiental, uma vez que a abundância de reservatórios favorece a sobrevivência da *Leptospira* spp, consequentemente aumentando o risco de transmissão a humanos e animais (GANOZA et al., 2006; REIS et al., 2008). Apesar de enchentes em áreas urbanas representarem um importante risco de transmissão para a leptospirose humana. Costa et al. (2015) identificaram um forte componente associado à leptospirose rural, o qual pode ser agravado com a expansão da agricultura e desmatamento (DEFRIES et al., 2010; MWACHUI et al., 2015), que expõem a população a novos reservatórios da *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).

Em relação aos fatores de risco da doença, sabe-se que o clima influencia em sua dinâmica, endemicidade e propagação, visto que afeta a sobrevivência, o crescimento e a reprodução de patógenos. Sendo assim, países tropicais são afetado por várias doenças infecciosas, tais quais a leptospirose (GALLANA et al., 2013). *Leptospiras* excretadas pela urina podem permanecer por semanas a meses em áreas quentes e úmidas, desde que sem contato direto com a luz solar (GOARANT, 2016). Além disso, países desenvolvidos não tropicais também podem estar susceptíveis à leptospirose após a incidência de chuvas fortes (HOCHEDÉZ et al., 2011).

Watson, Gayer e Connolly (2007) investigaram a relação entre desastres naturais e epidemias de doenças, e concluíram que a causa raiz de surtos envolve o deslocamento da população, uma vez que vítimas se reúnem na evacuação em centros de segurança. Questões envolvendo saneamento, higiene e saúde pública também se tornam um desafio, aumentando o risco de surtos. Ainda, os autores relataram que inundações aumentam a possibilidade de surtos de leptospirose, porque a proximidade de humanos e roedores facilita a disseminação do patógeno. Grandes populações também dificultam o manejo do saneamento básico, levando a uma má gestão do lixo e a um aumento dos vetores de leptospirose (MACIEL et al., 2008).

A *Leptospira* spp pode sobreviver em águas, esgotos e solos úmidos por semanas a meses, especialmente em ambientes tropicais. Além disso, as condições ambientais e culturais possibilitam uma maior exposição das pessoas à leptospirose. Também foi determinado que os roedores são os principais mantenedores da leptospirose nas áreas urbanas, enquanto os animais de produção, como bovinos e suínos, mantêm a doença na área rural (GANOZA et al., 2006). Schneider et al. (2018) conseguiram determinar que o solo pode ser um reservatório ambiental na transmissão da leptospirose no meio urbano.

### 2.3 PAPEL DA CAPIVARA NA TRANSMISSÃO DA LEPTOSPIROSE

As capivaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*) são grandes herbívoros, consideradas os maiores roedores do mundo. Estão difundidas na América do Sul em áreas tropicais e subtropicais. São animais que vivem em grupos, unidades sociais estáveis compostas por cerca de 6 a 16 membros adultos, envolvendo machos e fêmeas, com hierarquia de dominância linear caracterizando a interação entre os machos. Além disso, apresentam um alto nível de plasticidade fenotípica, o que permitiu que explorassem uma série de

habitats, variando de matas ciliares a inundações sazonais e savanas, do noroeste da Colômbia à Argentina, e de climas tropicais para zonas mais temperadas, onde as temperaturas podem atingir o ponto de congelamento. Sua adaptabilidade provavelmente também ajudou a torná-las resistentes à caça, incluindo tanto a caça furtiva quanto a colheita comercial, tornando-se assim possível a utilização de capivaras como uma importante fonte de carne e peles (HERRERA et al., 2011).

Verdade e Ferraz (2006) avaliaram a densidade populacional e a biomassa de capivaras no pântano antropogênico e observaram maior significância do que em habitats intocados. Foi observado que a espécie apresenta um padrão sazonal de flutuação, com pico no final da primavera (outubro a dezembro) e que, na área úmida antropogênica estudada (Campus “Luiz de Queiroz” – Piracicaba, SP), a capacidade de suporte chegou a 195 indivíduos/km<sup>2</sup>. Ainda, foi relatado que a uma taxa de exploração conservadora (17%) em áreas úmidas antropogênicas do sudeste do Brasil, a produtividade da capivara pode chegar a aproximadamente 630 kg/km<sup>2</sup>/ano.

As capivaras representam um reservatório eficiente para leptospiros, uma vez que residem em áreas de alta abundância de água, o que é importante para a transmissão de doenças (EMMONS; FEER, 1997). O estudo de Tonin et al. (2018) demonstrou uma prevalência significativa de sorovares pertencentes ao sorogrupo Icterohaemorrhagiae, associado a problemas de Saúde Pública, e Sejroe, associado principalmente a bovinos, indicando a capacidade das capivaras em manter esses sorovares no ambiente. Os autores concluíram que as capivaras residentes em áreas urbanas podem representar um fator de risco de leptospirose para a população humana eventualmente exposta.

O estudo de Gonçalves et al. (2020) pesquisou anticorpos anti-*Leptospira* spp. e também avaliou o DNA de *Leptospira* em capivaras de vida livre em um Campus universitário na cidade de Araras (SP). Foram capturadas 31 capivaras, sendo o soro coletado analisado pelo teste de aglutinação microscópica (MAT). Vinte e nove amostras foram positivas na MAT, com títulos variando de 25 a 400. Os anticorpos identificados em quase 90% das amostras foram contra os seguintes sorovares: Grippotyphosa (69,23%), Autumnalis (26,92%) e Bratislava (3,85%). Além disso, 3,2% das amostras foram positivas na PCR para *Leptospira*.

Albuquerque et al. (2017) estudando capivaras de vida livre na região amazônica, reportaram uma soropositividade de 43,9% (18/43), com títulos baixos, indicando uma possível infecção crônica. Em relação à urina, os autores identificaram 31,7% (13 animais) de amostras PCR positivas, indicando muitos portadores

assintomáticos. Além disso, conseguiram isolar 8 amostras, sendo seis pertencentes ao sorogrupo *Icterohaemorrhagiae*, uma pertencente ao *Grippothyphosa* e uma ao *Shermani*. Os autores concluíram que as capivaras podem ser um reservatório importante na manutenção da leptospirose no ambiente e com predominância do sorogrupo *Icterohaemorrhagiae*, o mesmo que os ratos, principal transmissor da leptospirose humana.

Em um estudo de infecção experimental, Marvulo et al (2009) observaram a dinâmica da infecção de capivaras por *Leptospira interrogans* sorovar Pomona e identificaram a presença da bactéria no sangue entre os dias 2 a 12 e na urina nos dias 9 a 19 pós-infecção. Interessantemente, não foi obtido sucesso na identificação de *Leptospira* pela PCR nos rins e fígado. O título máximo de anticorpos foi de 3200, com pico no dia 27 pós-infecção e na presença de anticorpos até o dia 83.

Embora a presença desses animais no meio urbano e periurbano tenha aumentado nos últimos anos no estado de São Paulo (VERDADE; FERRAZ, 2006), poucos estudos epidemiológicos de leptospirose em capivaras foram realizados, especialmente em áreas urbanas. Devido ao grande risco à Saúde Pública do estado, tornam-se necessários mais estudos a respeito do tema, envolvendo o papel da capivara na epidemiologia de doenças, bem como sua etiologia e comportamento.

### **3 OBJETIVOS**

O objetivo do presente estudo foi avaliar os diferentes sorogrupos de *Leptospira* nos animais reativos, e a variação da titulação dos animais recapturados em capivaras capturadas no Pantanal e em São Paulo, ambientes não antropizados e antropizados respectivamente.

### **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **4.1 AMOSTRAS**

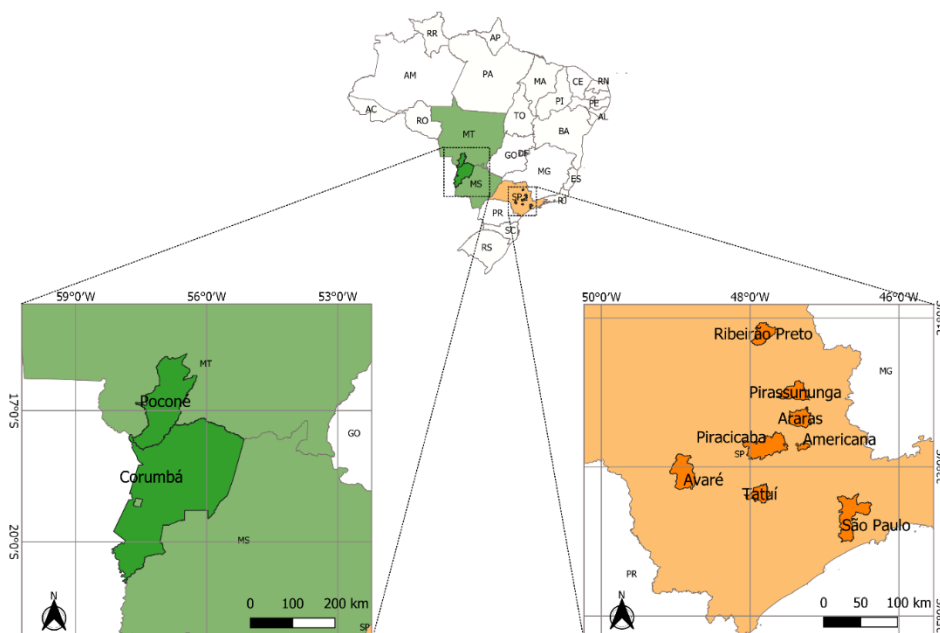
Foram utilizados 382 soros sanguíneos de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*), provenientes de 303 animais, da soroteca do Laboratório de Doenças Parasitárias, sob a supervisão do professor Dr. Marcelo Bahia Labruna. Os animais foram capturados entre os anos de 2015 e 2019 pela equipe do Laboratório de Doenças Parasitárias da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de São Paulo (FMVZ-USP). Este estudo foi aprovado pelo Conselho de Ética no Uso de Animais da Faculdade

de Medicina Veterinária e Zootecnia (CEUA/FMVZ) da Universidade de São Paulo, número do projeto 5948070314.

As capturas ocorreram em sete municípios do estado de São Paulo: Americana, Araras, Avaré, Piracicaba, Pirassununga, Ribeirão Preto e Tatuí, e no parque Horto Florestal (Parque Estadual Alberto Löfgren), áreas classificadas como paisagens modificadas pela ação humana (PMH). Além disso, foram realizadas capturas em áreas classificadas como paisagens naturais (PN), envolvendo: o bioma Pantanal do Brasil, no município de Poconé (Mato Grosso), denominado no trabalho como Pantanal Norte; e o município de Corumbá (Mato Grosso do Sul), denominado Pantanal Sul (BENATTI, 2020). Foram capturados 265 animais nas paisagens classificadas como PMH e 38 nas classificadas como PN. A maioria das capturas ocorreu em São Paulo devido ao maior acesso da equipe aos municípios do estado.

As amostras foram divididas em: primeira captura, utilizadas para as análises de frequência de variantes sorológicas e sorogrupo mais provável; e recapturas, utilizadas para análise dos animais quanto à titulação. Das 382 amostras, 303 são de primeira captura e 79 são de recapturas. As recapturas ocorreram quatro vezes, sendo que a segunda captura obteve 57 animais, a terceira contou com 17 animais recapturados e apenas 2 animais foram recapturados na quarta vez.

**Figura 1.** Mapa das regiões de captura



Fonte: Autoria própria

## 4.2 SOROLOGIA

O teste de aglutinação microscópica (MAT) foi realizado de acordo com OIE (2014). A técnica foi realizada empregando 23 antígenos vivo de *Leptospira* spp, entre amostras referência e estirpes isoladas no Brasil, todas provenientes da coleção utilizada para sorologia de leptospirose realizada pelo Laboratório de Zoonoses Bacterianas (LZB) da FMVZ-USP (Tabela 1).

**Tabela 1.** Sorogrupos e variantes sorológicas avaliadas

Sorogrupo	Variante Sorológica
Australis	Australis
Australis	Bratislava
Sejroe	Guaricura
Autumnalis	Autumnalis
Autumnalis	Butembo
Ballum	Castellonis
Batavia	Bataviae
Canicola	Canicola
Cynopteri	Cynopteri
Grippotyphosa	Gruppotyphosa
Hebdomadis	Hebdomadis
Icterohaemorrhagiae	Copenhageni
Icterohaemorrhagiae	Icterohaemorrhagiae
Javanica	Javanica
Panama	Panama
Pomona	Pomona
Pyrogenes	Pyrogenes
Sejroe	Hardjoprajitnoo
Sejroe	Hardjobovis
Shermani	Shermani
Tarassovi	Tarassovi
Pomona	Pomona
Djasiman	Sentot

Os soros sanguíneos estavam armazenados à -20°C e foram descongelados em temperatura ambiente (+28°C), posteriormente foram homogeneizados e diluídos na proporção de 1:50 em solução salina de Sørensen (pH 7,4). A seguir, 50 µL das diluições das amostras foi depositado em microplacas de poliestireno contendo 96 poços, posteriormente 50 µL dos antígenos foi adicionado aos poços, obtendo-se uma diluição dos soros sanguíneos de 1:100. As microplacas foram incubadas à 28°C por pelo menos duas horas antes da leitura e interpretação, cada antígeno foi analisado microscopicamente em relação à viabilidade, pureza e auto aglutinação.

A leitura foi realizada em microscopia de campo escuro, observando-se aglutinação, sendo consideradas reagentes as amostras que tiveram no mínimo 50% de leptospiras aglutinadas na diluição de 1:100. As amostras reagentes na triagem foram submetidas a titulação, e para isso as amostras foram diluídas de forma seriada na razão dois em solução de salina de Sørensen (pH 7,4) e acrescentado 50 µL do antígeno reagente da triagem. A incubação das placas e leitura dos testes ocorreram como o descrito anteriormente, a titulação final é a maior diluição da amostra que ocorreu titulação em que se observou 50% ou mais de leptospiras aglutinadas.

### 4.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram tabulados e analisados por medidas descritivas com cálculo de frequência. Além disso, foi realizada também uma comparação descritiva entre os dois tipos de paisagem: paisagens modificadas pela ação humana e paisagens naturais.

O sorogrupo mais provável foi encontrado pela técnica de ranqueamento, considerando o de título predominante, animais que reagiram para mais de um sorogrupo com título predominante igual, foram desconsiderados nessa análise (VASCONCELLOS et al., 1997; GUEDES et al., 2021). Tanto nos cálculos das frequências como no sorogrupo mais provável, foram utilizadas sempre amostras da primeira captura dos animais, sendo as recapturas analisadas separadamente.

As recapturas foram analisadas por animal, sendo analisada a titulação em cada primeira captura (a) e a comparação com a captura posterior (b), e a classificação feita através da variação da titulação. Se o título em ambas as capturas foi zero, a amostra foi desconsiderada para análise. As recapturas foram classificadas da seguinte forma: como “Indefinido” quando o título de (a) foi zero e (b) foi menor ou igual a 200, e quando o título de (a) foi maior que zero, (b) foi maior que (a) e a diferença entre eles, ou seja  $(b - a)$ , foi menor do que quatro vezes o (a), em fórmula:  $(a - b)/a < 4$ ; como “Resolveu” quando (a) teve título maior que zero e (b) resultou em titulação zero; como “Recuperando” para recapturas em que o título foi menor na (b) do que na (a) mas não chegou a zero; “Infecção” quando o título de (a) foi de zero para um valor maior que 200 em (b), e quando o título (a) era maior que zero, (b) era maior que (a), mas  $(b-a)/a \geq 4$ ; e “Manteve” quando não houve alteração nos valores acima de zero dos títulos entre as recapturas.

## 5 RESULTADOS

Através da estatística descritiva, obteve-se no estudo a frequência total dos soros reagentes na MAT, a frequência por paisagem e por região/município. Também foi calculada a frequência de cada sorogrupo, sendo mostrado por cidade.

A frequência total dos soros reagentes foi de 29%, sendo o sorogrupo mais frequente o Australis (19%). Nas PMH's 29% dos soros foram reagentes na prova do MAT, sendo Australis o sorogrupo mais frequente (21%), já nas PN's a frequência foi de 24% e o sorogrupo Ballum foi o mais frequente, com 11%, conforme tabela 2.

**Tabela 2.** Frequência de sorogrupos

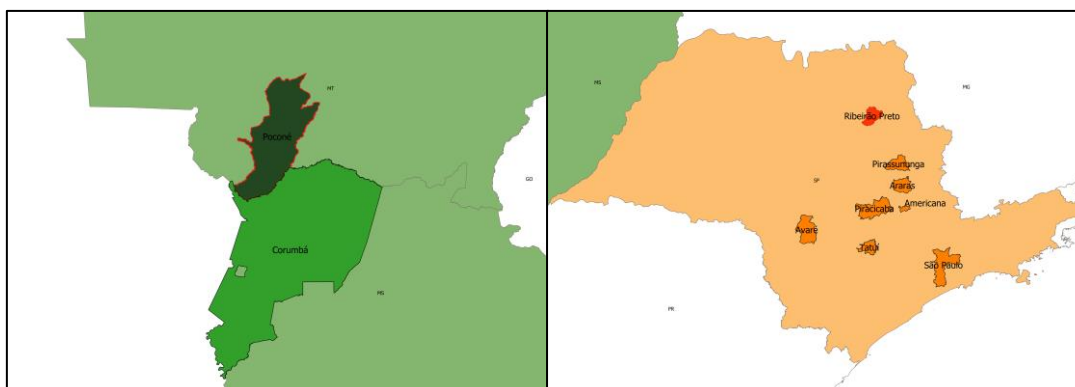
	Frequência	Sorogrupo mais frequente	Frequência
Total	29%	Australis	19%
PMH	29%	Australis	21%
PN	24%	Ballum	11%

Segundo observado na tabela 3, das regiões classificadas como PMH, Ribeirão Preto apresentou a maior frequência com 62% dos animais reagentes para leptospirose, indicando circulação de *Leptospira* spp. nos animais da região. Nas PN's a região de maior frequência foi o Pantanal Norte, município de Poconé, com 38% dos animais reagentes na sorologia.

**Tabela 3.** Cidades com maior frequência de captura por paisagem

	Maior frequência	Frequência
PMH	Ribeirão Preto	62%
PN	Pantanal Norte	38%



**Figura 2.** Regiões de maior frequência de captura

Fonte: Autoria própria

Cinco regiões ficaram acima da média das frequências, que foi de 31% (93 animais reativos em 303 animais totais), e da frequência total de 29% (87 animais reativos em 303 animais totais), sendo quatro delas das PMH's, Avaré, Horto Florestal, Pirassununga e Ribeirão Preto, e 1 das PN's, Pantanal Norte. As frequências de cada cidade encontram-se na tabela 4.

**Tabela 4.** Regiões com frequências de captura acima da média

Cidade	Frequência	Área
Avaré	32%	PMH
Pirassununga	34%	PMH
Pantanal Norte	38%	PN
Horto Florestal	58%	PMH
Ribeirão Preto	62%	PMH

O sorogrupo mais provável no *ranking* geral foi o Australis, observado na titulação de 49 soros, em um total de 74 soros de capivaras separados para esse cálculo, seguido pelos sorogrupos Grippotyphosa e Icterohaemorrhagiae, com 6 soros reagentes para cada um deles, o sorogrupo Ballum, mais frequente nas PN's, apareceu em terceiro com 4 soros reagentes, junto com o sorogrupo Hebdomadis.

**Tabela 5.** Ranking geral dos sorogrupos mais prováveis

Sorogrupo	Posição	Número de observações
Australis	1°	49/74
Grippytyphosa	2°	6/74
Icterohaemorrhagiae	2°	6/74
Ballum	3°	4/74
Hebdomadis	3°	4/74
Sejroe	4°	2/74
Autumnalis	5°	1/74
Canicola	5°	1/74
Djaisman	5°	1/74

Nos soros advindos de animais capturados nas PMH's o resultado manteve-se muito próximo ao *ranking* geral, uma vez que a maior parte dos soros usados no cálculo eram de animais provenientes do estado de São Paulo, então dos 74 animais, 66 eram provenientes de PMH's. Sendo assim, manteve-se o sorogrupo Australis como o mais provável nas capivaras das regiões, 47 soros reagentes, seguido por Grippytyphosa, com 6 soros reagentes e por Icterohaemorrhagiae, 5 capivaras com soros reagentes.

**Tabela 6.** Ranking dos sorogrupos mais prováveis dentro da paisagem PMH

Sorogrupo	Posição	Número de observações
Australis	1°	47/66
Grippytyphosa	2°	6/66
Icterohaemorrhagiae	3°	5/66
Ballum	4°	2/66
Hebdomadis	4°	2/66
Sejroe	4°	2/66
Autumnalis	5°	1/66
Djaisman	5°	1/66

Os animais capturados nas PN's e utilizados no estudo do sorogrupo mais provável, indicaram que os sorogrupos Australis, Ballum e Hebdomadis são os mais prováveis de entrar em contato com as capivaras do Pantanal, contudo o baixo número de capivaras utilizados (8) pode mostrar um resultado enviesado.

**Tabela 7.** Ranking dos sorogrupos mais prováveis dentro da paisagem PN

Sorogrupo	Pontuação	Número de observações
Australis	1°	2/8
Ballum	1°	2/8
Hebdomadis	1°	2/8
Canicola	2°	1/8
Icterohaemorrhagiae	2°	1/8

Conforme observado na tabela 8, os sorogrupos reagentes no estudo foram Australis, Serjoe, Autumnalis, Ballum, Batavi, Canicola, Grippytyphosa, Hebdomadis, Icterohaemorrhagiae, Panama, Shermani, Djasiman. O sorogrupo Australis apresentou reação nos animais de todas as regiões estudadas, com exceção do município de Avaré, e apresentou as maiores frequências, sendo que reagiu em 32% dos soros do município de Araras, 23% em Pirassununga, 57% na região de Ribeirão Preto e 25 % em Tatuí. Nas regiões de PN's, reagiu em 15% dos soros de capivaras capturadas no Pantanal Norte e 4% das capivaras capturadas no Pantanal Sul.

O sorogrupo Serjoe apresentou frequência elevada no município de Ribeirão Preto, com 24% dos soros de capivaras apresentando titulação de pelo menos 100. O mesmo sorogrupo reagiu também nos municípios de Avaré e Pirassununga. O sorogrupo Ballum foi o que apresentou maior frequência nas PN's, com 11% dos soros reagindo 8% no Pantanal Norte e 12% no Pantanal Sul. Nas áreas de PMH's, apresentou uma frequência de 14% nos animais que reagiram no município de Avaré. Na região do Horto Florestal, além do sorogrupo Australis, a titulação foi positiva para os sorogrupos Grippytyphosa, com frequência de 17% e Icterohaemorrhagiae, 42%, sendo a maior frequência para esse sorogrupo. O sorogrupo Hebdomadis teve maior frequência no município de Ribeirão Preto, com 24% dos animais reagindo.

A titulação realizada para cada um dos soros de capivaras reagentes apresentou variação de acordo com a paisagem, sendo que a titulação mais alta encontrada na técnica do MAT foi a 1600, ou seja, o soro foi reagente em uma diluição de 1:1600. Essa titulação foi obtida na PMH, onde os títulos variaram de 100 a 1600, indicando, para os soros com titulação maior ou igual a 800, infecção ativa nesses animais. O mesmo não ocorreu para os soros provenientes de animais capturados nas PN's, que chegaram a um título de 400 para anticorpos anti-*Leptospira*, sendo sugestivo que esses animais tinham contato com o antígeno, mas não desenvolviam a infecção.

**Tabela 8.** Resultados dos sorogrupos em porcentagem (continua)

Região	Animal	Reagente	Frequência	Australis	Sejroe	Autumnalis	Ballum	Batavia	Canicola	Cynopteri	Grippotyphosa	Hebdomadis
Americana	20	3	15%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Araras	31	10	32%	32%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Avaré	14	3	21%	0%	7%	0%	14%	0%	14%	0%	0%	7%
Horto	12	7	58%	8%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	0%
Florestal												
Pantanal	13	5	38%	15%	0%	0%	8%	0%	0%	0%	0%	15%
Norte												
Pantanal Sul	25	4	16%	4%	0%	0%	12%	0%	4%	0%	0%	0%
Piracicaba	49	4	8%	4%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	2%	0%
Pirassununga	86	29	34%	23%	3%	2%	1%	0%	0%	0%	6%	0%
Ribeirão	21	13	62%	57%	24%	10%	0%	0%	0%	0%	10%	24%
Preto												
Tatuí	32	9	28%	25%	0%	9%	0%	3%	0%	0%	0%	0%
PMH	265	78	29%	21%	3%	3%	2%	0%	1%	0%	4%	2%
PN	38	9	24%	8%	0%	0%	11%	0%	3%	0%	0%	5%
Total	303	87	29%	19%	3%	4%	3%	1%	1%	0%	3%	4%

**Tabela 8.** Resultados dos sorogrupos em porcentagem (conclusão)

Região	Animal	Reagente	Frequência	Icterohaemorrhagiae	Javanica	Panama	Pomona	Pyrogenes	Shermani	Tarassovi	Djasiman
Americana	20	3	15%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Araras	31	10	32%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Avaré	14	3	21%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Horto Florestal	12	7	58%	42%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Pantanal Norte	13	5	38%	0%	0%	0%	8%	0%	0%	0%	0%
Pantanal Sul	25	4	16%	8%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Piracicaba	49	4	8%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Pirassununga	86	29	34%	8%	0%	1%	0%	0%	5%	0%	2%
Ribeirão Preto	21	13	62%	14%	0%	5%	0%	0%	5%	0%	0%
Tatuí	32	9	28%	9%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
PMH	265	78	29%	7%	0%	1%	0%	0%	2%	0%	1%
PN	38	9	24%	5%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%
Total	303	87	29%	7%	0%	1%	0%	0%	2%	0%	1%

## 5.1 RECAPTURAS

### 5.1.1 Comparação 1ª e 2ª capturas

As recapturas apresentaram animais não reagentes para sorologia de *Leptospira* spp., animais que reagiram em apenas uma das capturas e animais reagentes em ambas, com variação ou não do título. A maior parte dos animais recapturados pertenciam a PMH's, locais onde foram feitas mais coletas devido a facilidade de acesso pela equipe.

Entre a primeira e a segunda captura foram recapturados 57 animais, dos quais 45 pertencem às PMH's, sendo que 2 animais foram recapturados em Americana, 6 em Araras, 2 no Horto Florestal de São Paulo, 11 animais recapturado em Piracicaba, 9 no município de Pirassununga, 6 em Ribeirão Preto, e 1 animal recapturado em Tatuí. Nas PN's, foram recapturados 12 animais, dos quais 9 são do Pantanal Norte e 3 do Pantanal Sul. As titulações variaram de 100 até 1600 (tabelas 9, 10, 11, 12, 13 e 14), na segunda recaptura alguns soros apresentaram títulos de 800 (sorogrupos Australis e Autumnalis) e 1600 (sorogrupo Icterohaemorrhagiae), indicando infecção ativa.

**Tabela 9.** Resultados da primeira captura – lote 1 de sorogrupos (continua)

ID	Município/Região	Paisagem	Australis	Sejroe	Autumnalis	Ballum	Batavia	Grippotyphosa
FMAM 014	Americana	PMH	100	0	0	0	0	0
FMAM 020	Americana	PMH	0	0	0	0	0	0
FMAR 002	Araras	PMH	0	0	0	0	0	0
FMAR 007	Araras	PMH	0	0	0	0	0	0
FMAR 008	Araras	PMH	0	0	0	0	0	0
FMAR 009	Araras	PMH	0	0	0	0	0	0
FMAR 019	Araras	PMH	0	0	0	0	0	0
FMAR 020	Araras	PMH	200	0	0	0	0	0
FMHF 011	Horto Florestal	PMH	0	0	0	0	0	100
FMHF 012	Horto Florestal	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPI 007	Piracicaba	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPI 008	Piracicaba	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPI 011	Piracicaba	PMH	0	0	0	0	0	0

**Tabela 9.** Resultados da primeira captura – lote 1 de sorogrupos (continua)

ID	Município/Região	Paisagem	Australis	Sejroe	Autumnalis	Ballum	Batavia	Grippotyphosa
FMPI 012	Piracicaba	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPI 013	Piracicaba	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPI 016	Piracicaba	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPI 017	Piracicaba	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPI 020	Piracicaba	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPI 023	Piracicaba	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPI 028	Piracicaba	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPI 033	Piracicaba	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPN 001	Pantanal Norte	PN	0	0	0	0	0	0
FMPN 003	Pantanal Norte	PN	0	0	0	0	0	0
FMPN 004	Pantanal Norte	PN	0	0	0	0	0	0
FMPN 007	Pantanal Norte	PN	0	0	0	100	0	0
FMPN 009	Pantanal Norte	PN	0	0	0	0	0	0
FMPN 010	Pantanal Norte	PN	100	0	0	0	0	0
FMPN 011	Pantanal Norte	PN	0	0	0	0	0	0
FMPN 012	Pantanal Norte	PN	0	0	0	0	0	0
FMPN 013	Pantanal Norte	PN	0	0	0	0	0	0
FMPR 002	Pirassununga	PMH	100	0	0	0	0	0



**Tabela 9.** Resultados da primeira captura – lote 1 de sorogrupos (continua)

ID	Município/Região	Paisagem	Australis	Sejroe	Autumnalis	Ballum	Batavia	Grippotyphosa
FMPR 003	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 006	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 008	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 010	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 012	Pirassununga	PMH	200	0	0	0	0	0
FMPR 017	Pirassununga	PMH	400	0	0	0	0	0
FMPR 020	Pirassununga	PMH	800	0	0	0	0	0
FMPR 023	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 028	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 029	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 030	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 032	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 035	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 035	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 038	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 057	Pirassununga	PMH	800	0	0	0	0	0
FMPS 016	Pantanal Sul	PN	0	0	0	0	0	0
FMPS 018	Pantanal Sul	PN	0	0	0	0	0	0
FMPS 019	Pantanal Sul	PN	0	0	0	0	0	0

**Tabela 9.** Resultados da primeira captura – lote 1 de sorogrupos (conclusão)

ID	Município/Região	Paisagem	Australis	Sejroe	Autumnalis	Ballum	Batavia	Grippotyphosa
FMRP 005	Ribeirão Preto	PMH	400	200	0	0	0	0
FMRP 006	Ribeirão Preto	PMH	400	0	0	0	0	400
FMRP 007	Ribeirão Preto	PMH	800	400	0	0	0	400
FMRP 008	Ribeirão Preto	PMH	800	0	0	0	0	0
FMRP 011	Ribeirão Preto	PMH	0	0	0	0	0	0
FMRP 014	Ribeirão Preto	PMH	0	0	0	0	0	0
FMTA 029	Tatuí	PMH	100	0	0	0	0	0

**Tabela 10.** Resultados da primeira captura – lote 2 de sorogrupos (continua)

ID	Município/Região	Paisagem	Hebdomadis	Icterohaemorrhagiae	Panama	Pomona	Shermani	Djasiman
FMAM 014	Americana	PMH	0	0	0	0	0	0
FMAM 020	Americana	PMH	0	0	0	0	0	0
FMAR 002	Araras	PMH	0	0	0	0	0	0
FMAR 007	Araras	PMH	0	0	0	0	0	0
FMAR 008	Araras	PMH	0	0	0	0	0	0
FMAR 009	Araras	PMH	0	0	0	0	0	0
FMAR 019	Araras	PMH	0	0	0	0	0	0
FMAR 020	Araras	PMH	0	0	0	0	0	0
FMHF 011	Horto Florestal	PMH	0	0	0	0	0	0
FMHF 012	Horto Florestal	PMH	0	200	0	0	0	0
FMPI 007	Piracicaba	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPI 008	Piracicaba	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPI 011	Piracicaba	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPI 012	Piracicaba	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPI 013	Piracicaba	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPI 016	Piracicaba	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPI 017	Piracicaba	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPI 020	Piracicaba	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPI 023	Piracicaba	PMH	0	0	0	0	0	0

Tabela 9. Resultados da primeira captura – lote 2 de sorogrupos (continua)

ID	Município/Região	Paisagem	Hebdomadis	Icterohaemorrhagiae	Panama	Pomona	Shermani	Djasiman
FMPI 028	Piracicaba	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPI 033	Piracicaba	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPN 001	Pantanal Norte	PN	100	0	0	0	0	0
FMPN 003	Pantanal Norte	PN	0	0	0	0	0	0
FMPN 004	Pantanal Norte	PN	0	0	0	0	0	0
FMPN 007	Pantanal Norte	PN	0	0	0	100	0	0
FMPN 009	Pantanal Norte	PN	0	0	0	0	0	0
FMPN 010	Pantanal Norte	PN	0	0	0	0	0	0
FMPN 011	Pantanal Norte	PN	0	0	0	0	0	0
FMPN 012	Pantanal Norte	PN	0	0	0	0	0	0
FMPN 013	Pantanal Norte	PN	0	0	0	0	0	0
FMPR 002	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 003	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 006	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 008	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 010	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 012	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 017	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	100	0
FMPR 020	Pirassununga	PMH	0	200	0	0	0	0

**Tabela 10.** Resultados da primeira captura – lote 2 de sorogrupos (conclusão)

ID	Município/Região	Paisagem	Hebdomadis	Icterohaemorrhagiae	Panama	Pomona	Shermani	Djasiman
FMPR 023	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 028	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 029	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 030	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 032	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 035	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 035	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 038	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 057	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPS 016	Pantanal Sul	PN	0	0	0	0	0	0
FMPS 018	Pantanal Sul	PN	0	0	0	0	0	0
FMPS 019	Pantanal Sul	PN	0	0	0	0	0	0
FMRP 005	Ribeirão Preto	PMH	200	0	0	0	0	0
FMRP 006	Ribeirão Preto	PMH	0	0	0	0	0	0
FMRP 007	Ribeirão Preto	PMH	400	0	400	0	0	0
FMRP 008	Ribeirão Preto	PMH	0	100	0	0	100	0
FMRP 011	Ribeirão Preto	PMH	0	0	0	0	0	0
FMRP 014	Ribeirão Preto	PMH	0	0	0	0	0	0
FMTA 029	Tatuí	PMH	0	0	0	0	0	0















Seguindo as classificações para as recapturas, entre a primeira e a segunda captura três comparações de títulos foram classificadas como “Manteve” para os sorogrupos Australis, Hebdomadis e Icterohaemorrhagiae. Vinte e três classificadas como “Indefinido”, para os sorogrupos Australis (7), Sejroe (5), Autumnalis (2), Ballum (1), Batavia (1), Grippytyphosa (3), Hebdomadis (1), Icterohaemohagiae (2) e Shermani (1). As sorologias que se mostram “Recuperando” foram cinco, nos sorogrupos Australis (4) e Grippytyphosa (1). O estudo obteve vinte comparações nas quais os animais conseguiram resolver o contato com a bactéria, sendo classificadas como “Resolveu”, apresentando sorologia não reagente na segunda captura, essa resolução ocorreu para os sorogrupos Australis (7), Sejroe (2), Ballum (1), Grippytyphosa (2), Hebdomadis (2), Icterohaemorrhagiae (2), Panama (1), Pomona (1), Shermani (2). Por fim, para a segunda captura em comparação com a primeira, doze sorologias apresentaram evolução para “Infecção”, as infecções foram constatadas para os seguintes sorogrupos: Australis (6), Autumnalis (1), Grippytyphosa (1), Hebdomadis (1), Icterohaemorrhagiae (2), Shermani (1). Os resultados estão descritos conforme as tabelas e o gráfico.

**Tabela 13.** Diferença entre a primeira e a segunda capturas – lote 1 de sorogrupos (continua)

ID	Município/Região	Paisagem	Australis	Sejroe	Autumnalis	Ballum	Batavia	Grippotyphosa
FMAM 014	Americana	PMH	Resolveu	-	-	-	-	-
FMAM 020	Americana	PMH	-	-	-	-	-	-
FMAR 002	Araras	PMH	-	-	-	-	Indefinido	-
FMAR 007	Araras	PMH	-	-	-	-	-	-
FMAR 008	Araras	PMH	-	-	-	-	-	-
FMAR 009	Araras	PMH	Indefinido	-	-	-	-	-
FMAR 019	Araras	PMH	-	-	-	-	-	-
FMAR 020	Araras	PMH	Recuperando	-	-	-	-	-
FMHF 011	Horto Florestal	PMH	-	-	-	-	-	Resolveu
FMHF 012	Horto Florestal	PMH	Indefinido	-	-	-	-	-
FMPI 007	Piracicaba	PMH	-	-	-	-	-	-
FMPI 008	Piracicaba	PMH	-	-	-	-	-	-
FMPI 011	Piracicaba	PMH	-	-	-	-	-	-
FMPI 012	Piracicaba	PMH	-	-	-	-	-	-
FMPI 013	Piracicaba	PMH	-	-	-	-	-	-
FMPI 016	Piracicaba	PMH	-	-	-	-	-	-
FMPI 017	Piracicaba	PMH	-	-	-	-	-	-
FMPI 020	Piracicaba	PMH	-	-	-	-	-	-
FMPI 023	Piracicaba	PMH	Indefinido	-	-	-	-	-

**Tabela 13.** Diferença entre a primeira e a segunda capturas – lote 1 de sorogrupos (continua)

ID	Município/Região	Paisagem	Australis	Sejroe	Autumnalis	Ballum	Batavia	Grippotyphosa
FMPI 028	Piracicaba	PMH	Indefinido	-	-	-	-	Indefinido
FMPI 033	Piracicaba	PMH	-	-	-	-	-	-
FMPN 001	Pantanal Norte	PN	-	-	-	-	-	-
FMPN 003	Pantanal Norte	PN	-	-	-	-	-	-
FMPN 004	Pantanal Norte	PN	-	-	-	-	-	-
FMPN 007	Pantanal Norte	PN	Indefinido	-	-	Resolveu	-	-
FMPN 009	Pantanal Norte	PN	-	-	-	-	-	-
FMPN 010	Pantanal Norte	PN	Resolveu	-	-	-	-	-
FMPN 011	Pantanal Norte	PN	-	-	-	-	-	-
FMPN 012	Pantanal Norte	PN	-	-	-	-	-	-
FMPN 013	Pantanal Norte	PN	-	-	-	-	-	-
FMPR 002	Pirassununga	PMH	Resolveu	-	Infecção	-	-	Infecção
FMPR 003	Pirassununga	PMH	Infecção	-	-	-	-	-
FMPR 006	Pirassununga	PMH	-	-	-	-	-	-
FMPR 008	Pirassununga	PMH	Infecção	-	-	-	-	-
FMPR 010	Pirassununga	PMH	-	-	-	-	-	-
FMPR 012	Pirassununga	PMH	Resolveu	-	-	-	-	-
FMPR 017	Pirassununga	PMH	Indefinido	-	-	-	-	-
FMPR 020	Pirassununga	PMH	Resolveu	-	-	-	-	-
FMPR 023	Pirassununga	PMH	-	-	-	-	-	-

**Tabela 13.** Diferença entre a primeira e a segunda capturas – lote 1 de sorogrupos (conclusão)

ID	Município/Região	Paisagem	Australis	Sejroe	Autumnalis	Ballum	Batavia	Grippotyphosa
FMPR 028	Pirassununga	PMH	Infecção	-	-	-	-	-
FMPR 029	Pirassununga	PMH	Indefinido	-	-	-	-	-
FMPR 030	Pirassununga	PMH	-	-	-	-	-	-
FMPR 032	Pirassununga	PMH	Infecção	Indefinido	-	-	-	-
FMPR 035	Pirassununga	PMH	-	Indefinido	-	Indefinido	-	Indefinido
FMPR 035	Pirassununga	PMH	Infecção	Indefinido	Indefinido	-	-	-
FMPR 038	Pirassununga	PMH	-	-	-	-	-	-
FMPR 057	Pirassununga	PMH	Resolveu	-	-	-	-	-
FMPS 016	Pantanal Sul	PN	-	-	-	-	-	-
FMPS 018	Pantanal Sul	PN	-	-	-	-	-	-
FMPS 019	Pantanal Sul	PN	-	-	-	-	-	-
FMRP 005	Ribeirão Preto	PMH	Recuperando	Resolveu	-	-	-	-
FMRP 006	Ribeirão Preto	PMH	Manteve	Indefinido	-	-	-	Resolveu
FMRP 007	Ribeirão Preto	PMH	Recuperando	Resolveu	-	-	-	Recuperando
FMRP 008	Ribeirão Preto	PMH	Recuperando	Indefinido	-	-	-	Indefinido
FMRP 011	Ribeirão Preto	PMH	Infecção	-	Indefinido	-	-	-
FMRP 014	Ribeirão Preto	PMH	-	-	-	-	-	-
FMTA 029	Tatuí	PMH	Resolveu	-	-	-	-	-

**Tabela 14.** Diferença entre a primeira e a segunda capturas – lote 2 de sorogrupos (continua)

ID	Município/Região	Paisagem	Hebdomadis	Icterohaemorrhagiae	Panama	Pomona	Shermani	Djasiman
FMAM 014	Americana	PMH	-	-	-	-	-	-
FMAM 020	Americana	PMH	-	-	-	-	-	-
FMAR 002	Araras	PMH	-	-	-	-	-	-
FMAR 007	Araras	PMH	-	-	-	-	-	-
FMAR 008	Araras	PMH	-	-	-	-	-	-
FMAR 009	Araras	PMH	-	-	-	-	-	-
FMAR 019	Araras	PMH	-	-	-	-	-	-
FMAR 020	Araras	PMH	-	-	-	-	-	-
FMHF 011	Horto Florestal	PMH	-	-	-	-	-	-
FMHF 012	Horto Florestal	PMH	-	Manteve	-	-	-	-
FMPI 007	Piracicaba	PMH	-	-	-	-	-	-
FMPI 008	Piracicaba	PMH	-	-	-	-	-	-
FMPI 011	Piracicaba	PMH	-	-	-	-	-	-
FMPI 012	Piracicaba	PMH	-	-	-	-	-	-
FMPI 013	Piracicaba	PMH	-	-	-	-	-	-
FMPI 016	Piracicaba	PMH	-	-	-	-	-	-
FMPI 017	Piracicaba	PMH	-	-	-	-	-	-
FMPI 020	Piracicaba	PMH	-	-	-	-	-	-
FMPI 023	Piracicaba	PMH	-	-	-	-	-	-



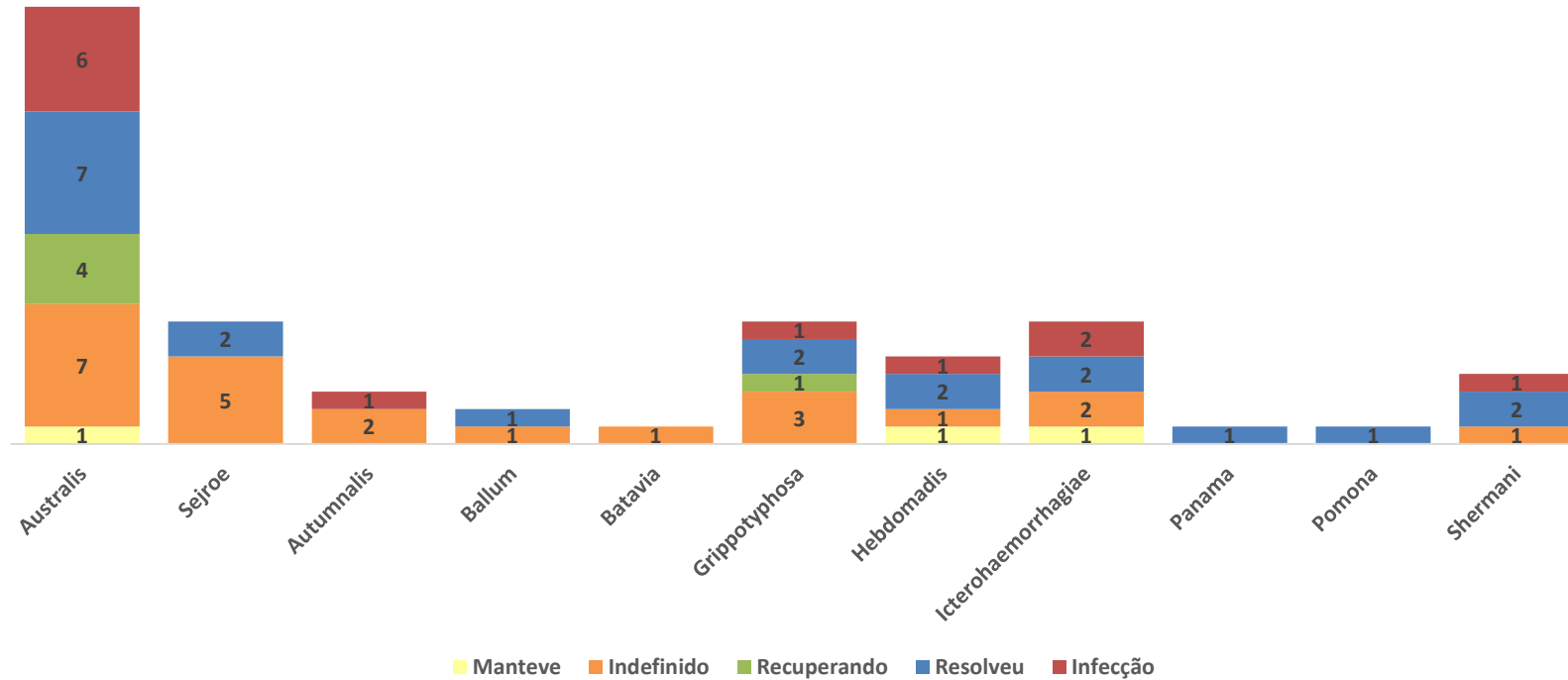
**Tabela 14.** Diferença entre a primeira e a segunda capturas – lote 2 de sorogrupos (continua)

ID	Município/Região	Paisagem	Hebdomadis	Icterohaemorrhagiae	Panama	Pomona	Shermani	Djasiman
FMPI 028	Piracicaba	PMH	-	-	-	-	-	-
FMPI 033	Piracicaba	PMH	-	-	-	-	-	-
FMPN 001	Pantanal Norte	PN	Manteve	-	-	-	-	-
FMPN 003	Pantanal Norte	PN	-	-	-	-	-	-
FMPN 004	Pantanal Norte	PN	-	-	-	-	-	-
FMPN 007	Pantanal Norte	PN	-	-	-	Resolveu	-	-
FMPN 009	Pantanal Norte	PN	-	-	-	-	-	-
FMPN 010	Pantanal Norte	PN	-	-	-	-	-	-
FMPN 011	Pantanal Norte	PN	-	-	-	-	-	-
FMPN 012	Pantanal Norte	PN	-	-	-	-	-	-
FMPN 013	Pantanal Norte	PN	-	-	-	-	-	-
FMPR 002	Pirassununga	PMH	-	Infecção	-	-	Infecção	-
FMPR 003	Pirassununga	PMH	-	-	-	-	-	-
FMPR 006	Pirassununga	PMH	-	-	-	-	-	-
FMPR 008	Pirassununga	PMH	-	Infecção	-	-	-	-
FMPR 010	Pirassununga	PMH	-	-	-	-	-	-
FMPR 012	Pirassununga	PMH	-	-	-	-	-	-
FMPR 017	Pirassununga	PMH	-	-	-	-	Resolveu	-
FMPR 020	Pirassununga	PMH	-	Resolveu	-	-	-	-

**Tabela 14.** Diferença entre a primeira e a segunda capturas – lote 2 de sorogrupos (conclusão)

ID	Município/Região	Paisagem	Hebdomadis	Icterohaemorrhagiae	Panama	Pomona	Shermani	Djasiman
FMPR 023	Pirassununga	PMH	-	-	-	-	-	-
FMPR 028	Pirassununga	PMH	-	-	-	-	-	-
FMPR 029	Pirassununga	PMH	-	-	-	-	-	-
FMPR 030	Pirassununga	PMH	-	-	-	-	-	-
FMPR 032	Pirassununga	PMH	-	Indefinido	-	-	-	-
FMPR 035	Pirassununga	PMH	-	-	-	-	-	-
FMPR 035	Pirassununga	PMH	-	-	-	-	-	-
FMPR 038	Pirassununga	PMH	-	-	-	-	-	-
FMPR 057	Pirassununga	PMH	-	-	-	-	-	-
FMPS 016	Pantanal Sul	PN	-	-	-	-	-	-
FMPS 018	Pantanal Sul	PN	-	-	-	-	-	-
FMPS 019	Pantanal Sul	PN	-	-	-	-	-	-
FMRP 005	Ribeirão Preto	PMH	Resolveu	-	-	-	-	-
FMRP 006	Ribeirão Preto	PMH	Infecção	-	-	-	-	-
FMRP 007	Ribeirão Preto	PMH	Resolveu	-	Resolveu	-	-	-
FMRP 008	Ribeirão Preto	PMH	Indefinido	Resolveu	-	-	Resolveu	-
FMRP 011	Ribeirão Preto	PMH	-	Indefinido	-	-	Indefinido	-
FMRP 014	Ribeirão Preto	PMH	-	-	-	-	-	-
FMTA 029	Tatuí	PMH	-	-	-	-	-	-

**Figura 3.** Diferença entre a primeira e a segunda capturas  
**1ª captura vs 2ª captura**



Fonte: Autoria própria

### 5.1.2 Comparação 2ª e 3ª recapturas

A terceira captura obteve 17 animais, nas PN's foram recapturadas 6 capivaras, sendo que o Pantanal Norte teve cinco recapturas e o Pantanal Sul, uma. No estado de São Paulo foram recapturadas 11 capivaras, sendo uma no Horto Florestal de São Paulo, quatro em Piracicaba e seis em Pirassununga. Os títulos na terceira captura variaram de 100 a 800. Conforme mostram as tabelas.

**Tabela 15.** Resultados da segunda captura (continua)

ID	Município/Região	Paisagem	Australis	Sejroe	Autumnalis	Ballum	Batavia	Grippotyphosa
FMHF 011	Horto Florestal	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPI 007	Piracicaba	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPI 011	Piracicaba	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPI 012	Piracicaba	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPI 033	Piracicaba	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPN 001	Pantanal Norte	PN	0	0	0	0	0	0
FMPN 003	Pantanal Norte	PN	0	0	0	0	0	0
FMPN 007	Pantanal Norte	PN	100	0	0	0	0	0
FMPN 010	Pantanal Norte	PN	0	0	0	0	0	0
FMPN 011	Pantanal Norte	PN	0	0	0	0	0	0
FMPR 006	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 008	Pirassununga	PMH	800	0	0	0	0	0
FMPR 010	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 012	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 032	Pirassununga	PMH	400	200	0	0	0	0
FMPR 057	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPS 018	Pantanal Sul	PN	0	0	0	0	0	0

Tabela 15. Resultados da segunda captura (conclusão)

ID	Município/Região	Paisagem	Hebdomadis	Icterohaemorrhagiae	Panama	Pomona	Shermani	Djasiman
FMHF 011	Horto Florestal	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPI 007	Piracicaba	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPI 011	Piracicaba	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPI 012	Piracicaba	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPI 033	Piracicaba	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPN 001	Pantanal Norte	PN	100	0	0	0	0	0
FMPN 003	Pantanal Norte	PN	0	0	0	0	0	0
FMPN 007	Pantanal Norte	PN	0	0	0	0	0	0
FMPN 010	Pantanal Norte	PN	0	0	0	0	0	0
FMPN 011	Pantanal Norte	PN	0	0	0	0	0	0
FMPR 006	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 008	Pirassununga	PMH	0	400	0	0	0	0
FMPR 010	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 012	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 032	Pirassununga	PMH	0	100	0	0	0	0
FMPR 057	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPS 018	Pantanal Sul	PN	0	0	0	0	0	0

**Tabela 16.** Resultados da terceira captura (continua)

ID	Município/Região	Paisagem	Australis	Sejroe	Autumnalis	Ballum	Batavia	Grippotyphosa
FMHF 011	Horto Florestal	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPI 007	Piracicaba	PMH	200	0	0	0	0	0
FMPI 011	Piracicaba	PMH	100	0	0	100	0	100
FMPI 012	Piracicaba	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPI 033	Piracicaba	PMH	100	0	0	0	0	0
FMPN 001	Pantanal Norte	PN	0	100	0	0	0	200
FMPN 003	Pantanal Norte	PN	0	0	0	0	0	0
FMPN 007	Pantanal Norte	PN	0	0	0	200	0	0
FMPN 010	Pantanal Norte	PN	100	0	0	0	0	0
FMPN 011	Pantanal Norte	PN	0	0	0	0	0	0
FMPR 006	Pirassununga	PMH	200	0	0	0	0	0
FMPR 008	Pirassununga	PMH	100	0	0	0	0	0
FMPR 010	Pirassununga	PMH	400	200	100	0	0	0
FMPR 012	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 032	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 057	Pirassununga	PMH	800	0	0	0	0	0
FMPS 018	Pantanal Sul	PN	0	0	0	0	0	0

**Tabela 16.** Resultados da terceira captura (conclusão)

ID	Município/Região	Paisagem	Hebdomadis	Icterohaemorrhagiae	Panama	Pomona	Shermani	Djasiman
FMHF 011	Horto Florestal	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPI 007	Piracicaba	PMH	0	0	200	0	0	0
FMPI 011	Piracicaba	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPI 012	Piracicaba	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPI 033	Piracicaba	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPN 001	Pantanal Norte	PN	400	0	0	0	0	0
FMPN 003	Pantanal Norte	PN	0	0	0	0	0	0
FMPN 007	Pantanal Norte	PN	0	100	0	200	0	100
FMPN 010	Pantanal Norte	PN	0	0	0	0	0	0
FMPN 011	Pantanal Norte	PN	0	0	0	0	0	0
FMPR 006	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 008	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 010	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 012	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 032	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPR 057	Pirassununga	PMH	0	0	0	0	0	0
FMPS 018	Pantanal Sul	PN	0	0	0	0	0	0

O sorogrupo Australis foi o que apresentou maior número de reagentes na terceira captura, sendo que foi o único sorogrupo que apresentou duas classificações de “Infecção”, uma com titulação de 800 e outra com titulação de 400, mas que na segunda captura não era reagente, e também somente esse sorogrupo apresentou um animal “Recuperando”. As 5 comparações que foram classificadas como “Resolveu” tiveram a sorologia

não reagente na terceira captura para os sorogrupos Australis (2), Sejroe (1) e Icterohaemorrhagiae (2). Como “Indefinido” foram classificadas 17 titulações, com todos os sorogrupos apresentando ao menos uma vez. Estes resultados estão demonstrados graficamente e nas tabelas.

**Tabela 17.** Diferença entre a segunda e a terceira capturas (continua)

ID	Município/Região	Paisagem	Australis	Sejroe	Autumnalis	Ballum	Grippotyphosa
FMHF 011	Horto Florestal	PMH	-	-	-	-	-
FMPI 007	Piracicaba	PMH	Indefinido	-	-	-	-
FMPI 011	Piracicaba	PMH	Indefinido	-	-	Indefinido	Indefinido
FMPI 012	Piracicaba	PMH	-	-	-	-	-
FMPI 033	Piracicaba	PMH	Indefinido	-	-	-	-
FMPN 001	Pantanal Norte	PN	-	Indefinido	-	-	Indefinido
FMPN 003	Pantanal Norte	PN	-	-	-	-	-
FMPN 007	Pantanal Norte	PN	Resolveu	-	-	Indefinido	-
FMPN 010	Pantanal Norte	PN	Indefinido	-	-	-	-
FMPN 011	Pantanal Norte	PN	-	-	-	-	-
FMPR 006	Pirassununga	PMH	Indefinido	-	-	-	-
FMPR 008	Pirassununga	PMH	Recuperando	-	-	-	-
FMPR 010	Pirassununga	PMH	Infecção	Indefinido	Indefinido	-	-
FMPR 012	Pirassununga	PMH	-	-	-	-	-
FMPR 032	Pirassununga	PMH	Resolveu	Resolveu	-	-	-
FMPR 057	Pirassununga	PMH	Infecção	-	-	-	-
FMPS 018	Pantanal Sul	PN	-	-	-	-	-

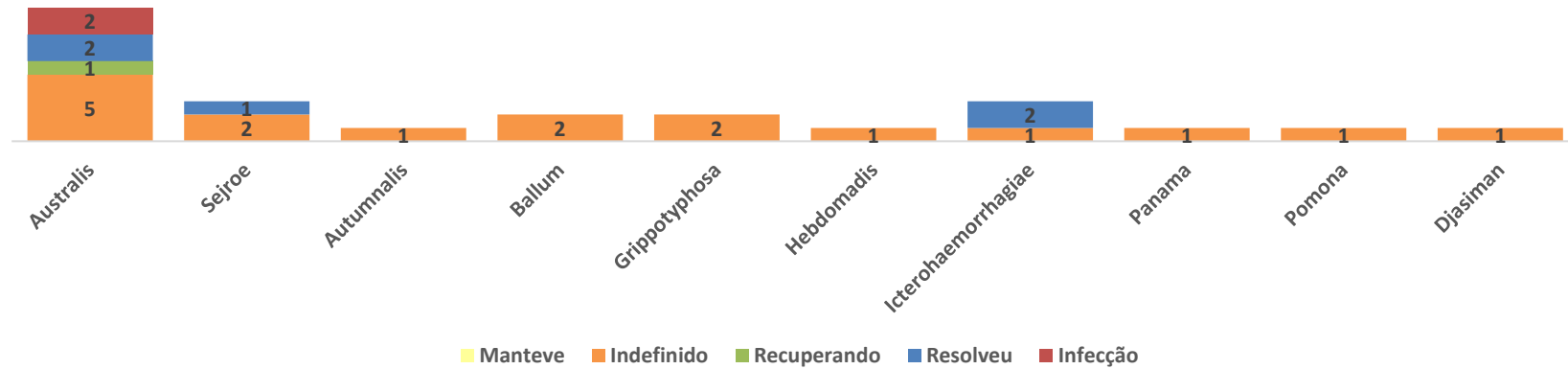


**Tabela 17.** Diferença entre a segunda e a terceira capturas (conclusão)

ID	Município/Região	Paisagem	Hebdomadis	Icterohaemorrhagiae	Panama	Pomona	Djasiman
FMHF 011	Horto Florestal	PMH	-	-	-	-	-
FMPI 007	Piracicaba	PMH	-	-	Indefinido	-	-
FMPI 011	Piracicaba	PMH	-	-	-	-	-
FMPI 012	Piracicaba	PMH	-	-	-	-	-
FMPI 033	Piracicaba	PMH	-	-	-	-	-
FMPN 001	Pantanal Norte	PN	Indefinido	-	-	-	-
FMPN 003	Pantanal Norte	PN	-	-	-	-	-
FMPN 007	Pantanal Norte	PN	-	Indefinido	-	Indefinido	Indefinido
FMPN 010	Pantanal Norte	PN	-	-	-	-	-
FMPN 011	Pantanal Norte	PN	-	-	-	-	-
FMPR 006	Pirassununga	PMH	-	-	-	-	-
FMPR 008	Pirassununga	PMH	-	Resolveu	-	-	-
FMPR 010	Pirassununga	PMH	-	-	-	-	-
FMPR 012	Pirassununga	PMH	-	-	-	-	-
FMPR 032	Pirassununga	PMH	-	Resolveu	-	-	-
FMPR 057	Pirassununga	PMH	-	-	-	-	-
FMPN 018	Pantanal Sul	PN	-	-	-	-	-

**Figura 4.** Diferença entre a segunda e a terceira capturas

**2ª captura vs 3ª captura**



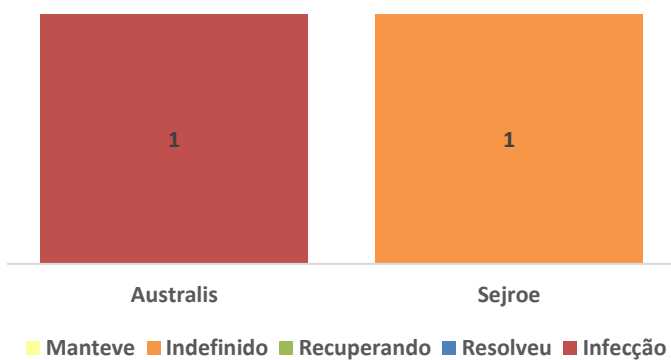
Fonte: Autoria própria

A quarta captura obteve somente duas capivaras, uma no Pantanal Norte (PN) e outra em Pirassununga (PMH), o animal do Pantanal Norte teve sorologia não reagente para todos os sorogrupos, como havia acontecido na terceira recaptura, portanto, esse animal não entrou em contato novamente com a *Leptospira* spp. A capivara capturada em Pirassununga apresentou sorologia reagente para o sorogrupo Australis e o sorogrupo Sejroe, sendo que para Australis foi classificada como “Infecção” e para o sorogrupo Sejroe classificado como “Indefinido”.



**Tabela 20.** Diferença entre a terceira e a quarta capturas

ID	Município/Região	Paisagem	Australis	Sejroe
FMPN 003	Pantanal Norte	PN	-	-
FMPR 032	Pirassununga	PMH	Infecção	Indefinido

**Figura 5.** Diferença entre a terceira e a quarta capturas**3ª captura vs 4ª captura**

Fonte: Autoria própria

## 6 DISCUSSÃO

As capivaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*) apresentam grande distribuição na América do Sul, com grande impacto em regiões antropogênicas. São consideradas reservatórios para *Leptospira*, por residirem em áreas de alta abundância de água, importante para transmissão do patógeno (EMMONS; FEER, 1997). Além disso, muitas paisagens modificadas pelo homem no sudeste do Brasil vivenciam expansão horizontal e vertical das populações de capivaras nas últimas décadas devido ao grande suprimento de alimentos (BENATTI, 2021). A leptospirose continua sendo um importante problema de saúde pública em muitos países em desenvolvimento, mesmo um século após a descoberta o agente causador. Ainda, é esperado que se torne mais importante devido à rápida urbanização nos países em desenvolvimento, aquecimento e eventos climáticos extremos (PICARDEAU, 2013b).

Nesse sentido, a avaliação de sorogrupos em capivaras que vivem em áreas urbanas e a comparação com os sorogrupos em paisagens naturais é de significativa importância tendo em vista que a leptospirose humana geralmente é decorrente de sorovares mantidos pelas populações animais de uma região. A grande importância em conhecer os sorogrupos de *Leptospira* predominantes circulando em uma população é a contribuição para elucidar a cadeia epidemiológica da doença, o que influencia na adoção de medidas para um controle efetivo (GUEDES et al., 2021).

O teste de aglutinação microscópica (MAT) é considerado referência no diagnóstico sorológico da leptospirose, principalmente para estudos epidemiológicos, pois é capaz de testar diversos sorovares que representam diferentes sorogrupos ao mesmo tempo. O teste fornece uma riqueza de informações, embora seja necessário interpretar os resultados corretamente, refinando os dados e reduzindo a ocorrência de reações cruzadas entre sorogrupos (GUEDES et al., 2021). Portanto, o presente estudo buscou, através desta técnica, prever o sorogrupo infectante mais provável de *Leptospira* em animais capturados em paisagens naturais e em paisagens modificadas pelo homem.

Os resultados da captura do presente estudo demonstraram uma frequência total de soros reagentes de 29%, sendo o sorogrupo Australis o mais frequente, estudo com capivaras da região oeste na Amazônia, em áreas rurais e periurbanas, mostrou uma alta frequência de soros reativos (43,9%), demonstrando que as capivaras são infectadas massivamente por leptospirose (Albuquerque et al, 2017). Nas PMH's, os resultados foram próximos do ranking geral considerando que a maior parte dos soros eram provenientes do estado de SP, sendo assim

nesse tipo de paisagem houve 29% de soros reagentes, sendo também o sorogrupo Australis observado com uma frequência significativamente maior. Porém nas PN's, houve 24% de frequência e o sorogrupo mais frequente foi o Ballum, além dos sorogrupos Australis e Hebdomadis, porém o baixo número de animais representativos dessa paisagem torna o resultado pouco acurado. O achado do sorogrupo Australis corrobora com os resultados de Silva et al., 2009, que encontrou altos títulos do sorogrupo Australis em capivaras criadas em cativeiros no sul do país, contudo, o estudo de Albuquerque et al, 2017, na região norte do país, teve como destaque os sorogrupos Grippytyphosa e Shermani.

No *ranking* geral, o sorogrupo mais provável foi o Australis (49 de 74 soros), o qual apresentou reação nos animais de todas as regiões estudadas, exceto Avaré. A seguir, foram observadas frequências elevadas dos sorogrupos Grippytyphosa e Icterohaemorrhagiae (6 soros reagentes cada), especialmente na região do Horto Florestal. Por último, destacaram-se os sorogrupos Serjoe e Hebdomadis (4 soros reagentes cada), com frequências elevadas especialmente em Ribeirão Preto. Esses resultados são semelhantes ao observado por Tonin et al. (2018), que avaliaram 172 amostras de soro de animais capturados no município de Itu (SP) e observaram maior prevalência para o sorogrupo Serjoe e Icterohaemorrhagiae.

Em relação ao sorogrupo Australis, tradicionalmente considera-se os suínos como as principais espécies hospedeiras de um dos seus sorovares (Brastilava) (STRUTZBERG-MINDER, K.S.; KREIENBROCK, 2011). Este sorogrupo também é patogênico para a espécie suína, embora os animais apresentem baixa resposta sorológica e sinais clínicos leves. O primeiro isolamento de uma cepa de *Leptospira interrogans* sorogrupo Australis de suínos no Brasil foi recentemente descrito (MORENO et al., 2017).

O sorogrupo Grippytyphosa foi identificado no estudo de Moreno et al. (2016) em cepas isoladas de rins de capivara no Estado de São Paulo, destacando a importância de roedores silvestres e sinantrópicos como portadores de leptospiros patogênicos. O sorogrupo Icterohaemorrhagie, considerado o mais frequente em infecções humanas (PICARDEAU, 2013a), também apresenta os roedores como seus principais reservatórios. Em suínos, assim como o Grippytyphosa, o sorogrupo Icterohaemorrhagie está associado com doenças graves e altos títulos de anticorpos (MORENO et al., 2017).

O sorogrupo Serjoe é comumente encontrado em produções animais de ruminantes e associado com relatos que demonstram alto grau de adaptação entre esse sorogrupo e camundongos domésticos (*Mus musculus*) (TONIN et al., 2018). Da mesma forma, o sorogrupo Hebdomadis é associado com bovinos, sendo demonstrado risco potencial para pessoas com contato ocupacional com esta espécie. Foram observados elevados títulos de anticorpos séricos

em um rebanho leiteiro, ocasionando dois casos de leptospirose em humanos (MILNER et al., 1980). O sorogrupo Ballum, por sua vez, foi descrito no século passado associado com morte fetal em bovinos (RIEDEMANN; LEAL; ZAMORA, 1986) e é amplamente descrita a importância de roedores como reservatório desse sorogrupo (CILIA et al., 2021).

Sendo assim, considerando a ausência de hospedeiros naturais para o principal sorogrupo obtido neste estudo, Australis, bem como para os sorogrupos Sejroe e Hebdomadis, a informação sorológica obtida nos resultados do presente estudo confirma que capivaras podem ser bons hospedeiros para leptospiras. Nesse sentido, é possível afirmar que capivaras podem atuar como importantes sujeitos epidemiológicos na disseminação da doença e na contaminação de seres humanos.

Os resultados da titulação apresentaram variação de acordo com a paisagem, sendo que a titulação mais alta encontrada na técnica do MAT foi a 1600 obtida na PMH, onde os títulos variaram de 100 a 1600, indicando, para os soros com titulação maior ou igual a 800, infecção ativa nesses animais. O mesmo não ocorreu para os soros provenientes de animais capturados nas PN's, que chegaram a um título de 400 para anticorpos anti-*Leptospira*, sendo sugestivo que esses animais tinham contato com o antígeno, mas não desenvolviam a infecção, titulações próximas foram encontradas na região amazônica, com titulações baixas (0 a 400), demonstrando, segundo Albuquerque et al, 2017, que as capivaras, assim como o *Rattus norvegicus*, podem ser reservatórios e disseminadores de leptospirose. Em infecção experimental com o sorovar Pomona, as capivaras tiveram uma titulação máxima de 3200 após a infecção, valor próximo ao obtido no estudo com os animais capturados (Marvulo et al, 2009). Tais resultados demonstram a necessidade de estudos posteriores para a realização de comparações mais acuradas entre titulações de animais capturados em paisagens naturais contra animais capturados em paisagens modificadas pelo homem, a fim de elucidar os possíveis mecanismos da cadeia epidemiológica da doença e propor medidas de controle de alta efetividade.

## 7 CONCLUSÕES

Com base em nossos resultados, foi possível observar uma soroprevalência significativa de sorovares pertencentes ao sorogrupo Australis, especialmente em regiões antropizadas. Sendo assim, considerando a ausência de hospedeiro natural no principal sorogrupo encontrado, o presente levantamento sorológico indica que as capivaras são capazes de manter esses sorogrupos no ambiente, confirmando que capivaras que vivem em área urbana podem

representar um fator de risco para leptospirose para a população humana eventualmente exposta.



## REFERÊNCIAS

- ABELA-RIDDER, B.; SIKKEMA, R.; HARTSKEERL, R. A. Estimating the burden of human leptospirosis. **International Journal of Antimicrobial Agents**, v. 36, n. SUPPL. 1, p. S5–S7, 2010.
- ADLER, B.; DE LA PEÑA MOCTEZUMA, A. Leptospira and leptospirosis. **Veterinary microbiology**, v. 140, n. 3–4, p. 287–296, 27 jan. 2010.
- ADLER, H. et al. Prevalence of Leptospira spp. in various species of small mammals caught in an inner-city area in Switzerland. **Epidemiology and infection**, v. 128, n. 1, p. 107–109, 2002.
- ALBUQUERQUE, N. F.; MARTINS, G.; MEDEIROS, L.; LILENBAUM, W.; RIBEIRO, V. The role of capybaras as carriers of leptospire in periurban and rural areas in the western Amazon. **Acta Tropica**, v. 169, p. 57–61, 2017.
- BENATTI, H. R. Comparison of morphometric patterns and blood biochemistry in capybaras ( *Hydrochoerus hydrochaeris* ) of human-modified landscapes and natural landscapes. 2020.
- BHARTI, A. R. et al. Leptospirosis: a zoonotic disease of global importance. **The Lancet. Infectious diseases**, v. 3, n. 12, p. 757–771, 2003.
- BROMLEY, D. B.; CHARON, N. W. Axial filament involvement in the motility of Leptospira interrogans. **Journal of Bacteriology**, v. 137, n. 3, p. 1406, 1979.
- CILIA, G. et al. Insight into the Epidemiology of Leptospirosis: A Review of Leptospira Isolations from “Unconventional” Hosts. **Animals : an Open Access Journal from MDPI**, v. 11, n. 1, p. 1–16, 1 jan. 2021.
- COSTA, F. et al. Global Morbidity and Mortality of Leptospirosis: A Systematic Review. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 9, n. 9, p. e0003898, 17 set. 2015.
- DA SILVA YANG, S. G. N. et al. Molecular and serological detection of Leishmania infantum, Toxoplasma gondii, and Leptospira spp. in free-ranging capybaras (Hydrochoerus hydrochaeris) from the Atlantic Forest. **European Journal of Wildlife Research**, v. 67, n. 1, 2021.
- DASZAK, P.; CUNNINGHAM, A. A.; HYATT, A. D. Emerging infectious diseases of wildlife--threats to biodiversity and human health. **Science (New York, N.Y.)**, v. 287, n. 5452, p. 443–449, 21 jan. 2000.
- DE ALBUQUERQUE, N. F. et al. The role of capybaras as carriers of leptospire in periurban and rural areas in the western Amazon. **Acta Tropica**, v. 169, p. 57–61, 2017.
- DE FRIES, R.S., UDEL, T. K. R., RIARTE, M.U.; HANSEN, M. C. Deforestation driven by urban population growth and agricultural trade in the twenty-first century. **Nature Geoscience**,

v. 3, p. 178–181, 2010.

ELLIS, W. A. Animal leptospirosis. **Current topics in microbiology and immunology**, v. 387, p. 99–137, 2015.

EMMONS, L.; FEER, F. Neotropical rainforest mammals : a field guide. p. 307, 1997.

FAINE, S, ADLER, B, BOLIN, C, PEROLAT, P. *Leptospira* and Leptospirosis. **Medisci Press 2nd Edition**, 1999.

GALLANA, M. et al. Climate change and infectious diseases of wildlife: Altered interactions between pathogens, vectors and hosts. **Current Zoology**, v. 59, n. 3, p. 427–437, 1 jun. 2013.

GANOZA, C. A. et al. Determining risk for severe leptospirosis by molecular analysis of environmental surface waters for pathogenic *Leptospira*. **Plos Med**, v. 3, n. 8, p. 308, 2006.

MARVULO, M. F. V. et al. Experimental leptospirosis in capybaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*) infected with *Leptospira interrogans* serovar Pomona. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, v. 40, p. 726–730, 2009.

ABELA-RIDDER, B.; SIKKEMA, R.; HARTSKEERL, R. A. Estimating the burden of human leptospirosis. **International Journal of Antimicrobial Agents**, v. 36, n. SUPPL. 1, p. S5–S7, 2010.

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. August 2020, 2021.

HAAKE, D. A.; MATSUNAGA, J. *Leptospira*: A Spirochete with a Hybrid Outer Membrane. **Molecular microbiology**, v. 77, n. 4, p. 805, ago. 2010.

HERRERA, E. A. et al. Capybara social structure and dispersal patterns: Variations on a theme. **Journal of Mammalogy**, v. 92, n. 1, p. 12–20, 2011.

HOCHEDÉZ, P. et al. Outbreak of Leptospirosis after a Race in the Tropical Forest of Martinique. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 84, n. 4, p. 621, abr. 2011.

JORGE, S. et al. Human and animal leptospirosis in Southern Brazil: A five-year retrospective study. **Travel Medicine and Infectious Disease**, v. 18, p. 46–52, 1 jul. 2017.

KO, A. I.; REIS, M. G; DOURADO, C. M. R.; JOHNSON JR, W. D.; RILEY, L. W. Urban epidemic of severe leptospirosis in Brazil: Salvador leptospirosis study group. **Lancet**, v. 354, n. 9181, p. 820-825, 1999.

KO, A.; GOARANT, C.; PICARDEAU, M. *Leptospira*: the dawn of the molecular genetics era for an emerging zoonotic pathogen. **Nature Reviews Microbiology**, v. 7, p. 736–747, 2009.

- LEVETT, P. N. Leptospirosis. **Clinical microbiology reviews**, v. 14, n. 2, p. 296–326, 2001.
- LINS, Z. C.; LOPES, M. L. Isolation of *Leptospira* from wild forest animals in Amazonian Brazil. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 78, n. 1, p. 124–126, 1 jan. 1984.
- LUZ, H. R. et al. Epidemiology of capybara-associated Brazilian spotted fever. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 13, n. 9, p. 1–24, 2019.
- MACDONALD, D. W. Dwindling resources and the social behaviour of Capybaras, (*Hydrochoerus hydrochaeris*) (Mammalia). **Journal of Zoology**, v. 194, n. 3, p. 371–391, 1981.
- MACIEL, E. A. P. et al. Household Transmission of *Leptospira* Infection in Urban Slum Communities. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 2, n. 1, p. e154, jan. 2008.
- MILNER, A. R. et al. LEPTOSPIRA SEROGROUP HEBDOMADIS INFECTION AS AN AUSTRALIAN ZONOSIS. **Australian Veterinary Journal**, v. 56, n. 2, p. 70–73, 1 fev. 1980.
- MOREIRA, J. R.; WIEDERHECKER, H.; FERRAZ, K. M. P. M. B.; ALDANA-DOMÍNGUEZ, J.; VERDADE, L. M.; MACDONALD, D. W. Capybara Demographic Traits. In: MOREIRA, J. R.; FERRAZ, K. M. P. M. B.; HERRERA, E. A.; MACDONALD, D. W. (Ed.). . **Capybara Biology, Use and Conservation of an Exceptional Neotropical Species**. 1st. Springer ed. New York: [s.n.]. p. 147–167.
- MORENO, L. Z. et al. Characterization of *Leptospira santarosai* Serogroup Grippotyphosa Serovar Bananal Isolated from Capybara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) in Brazil. **Journal of wildlife diseases**, v. 52, n. 3, p. 688–693, 1 jul. 2016.
- MORENO, L. Z. et al. Genomic characterization and comparative analysis of *Leptospira interrogans* serogroup Australis isolated from swine. **Pathogens and disease**, v. 75, n. 9, 29 dez. 2017.
- MWAUCHI, M. A.; CRUP, L.; HARTSKEERL, R.; ZINSSTAG, K.; HATTENDORF, J. Environmental and behavioural determinants of leptospirosis transmission: a systematic review. **Plos Neglected Tropical Diseases**, v. 9, n. 9, e0003843, 2015.
- OBIEGALA, A. et al. Prevalence and Genotype Allocation of Pathogenic *Leptospira* Species in Small Mammals from Various Habitat Types in Germany. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 10, n. 3, p. 1–12, 2016.
- PICARDEAU, M. Diagnosis and epidemiology of leptospirosis. **Medecine et Maladies Infectieuses**, v. 43, n. 1, p. 1–9, 2013a.
- PICARDEAU, M. Diagnosis and epidemiology of leptospirosis. **Medecine et maladies infectieuses**, v. 43, n. 1, p. 1–9, jan. 2013b.

- RADDI, G. et al. Three-dimensional structures of pathogenic and saprophytic *Leptospira* species revealed by cryo-electron tomography. **Journal of bacteriology**, v. 194, n. 6, p. 1299–1306, mar. 2012.
- REIS, R. B. et al. Impact of environment and social gradient on *Leptospira* infection in urban slums. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v.2, n.4, p. e228, 2008.
- RIEDEMANN, S.; LEAL, H.; ZAMORA, J. The first isolation of *Leptospira interrogans* serogroup Ballum serovar castellonis in Chile. **Journal of Veterinary Medicine, Series B**, v. 33, n. 1–10, p. 393–394, 12 jan. 1986.
- SCHNEIDER, M. C., et al. Leptospirosis in Latin America: exploring the first set of regional data. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 41, 2017.
- SILVA, É. F. et al. Soroprevalência da infecção leptospiral em capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) abatidas em um frigorífico do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 29, n. 2, p. 174–176, 2009.
- SOO, Z. M. P.; KHAN, N. A.; SIDDIQUI, R. Leptospirosis: Increasing importance in developing countries. **Acta Tropica**, v. 201, n. August 2019, 2020.
- STRUTZBERG-MINDER, K.S.; KREIENBROCK, L. Leptospireninfektionen beim schwein: epidemiologie, diagnostik und weltweites vorkommen. **Berl. Munch. Tierarztl.**, v. 124, p. 345–359, 2011.
- TONIN, A. A. et al. *Leptospira* seroprevalence in capybaras from a Brazilian Urban Area. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 44, n. 1, p. 1–5, 2018.
- VASCONCELLOS, S. A. et al. Leptospirose bovina. Níveis de ocorrência e sorotipos predominantes em rebanhos dos Estados de Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul. Período de janeiro a abril de 1996. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 64, n. 2, p. 7–15, 1997.
- VERDADE, L. M.; FERRAZ, K. M. P. M. B. Capybaras in an anthropogenic habitat in Southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 1 B, p. 371–378, 2006.
- VINCENT, A. T., et al. Revisiting the taxonomy and evolution of pathogenicity of the genus *Leptospira* through the prism of genomics. **Plos Neglected Tropical Diseases**, v. 13, n. 5, e0007270, 2019.
- WATSON, J. T.; GAYER, M.; CONNOLLY, M. A. Epidemics after Natural Disasters. **Emerging Infectious Diseases**, v. 13, n. 1, p. 1, 2007.