



**UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO
MARANHÃO**



Programa de pós-graduação profissional
Defesa Sanitária Animal

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM DEFESA
SANITÁRIA ANIMAL - PPGDSA**

ROBERTO CARLOS NEGREIROS DE ARRUDA

**BIOVIGILÂNCIA EM CAPIVARAS (*Hydrochoerus hydrochaeris*) NO
ESTADO DO MARANHÃO: ESTUDO DE POXVÍRUS, DOENÇAS
REPRODUTIVAS E ENDOPARASITAS**

SÃO LUÍS - MA

2024

ROBERTO CARLOS NEGREIROS DE ARRUDA

**BIOVIGILÂNCIA EM CAPIVARAS (*Hydrochoerus hydrochaeris*) NO
ESTADO DO MARANHÃO: ESTUDO DE POXVÍRUS, DOENÇAS
REPRODUTIVAS E ENDOPARASITAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação Profissional em Defesa Sanitária Animal (Curso de Doutorado) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Defesa Sanitária Animal.

Orientador: Prof. Dr. Hamilton Pereira Santos

Coorientadora: Profa. Dra. Viviane C. Silva Coimbra

Coorientador: Prof. Dr. Francisco Borges Costa

SÃO LUÍS - MA

2024

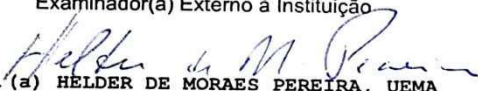
ROBERTO CARLOS NEGREIROS DE ARRUDA

**BIOVIGILÂNCIA EM CAPIVARAS (*Hydrochoerus hydrochaeris*) NO
ESTADO DO MARANHÃO: ESTUDO DE POXVÍRUS, DOENÇAS
REPRODUTIVAS E ENDOPARASITAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação Profissional em Defesa Sanitária Animal (Curso de Doutorado) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Defesa Sanitária Animal.

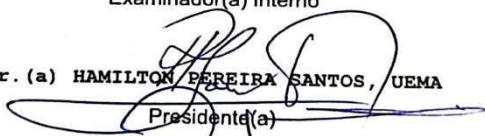
Aprovada, 13 de março de 2024.


Dr. (a) DANILO RODRIGUES BARROS BRITO, IFMA
Examinador(a) Externo à Instituição


Dr. (a) HELDER DE MORAES PEREIRA, UEMA
Examinador(a) Externo ao Programa


Dr. (a) DANILO CUTRIM BEZERRA, UEMA
Examinador(a) Externo ao Programa


Dr. (a) NANCYLENI PINTO CHAVES BEZERRA, UEMA
Examinador(a) Interno


Dr. (a) HAMILTON PEREIRA SANTOS, UEMA
Presidente(a)


ROBERTO CARLOS NEGREIROS DE ARRUDA
Doutorando

Arruda, Roberto Carlos Negreiros de.

Biovigilância em capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) no Estado do Maranhão: estudo de poxvírus, doenças reprodutivas e endoparasitas. / Roberto Carlos Negreiros de Arruda. – São Luís(MA), 2024.

158p.

Tese (Programa de Pós-Graduação Profissional em Defesa Sanitária Animal - PPGDSA) Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, 2024.

Orientador: Prof. Dr. Hamilton Pereira Santos.

1. Zoonoses. 2.Biomas. 3 . Roedores. 4. Mamíferos. 5. Maranhão. I.Título.

CDU:599.324.5:616.993(812.1)

Dedico essa tese a minha família, amigos e a tecnologia em prol da sanidade dos animais, que sempre foi uma aliada nos cuidados dos seres vivos, e sobretudo, estiveram comigo por toda uma vida de aprendizado

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos são para muitas pessoas que conheci ao longo de 34 anos de vida profissional e educacional, foram muitos aprendizados teóricos e práticos, tentativas, erros e acertos, uma longa caminhada cheia de conquistas e experiências vivenciadas no Estado do Maranhão e no Mato Grosso.

Uma gratidão eterna por dividir teoria em jornada de práticas de campo e escritórios de atenção veterinária em vários Estados brasileiros e em países latinos, os quais me fizeram conhecer uma grande pecuária universal, produtiva e sustentável.

Ao companheirismo dos colegas e amigos do Ministério da Agricultura e Pecuária, entre muitos aqui representados, por Guilherme Takeda, Diego Viali, Anselmo Rivetti Jr., Airton Dutra, Luis Eduardo, José Cláudio, Conceição Lima, Angela Baquil, Fábio Bessa, George Serra e Isabela Ribeiro, das Agências de Defesa Sanitária Animal, Institutos de Defesa Agropecuária, e de outras Universidades, Mylena Torres do CEUMA, Clarissa Damaso da UFRJ, Giliane Trindade e Maria Isabel Guedes da UFMG, em especial, os companheiros de estudos, na Universidade Estadual do Maranhão, Valter Marchão, Marcelo Falcão e Guida Prazeres, bem como, aos outros colegas de mestrado e doutorado da UEMA.

Aos professores Hamilton Pereira Santos, Viviane Correia Silva Coimbra, Francisco Borges Costa e Hermes Ribeiro Luz, pelas orientações, dedicação, apoio e confiança. Aos Professores Helder Pereira, Nancylene Chaves e Rita Seabra, entre outros formadores ligados à UEMA, pelo auxílio no início e ao longo do meu mestrado e doutorado.

Agradeço a vários colegas de campo pelo apoio nas coletas distribuídas pelo Maranhão, Hyton Dantas, Nadia Medeiros, Valério Melo, Karlos Yuri, J.M. Segundo, Robert Ferreira, assim como, aos colegas dos laboratórios, pela dedicação em produzir resultados satisfatórios e confiáveis, tais como, Isabella Negreiros, Karol Simas, Anny Gabrielly Martins, Daniel Prazeres, Rafael Nogueira e Eric Takashi.

Meus agradecimentos também aos colegas que compartilharam comigo artigos, serviços e coordenações de programa de sanidade animal no MA e em vários Estados.

Minha gratidão a minha grande família por terem me apoiado nas minhas atividades educativas iniciais, experiências acadêmicas e profissionais.

A minha esposa e filhas, obrigado pela convivência, paciência e incentivo; assim como, aos meus pais, que já não estão mais conosco, mas que tinham origens ligadas ao campo, onde tive meus primeiros contatos com a pecuária na infância.

“Não existe diferença fundamental entre o homem e os animais nas suas faculdades mentais... Os animais, como os homens, demonstram sentir prazer, dor, felicidade e sofrimento”
Charles Darwin (1809/1882)

RESUMO

Nos dias atuais, com as perspectivas de novas doenças em humanos surgindo a partir de animais, a capivara tem uma importância na biovigilância, por ser reservatório de agentes zoonóticos numa abordagem multiprofissionais de ‘*Uma só saúde*’. Assim, realizou-se uma revisão bibliográfica em base de dados científicos sobre *Orthopoxvirus* em capivaras. Para pesquisa de campo, uma amostragem por conveniência de soro sanguíneo de seis capivaras originária de Santa Inês, Maranhão, foram testadas para a detecção de aglutininas anti-*Leptospira* spp pelo ensaio de Soroaglutinação Microscópica, bem como, detecção de anticorpos anti-*Brucella abortus* pela técnica do Antígeno Acidificado Tamponado. No mesmo período, em uma outra abordagem, 20 amostras de DNA extraídas de fezes de capivaras originárias dos municípios de Porto Franco e Balsas foram alvos de uma avaliação de fragmentos de genes específicos de *Orthopoxvirus*, *Parapoxvirus* e *Coxiella burnetii* pela Reação em Cadeia pela Polimerase. E para pesquisa de endoparasitas, uma terceira coleta de campo, foi realizada com obtenção de 37 amostras fecais frescas oriundas de quatro municípios do Maranhão, Balsas, Caxias, Itapecuru Mirim e Lima Campos, foram enviadas para as análises parasitológicas, utilizando-se para tanto, os métodos Willis-Mollay (1921) e Faust (1939). E por fim, buscou-se, ainda, a ferramenta “DISCONTTOOLS para comparar os resultados desta pesquisa quanto ecoepidemiologia e os impactos na ‘Saúde Única’. Com os resultados, observa-se a primeira evidência de anticorpos anti-*Leptospira* em capivaras do Maranhão. Não houve nenhuma amostra sororreagente para anticorpos anti-*Brucella abortus*. Nenhuma amostra fecal mostrou-se positiva para *Orthopoxvirus*, *Parapoxvirus* e *Coxiella burnetii*. Nas análises parasitológicas, foram detectados ovos de Trichostrongyloidea e Trichuroidea, e ovos de *Strongyloides* sp., além de oocistos de *Eimeria*. De acordo com os critérios de pontuação da ferramenta DISCONTTOOLS, quanto às enfermidades reprodutivas e parasitárias avaliadas, a ‘brucelose’ apresentou a maior pontuação e impacto à saúde pública, já a leptospirose apresentou-se, com uma necessidade de melhorias nas ferramentas de controle. Quanto aos endoparasitas, os ‘nematóides’ apresentaram maior resistência a anti-helmínticos, maior diversidade de hospedeiros e espécies, baixa defesa imunológica e ausência de vacinas eficazes. Nesse contexto, a capivara é um bioindicador zoonótico, que deve ser monitorado em área rural com efeitos na sanidade animal e à saúde pública.

Palavras-chaves: Zoonoses, Biomas, Roedores, Mamíferos, Maranhão

ABSTRACT

Nowadays, with the prospect of new diseases in humans emerging from animals, the capybara is important in biosurveillance as it is a reservoir of zoonotic agents with a multi-professional 'One Health' approach. Therefore, a bibliographical review was carried out in a scientific database on *Orthopoxvirus* in capybaras. For field research, a convenience sample of blood serum from six capybaras from Santa Inês, MA were tested for the detection of anti-*Leptospira* spp agglutinins by the Microscopic Agglutination Test (MAT), as well as detection of anti-*Brucella abortus* antibodies by the Acidified Plate Antigen (BPA) technique. In the same period, in another approach, 20 DNA samples extracted from capybara feces originating in the municipalities of Porto Franco and Balsas were the targets of an evaluation of specific gene fragments of *Orthopoxvirus*, *Parapoxvirus* and *Coxiella burnetii* by Polymerase Chain Reaction. And for endoparasite research, a third field collection was carried out, obtaining 37 fresh fecal samples from four municipalities in Maranhão, Balsas, Caxias, Itapecuru Mirim and Lima Campos, which were sent for parasitological analysis, using, the Willis-Mollay (1921) and Faust (1939) methods. And finally, the "DISCONTTOOLS" tool was also sought to compare the results of this research regarding ecoepidemiology and the impacts on 'One Health'. With the results, the first evidence of anti-*Leptospira* antibodies in capybaras from Maranhão is observed. There were no seroreactive samples for anti-*Brucella abortus* antibodies. No fecal samples were positive for *Orthopoxvirus*, *Parapoxvirus* and *Coxiella burnetii*. In parasitological analyses, eggs of Trichostrongyloidea and Trichuroidea, and eggs of *Strongyloides* sp., as well as oocysts of *Eimeria*, were detected. According to the classification criteria of the DISCONTTOOLS tool, regarding the reproductive and parasitic diseases evaluated, brucellosis presented the highest score and impact on public health, while leptospirosis presented a need for improvements in control tools. As for endoparasites, nematodes showed greater resistance to anthelmintics, greater diversity of hosts and species, low immunological defense and absence of effective vaccines. In this context, the capybara is a zoonotic bioindicator, which must be monitored in rural areas with effects on animal health and public health.

Keywords: Zoonosis, Biomes, Rodents, Mammals, Maranhão

LISTA DE ABREVIATURAS	
AAT: Antígeno Acidificado Tamponado	OPV: <i>Orthopoxvirus</i>
AGED: Agência Estadual de Defesa Agropecuária do Maranhão	PPV: <i>Parapoxvirus</i>
Anti-Brucella spp: Produção de anticorpos <i>contra B. abortus, B. suis e B. melitensis</i>	PCPV: <i>Pseudocowpox vírus</i> (pseudovariola)
Anti-Leptospira spp: Produção de Anticorpos para várias cepas	P1V: <i>Pelotas 1 virus</i>
ARAV: <i>Aracatuba vírus</i>	P2V: <i>Pelotas 2 virus</i>
BAV: <i>BeAn 58058 virus</i>	PCR: Reação em Cadeia Polimerase
BEA: Bem-estar animal	PBS: Phosphate-buffered saline (tampão fosfato salino)
BPXV: <i>Buffalopox virus</i>	TK: Timidina Quinase
BSPV: <i>Bovine papular stomatitis virus</i>	PARV: <i>Para virus</i>
BV: Varíola Bovina	PSTV: <i>Passatempo virus</i>
CDC: Centers for Disease Control (centro de controle e prevenção de doenças)	PRNT: Teste de neutralização por redução de placa
CARV: <i>Carangola virus</i>	RNA: Ácido ribonucleico
CE: Comunidade Europeia, órgão executivo da União Europeia	RPM: Rotações por minuto
CPXV: <i>Cowpox virus</i>	SAM: Soroaglutinação Microscópica
CPXV-BR: <i>Cowpox Virus Brighton Genes Red</i>	SV2: <i>Serro virus</i>
CTGV: <i>Cantagalo virus</i>	SAV: <i>SpAn232 virus</i>
DNA: Ácido desoxirribonucleico	SVO: Serviço Veterinário Oficial
Eimeria spp: Protozoários que são parasitas intracelulares	SVE: Serviço Veterinário Estadual
ELISA: Ensaio Imunoabsorvente Ligado à Enzima (Ensaio imunoenzimático)	SPILLOVER: Disseminação de enfermidades entre espécies
ICTV: International Committee on Taxonomy of Viruses (Comitê Internacional de Taxonomia de Vírus)	STRONGYLOIDAE: família de parasitas nematódeos (vermes cilíndricos)
IHC: Imuno-Histoquímica	TRICHOSTRONGYLOIDIDAE: superfamília de parasitas nematóides (vermes menores que 7 milímetros).
IOC: Instituto Oswaldo Cruz	TRICHUROIDEA: superfamília de parasitas nematóides (vermes em forma de chicote)
Kb: Quilobases	UEMA: Universidade Estadual do Maranhão
LACEN: laboratório central de saúde pública do Maranhão	VACV: <i>Vaccinia virus</i>
LAMP/UEMA: Laboratórios Multiusuários em Pesquisa da Pós-Graduação	VACV-IOC: <i>Vaccinia virus</i> IOC
LST-But: Lister-Butantan	VARV: <i>Variola virus</i> (smallpox)
MAPA: Ministério da Agricultura e Pecuária	VACV-BR: <i>Vaccinias virus</i> brasileiros
MEM: Meios mínimo essencial	VACV-DOR 2010: <i>Doresopolis Vaccinia virus</i>
MRV: <i>Maranhão virus</i>	VACV-GP1V: <i>Guarani Propriedade 1 virus</i>
MARV: <i>Mariana virus</i>	VACV-GP2V: <i>Guarani Propriedade 2 virus</i>
MPXV: <i>Monkeypox virus</i>	VACV-LIS: <i>Vaccinia virus</i> - Lister
MUNV: <i>Mundo Novo virus</i>	VACV-SFI: <i>Vaccinia virus</i> - São Francisco de Itabapoana
MURV: <i>Muriae virus</i>	VACV-WR: <i>Vaccinia virus</i> - Western Reserve
NCBI: National Center for Biotechnology Information	VB: <i>Vaccinia bovina</i>
OMSA: Organização Mundial de saúde Animal (antiga OIE)	VBH: <i>Belo Horizonte vírus</i>
ORFV: <i>Orf virus</i>	VGF: <i>Vaccinia Growth Factor</i>

LISTA DE FIGURAS

Capítulo II. Fundamentação teórica 28

Figura 1. Dinâmica da circulação do vírus família Poxviridae de acordo com isolamentos recentes 35

Capítulo IV. Pesquisa de agentes bacterianos e virais em capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) em uma área de transição entre os biomas amazônico e cerrado, Maranhão, Brasil68

Figura 1. Capivaras de vida livre, onde os espécimes convivem com vários tipos de mamíferos..... 77

Figura 2. Localização da captura apontada em pin azul no Google Earth. Observa-se água em cinza (esquerda e ao centro e abaixo), alimento (pastagens) e abrigo (matas) 78

Figura 3. Localizações das coletas e dos resultados positivos à *Leptospira* spp., se situou no mapa um alfinete vermelho no QGIS, (Balsas, Porto Franco, e Santa Inês). 79

Capítulo V. Ocorrência de endoparasitos em capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) de vida livre no Maranhão 86

Figura 1. Localizações das coletas apontadas em pins amarelos no Google Earth (2021), a primeira próxima a uma lagoa em Lima Campos/MA, e a segunda, próxima a tanques para piscicultura em Balsas/MA. 91

Figura 2. Localizações das coletas apontadas em pins amarelos no Google Earth, a terceira próxima ao Rio Itapecuru em Caxias/MA, imagem à esquerda, e a quarta, em Itapecuru Mirim nas margens de uma lagoa à direita. 92

Figura 3. A esquerda um ovo da superfamília Trichostrongyloidea e a direita um de *Strongyloides* sp. (família Strongyloididae). Fotos: Chaves, 2021..... 93

Figura 4. A esquerda um ovo de *Capillaria* sp. e a direita um oocisto de *Coccídios* sp. Fotos: Chaves, 2021. 97

Figura 5. Localizações das coletas apontadas em símbolos vermelhos no TrackMaker, com os respectivos percentuais de parasitas por municípios 98

Figura 6. Distribuição de helmintos e protozoários em capivaras nos 4 municípios do Maranhão. 99

Figura 7. Capivaras de vida livre capturadas em uma propriedade em Santa Inês/MA. 101

Figura 8. Filhote de capivara, macho, de aproximadamente 3 meses de vida, capturado em uma propriedade em Santa Inês/MA.	102
---	-----

Capítulo VI. Capítulo VI. Doenças reprodutivas bacterianas e endoparasitas em capivaras no maranhão: avaliação e comparação pela plataforma discontools 107

Figura 1. Diagrama que mostra o impacto de doenças reprodutivas em 6 critérios de pontuação por especialistas.	118
---	-----

Figura 2. Diagrama que mostra o impacto de endoparasitas em 6 critérios de pontuação por especialistas.	126
--	-----

Apêndices. Arquivos fotográficos 147

Figura A. Varíola e pseudovaríola no Maranhão.....	147
--	-----

Figura B. Coletas de fezes de capivara	148
--	-----

Figura C. Reação em cadeia pela polimerase, antígeno acidificado tamponado (AAT) e Soroaglutinação Microscópica (SAM)	149
---	-----

Figura D. Coletas de carrapatos e sangue, anatomia e taxidermia	152
---	-----

LISTA DE TABELAS

Capítulo II. Fundamentação Teórica	28
Tabela 1 - Classificação de helmintos que parasitam capivaras (<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>) em São Paulo e áreas naturais do Pantanal / Brasil	37
Capítulo IV. Pesquisa de agentes bacterianos e virais em capivaras (<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>) em uma área de transição entre os biomas amazônico e cerrado, Maranhão, Brasil	68
Tabela 1 - Coleção de antígenos do complexo <i>Leptospira</i> spp. de referência utilizados na prova de Soroaglutinação Microscópica (SAM), segundo espécie, sorogrupo e sorovar, 2021.	73
Tabela 2 - Frequência de aglutininas anti- <i>Leptospira</i> spp. identificadas em capivaras, oriundas de Santa Inês, Maranhão, Brasil, 2021	75
Capítulo V. Ocorrência de endoparasitos em capivaras (<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>) de vida livre no Maranhão.	86
Tabela 1 - Frequência de endoparasitos de capivaras de vida livre em diferentes localidades do Maranhão e em percentual de fevereiro a outubro de 2021.	92
Tabela 2 - Endoparasitos encontrados em capivaras de ambiente natural na América do Sul (1922 a 2021)	94
Tabela 3 - Detecção de infecção por protozoários em capivaras na América do Sul.	101
Capítulo VI. Doenças reprodutivas bacterianas e endoparasitas em capivaras no maranhão: avaliação e comparação pela plataforma discontools	107
Tabela 1 - Modelo de priorização de danos de <i>Brucelose</i> , <i>Leptospirose</i> e <i>Febre Q</i> , em propriedades pelo mundo, na visão de especialistas da Comissão Européia.....	114
Tabela 2 - Relevância da <i>Brucelose bovina</i> por categoria de conhecimento e critérios de score, na visão de especialistas descrita no site do DISCONTTOOLS	115
Tabela 3 - Relevância ecoepidemiológica da <i>Febre Q</i> e os critérios de score em propriedades pelo mundo, na visão de especialistas da Comissão Europeia.	117
Tabela 4 - Critérios de pontuação ou score, por conhecimento epidemiológico de ‘coccídios em aves’ e ‘nematóides’ em propriedades rurais, na visão de especialistas.	120
Tabela 5 - Critérios de pontuação por impacto na sanidade animal, BEA e saúde pública por coccídios (em aves) e nematóides em propriedades.	121
Tabela 6 - Critérios de pontuação por impacto na sociedade, comércio internacional e ferramentas de controle para coccídios (em aves) e nematóides.	125
Apêndices. Cronologia dos surtos de <i>Orthopoxvirus</i> e <i>Parapoxvirus</i> no país	154

SUMÁRIO

CAPITULO I - INTRODUÇÃO GERAL

1. INTRODUÇÃO GERAL	17
1.1. Justificativa e Importância do Trabalho	21
1.2. Objetivos	23
1.2.1. Objetivo geral	23
1.2.2. Objetivo específico	23
1.3. Estrutura da Tese	23
1.4. Referências	24

CAPITULO II - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	28
2.1. Capivaras (histórico, taxonomia, reprodução e distribuição geográfica)	28
2.2. Doenças de interesse veterinário em capivaras	29
2.2.1. Doenças reprodutivas	31
2.2.2. Poxvírus	33
2.2.3. Endoparasitas	36
2.3. Vigilância e educação sanitária	39
2.4. Referências	42

CAPITULO III - CAPÍTULO DE LIVRO

3. OCORRÊNCIA DE <i>ORTHOPOXVIRUS</i> EM ANIMAIS NO BRASIL: revisão de literatura	51
3.1. Introdução	53
3.2. Metodologia	54
3.3. Referencial teórico	54
3.3.1. Família <i>Poxviridae</i> , e o gênero <i>Orthopoxvirus</i>	55
3.3.2. Genoma viral e análise filogenética	55
3.3.3. Ciclo de transmissão	56
3.3.4. Primeiros isolamentos e surtos de <i>Orthopoxvirus</i> no Brasil	57
3.4. Considerações finais	62

CAPITULO IV

4. PESQUISA DE AGENTES BACTERIANOS E VIRAIS EM CAPIVARAS (<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>) EM UMA ÁREA DE TRANSIÇÃO ENTRE OS BIOMAS AMAZÔNICO E CERRADO, MARANHÃO, BRASIL	68
4.1. Introdução	68
4.2. Material e métodos	71
4.3. Resultados e discussão	75
4.4. Conclusão	80
4.5. Referências	81

CAPITULO V

5. OCORRÊNCIA DE ENDOPARASITOS EM CAPIVARAS (<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>) DE VIDA LIVRE NO MARANHÃO	86
5.1. Introdução	89
5.2. Material e métodos	90
5.3. Resultados e discussão	91
5.4. Conclusão	102
5.5. Referências	103

CAPITULO VI

6. DOENÇAS REPRODUTIVAS BACTERIANAS E ENDOPARASITAS EM CAPIVARAS NO MARANHÃO: AVALIAÇÃO E COMPARAÇÃO PELA PLATAFORMA DISCONTOOLS	107
6.1. Introdução	107
6.2. Material e métodos	109
6.2.1. O acesso a ferramenta eletrônica DISCONTOOLS	110
6.2.2. Escala de pontuação aplicada por especialista na plataforma DISCONTOOLS	111
6.2.3. Metodologia para o cálculo do coeficiente de ponderação (W) para os somatórios utilizadas nas doenças reprodutivas pela plataforma DISCONTOOLS	112
6. 1.4. Resultados e discussão	113
6.1.4.1. Avaliação dos impactos da Brucelose, Leptospirose, Febre Q, em capivaras de vida livre no Maranhão e a saúde única	114

6.1.4.2. Avaliação dos impactos de Coccídeos e Nematóides em capivaras de vida livre no Maranhão e a saúde única 119

6.1.4.3. Interpretação da utilização de critérios de pontuação para nematóides e coccídeos 119

6.1.5. Conclusão 127

6.1.6. Referências 127

CAPITULO VII 130

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS 130

APÊNDICES 132

Capivaras no Maranhão: Guia Orientativo para fins educativos e de preservação ou controle 132

Arquivos fotográficos 147

Cronologia dos surtos de *Orthopoxvirus* E *Parapoxvirus* no país. 154

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO GERAL

Natural da América do Sul e Central (ALHO, 1986), as capivaras apresentam um papel importante à ‘saúde única’, cohabitando em um mesmo ambiente e dividindo fontes naturais como água, abrigo e alimentos com muitos animais selvagens, domésticos e humanos no campo, assim, sendo um elo ecoepidemiológico silvestre, rural e semiurbano. Desta forma, são reservatórios e amplificadores de vários agentes zoonóticos, e dentre estes, *Rickettsia rickettsii*, causadora da febre maculosa brasileira (FMB), é a mais conhecida no país atualmente segundo Santos, Siqueira e Silva (2023).

As capivaras de vida livre, no Estado do Maranhão, têm sido caçadas para consumo em função da sua presença nos municípios ou em ambientes aquáticos naturais, por conseguinte a predação humanas e agricultura ocasionam deslocamentos, como também, ocorrem a degradação do meio ambiente, assim, já não há tantos predadores na natureza, como os citados por Moreira et al. (2013), onças, sucuris, jacarés, raposas, gatos selvagens, cães e gaviões, por consequência, sua população cresce exponencialmente, em razão de ser muito prolífera e adaptadas às regiões com abundância de água e alimentos. As capivaras em média geram seis filhotes por fêmea ao ano (MOREIRA et al. 2013).

Em ambiente com corpos d’água onde os animais domésticos entram na água para beber, a pele fica mais úmida (hidratada) é propensa a abrasões e/ou ferimentos (DA COSTA, 2021), como também, os animais tendem a defecar próximo a essa área alagada, ou mesmo, urinar, devido a ingestão de água e perda de calor, assim, um ecossistema alagados é propenso a eliminar ou adquirir microorganismos (Cutolo, 2019).

A leptospirose causada por algumas espécies patogênicas do gênero *Leptospira* afetam animais domésticos e silvestres, bem como, humanos (Da Silva et al., 2023), em todo mundo, sua distribuição e ocorrência está associada a encharcamento do solo e a umidade. O aborto é um dos principais sinais clínicos da leptospirose em animais de produção (Freire et al., 2017). No Brasil, estudos em capivaras são escassos, no Distrito Federal, os sorovares presentes foram icterohaemorrhagiae, copenhageni, grippityphosa e hardjo (Da Silva et al. (2023). A brucelose, causada pela *Brucella abortus*, é uma zoonose de distribuição mundial que apresenta grande importância econômica, e em bovídeos causam abortos, parto prematuro, baixa fertilidade e declínio na produção de leite (Freire et al., 2017). Os trabalhadores rurais, práticos e veterinários podem disseminar a brucelose, através do manejo de animais infectados. Os funcionários dos

matadouros também estão expostos, tal como, pessoas que consomem leite ou derivados, daqueles indivíduos infectados (Moreira *et al.*, 2013). Várias espécies de mamíferos terrestres domésticos em ambientes neotropicais e úmidos são susceptíveis à enfermidade, entretanto, a maioria são bovídeos, entretanto, representam apenas parte de uma coleção diversificada que inclui de roedores a cervídeos (HURST, 2018).

A febre *Q*, causada pela *Coxiella burnetii* também conhecida como ‘febre do leite’, com distribuição em vários países, tem seus picos de transmissão ocorrendo durante a estação chuvosa, e a incidência geralmente, aumenta 1 a 3 meses depois desta contaminação ambiental (Gardon *et al.*, 2001). A *Coxiella* tem sido estudada em peletes de excretas recém eliminadas de capivaras, para avaliar a possível transmissão aos humanos, já que fora reportadas em outras espécies de animais silvestres, tais como, como preguiças, morcegos, capivaras e pequenos roedores (Davoust *et al.*, 2014; Christen, 2020), bem como, humanos, cães, gambás, ruminantes domésticos e pássaros (Escher *et al.*, 2011).

Em áreas rurais, a capivara pode transmitir doenças reprodutivas, *Leptospira*, *Brucella* e *Coxiella*, porém o seu papel na cadeia epidemiológica ainda é desconhecido (Cueto, 2013; Christen *et al.*, 2020). No mundo globalizado, onde as interações entre animais, ambiente e humanos estão cada vez mais próximas, tanto na natureza quanto em cativeiro, de tal forma, que os animais silvestres são cada vez mais estudados com a finalidade de melhorar o conhecimento multidisciplinar de ‘Uma só saúde’ (*Una sola salud*).

Como exemplo, Sousa (2019) detectou anticorpos anti-*Leptospira* pela técnica de soroaglutinação microscópica (SAM) e anticorpos anti-*Brucella* pelo teste do antígeno acidificado tamponado (AAT) em amostras de soro sanguíneo da Tartaruga (*Podocnemis expansa*), criadas em cativeiro e a presença de DNA de *Leptospira* spp., demonstrando que podem ser um hospedeiro na manutenção e disseminação no ambiente aquático, onde divide o espaço com capivaras, que já foram reportadas e reproduzidas em capivaras por Marvulo *et al.* (2009) e Plata Garcia apresentou o primeiro relato de anticorpos para *Brucella* spp. em capivara no ano de 1973 na Venezuela (Lord; Flores, 1983)

No Maranhão, as capivaras estavam próximas às vacas em surtos de varíola (*Vaccinia virus*) e pseudovaríola (*Pseudocowpox virus*) em humanos, vacas em ordenha e bezerros (Dias-Filho *et al.*, 2013). Os poxvírus tem caráter epiteliotrópico, iniciando com uma mácula, seguida por uma pápula e dependendo da região, ou espécime pode ser

imperceptível os primeiros sinais clínicos. Porém, com a evolução da doença, estes sinais se tornam visível através de uma vesícula, úlcera, e finalmente, uma crosta de cicatrização (CDC, 2023). Com o curso da doença, os animais apresentam desconforto, e o processo de cicatrização, pode perdurar dias ou semanas dependendo das infecções secundárias (Tesini, 2023).

Os poxvírus em seres humanos causam infecções com formação de lesões, nódulos ou erupção cutânea disseminada e existem em todo o mundo (CDC, 2020). Estas infecções zoonóticas em humanos, geralmente são obtidas de animais, mas, são consideradas não usuais e devido ao caráter ocupacional das pessoas envolvidas (Lewis-Jones *et al.*, 2019).

Desde 1999 no Brasil, o *Vaccinia virus* (VACV) tem sido descrito como agente causador da varíola bovina em bovinos e humanos, com ocorrências principalmente em áreas rurais, assim, foram observadas prevalências no Distrito Federal, sendo 33,3% de focos em rebanhos e 10,6% de casos nos animais (Silva *et al.*, 2020). Para entender as melhores estratégias de mitigação de risco, por exemplo, para os recentes casos de *Monkeypox virus*, verificou-se uma baixa prevalência de anticorpos neutralizantes contra o *Orthopoxvirus* em área urbana, onde foi detectado 6,7% para o agrupamento não vacinados, que são os vulneráveis menores de 36 anos, e para os vacinados foi de 24,9%, ou seja, aqueles indivíduos acima de 36 anos. Essa ponderação indica que existem pessoas expostas subclínicamente ao VACV em áreas urbanas (De Oliveira, 2023).

No Maranhão entre 2009 e 2011, foram confirmados por PCR, 24 (46%) casos de doenças pústulo-vesicular em bovinos e humanos causados por *Vaccinia virus*, dentro de 52 propriedades rurais inicialmente suspeitas (Dias-Filho *et al.*, 2013). Também em outras regiões do país, como no Distrito Federal (DF), em atendimentos entre 2015 a 2018 pelo Serviço Veterinário Estadual (SVE), foram confirmados 52 casos de *poxviroses* em bovinos sendo 27 por Varíola (*Vaccinia virus* - VACV), nove por Pseudovariola (*Pseudocowpox virus* - PCPV), oito por Estomatite Papular Bovina (*Bovine papular stomatitis virus* - BPSV), cinco por coinfeção PCPV e BPSV e três por parapoxvírus não identificados, seja em propriedades com exploração de corte, leite ou mista (Alonso, 2018).

Casos vesiculares em bovinos leiteiros, com lesões nodulares e pustulares em tetas e úbere, lembram a mamilite por herpes bovino, varíola, pseudovariola (Trindade *et al.*, 2003). Mas, é preciso entender que algumas doenças mesmo sendo zoonoses, nem

sempre vêm acompanhadas de casos humanos, ou seja, vesículas intactas ou rompidas, podem estar relacionadas primariamente a espécie animal, isto é, síndromes vesiculares, em casos de estomatite vesicular, língua azul, diarreia viral bovina e febre aftosa revelando, assim, a importância da notificação de enfermidades, de um bom diagnóstico laboratorial e bioindicadores domésticos e/ou selvagens.

Endoparasitoses em animais trazem consigo aumento de temperatura (hipertermia), anemias, fraquezas, cólicas e morte (Dobrowolski *et al.*, 2016; Lima *et al.*, 2022), debilidade orgânica, atraso de crescimento, baixa na fertilidade, menor produção de crias, leite e/ou carne (Brasil Câmara, 2016), por consequência, há custos com vermífugos e coccidiostáticos, para obter menor quantidade de ovos, larvas e oocistos no solo, água ou pastagens.

As capivaras provenientes das áreas antropizadas, apresentaram uma maior riqueza de espécies de endoparasitas (Souza *et al.*, 2021). A frequência de endoparasitos de capivaras de vida livre em diferentes localidades demonstra um parasitismo por nematódeos e protozoários, revelando a potencialidade da capivara na manutenção e disseminação parasitária à animais domésticos, silvestres e ao homem pela coabitação, seja em área periurbana ou rural, seja em ambientes com altas temperaturas e umidade (De Jesus, 2023), assim, nos traz uma análise mais profunda da importância dos médicos veterinários e profissionais da ciência agrária na temática da ‘saúde única’ (*one health*).

Percebe-se a necessidade de espécimes silvestres nesta biovigilância, assim, demonstrar a importância de se verificar o caráter zoonótico ou *spillover* (transmissão entre espécies) por convívios em área urbana, periurbana e rural, seja em animais silvestres, exóticos selvagens e domésticos; bem como, observa-se que há necessidade de novas e mais aprofundadas investigações em outras áreas do Estado.

Em síntese, entende-se que estudos epidemiológicos e biomonitoramentos de enfermidades infecciosas ou parasitárias nos animais silvestres devam ser rotinas, para estimar-se a possibilidade de disseminação de infecções ou infestações em rebanho ou pessoas, ou mesmo, programar o uso de vermífugos e vacinas por área de ocorrência; Promover a sanidade animal e bem-estar Animal (BEA), saúde pública, com provimento de alimentos seguros e benefícios sociais; bem como, apresentará maior compreensão do universo de criações e novas perspectivas de conceber laços, tolerância e/ou harmonia entre animais, meio ambiente e pessoas.

1.1. JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA DO TRABALHO

Pela relevância das interações ambiental, animal e homem, na saúde única, o estudo faz uma revisão teórica sobre doenças em capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*), no estado do Maranhão, pelo agravamento do abate, manipulação de carne, sangue, vísceras e o consumo. Como maior roedor evoluído no mundo, haverá sempre uma atenção de todos na preservação, ou no controle da espécie no estado sinantrópico, assim, propõem-se uma biovigilância periódica, pois, os espécimes mesmo com aparências saudáveis, por vezes, trazem algumas moléstias que já foram descritas no Brasil, aqui cita-se Nogueira em 2007, que entre elas descreveu: berne, carrapatos, sarna, verminoses, filaríases, fasciolose, coccidiose, toxoplasmose, aspergilose, fungos patogênicos, brucelose, leptospirose, febre maculosa brasileira (FMB), tuberculose, febre aftosa (sem relevância epidemiológica), estomatite vesicular, leucose, rinotraqueíte infecciosa bovina/vulvovaginite pustular infecciosa, encefalomielite equina, influenza equina, raiva e encefalomiocardite viral. Mesmo, como uma gama de enfermidades apontadas, ainda há poucos estudos em capivaras atualmente na América Central e do Sul.

O levantamento teórico de enfermidades, se iniciou quando surtos de varíola e ocorrência de pseudovaríola em bovinos e humanos ocorreram no Maranhão, e as capivaras foram vistas nas adjacências das propriedades focos. Assim, vislumbrou-se as capivaras como sendo um reservatório e disseminador de enfermidades pelo Maranhão, já que são habitantes de áreas neotropicais, onde em período seco e chuvoso, estão constantemente se deslocando para outros ambientes inundados.

Como relevância prática, no Maranhão, esses animais foram detectados pela primeira vez como reagentes a anticorpos anti-*Leptospira* em capivaras de vida livre. Já que estão em constante contato com outras espécies, silvestres ou não, compartilham alimentos, água e abrigo, em um mesmo ambiente, e o homem é parte da interação, com sua força laboral com os animais domésticos.

Os estudos de síndromes vesiculares, nervosas, respiratórias e hemorrágicas, nos animais domésticos ou silvestres, e suas notificações aos organismos internacionais, nos traz credibilidade, respeito e interesse mundial, já que somos um país agropecuário com grande potencial de exportação, como vem sendo demonstrado pelo nosso agronegócio em progressão.

No cenário e regras internacionais, os países membros da OMSA (Organização Mundial de Saúde Animal), procuram identificar riscos e avaliar doenças importantes em

cenários globais, locais ou pandemias, utilizando-se de aplicativos ou plataformas para consulta, por exemplo, a ferramenta empregada que conta com mais de 400 especialistas da Comunidade Européia, descrevendo 57 enfermidades (05 a 10 por doença), é popularmente conhecida como *DISCONTTOOLS* (*DISEase CONtrol TOOLS*), com um banco de dados de acesso aberto, que pontua critérios previamente avaliados, sobre doenças infecciosas e parasitárias de animais terrestre no mundo. No conhecimento epidemiológico de cada doença, os especialistas descrevem e pontuam os impactos, na sanidade e bem-estar animal, na saúde pública, na sociedade de forma mais ampla, no comércio e ferramentas de controle com os diagnósticos, vacinas e produtos terapêuticos.

Assim, sendo uma perspectiva para programas de saúde com reflexos na sanidade animal, utilizou-se a *DISCONTTOOLS*, na descrição de modelo de priorização de riscos e danos, por comparação entre doenças reprodutivas estudadas, Brucelose, Leptospirose e Febre Q, e seus perfil por scores, relacionando os critérios e avaliação por pontuações. Enfermidades essas que foram objeto de estudos ecoepidemiológicos, moleculares e sorológicos pela presença de anticorpos circulantes no Maranhão, bem como, utilizou-se para os Endoparasitas de capivaras assinalados em pesquisa, ou seja, os coccídios e nematoides encontrados no estado. Portanto, as lacunas foram transcritas em números, e podem ser reproduzidas nos ecossistemas maranhense, como no cerrado, mata de cocais e amazônico.

A ferramenta *DISCONTTOOLS*, foi pensada para monitorar uma ou várias enfermidades, ou mesmo compará-la, para direcionar prioridades ao serviço veterinário oficial, por exemplo, as que podem ser atendidas pelo nosso Estado, como forma de contribuição para as políticas públicas, programas de interesse nacionais, estaduais, na prevenção e controle de enfermidades importantes localmente.

A relevância do trabalho ecoepidemiológico, no conhecimento de infecções, e/ou parasitismo nas capivaras, revelam a potencialidade da espécie, na manutenção e dispersão de zoonoses, seja pela capacidade de ser reservatório (ou amplificadores) de muitos microrganismos aos animais domésticos, silvestres e fauna exóticas, seja pela coabitação em área periurbana, rural, ou silvestre, zoológicos ou área de conservação, assim, trazendo uma reflexão mais profunda nas relações de estudos biológicos, ecológicos, aspectos clínicos, patológicos, na temática de ‘*uma saúde única*’, na busca de resposta social e econômica, necessidade de preservação dos ambientes naturais, estratégias de criações saudáveis e produtivas com planos estratégicos de vacinações e

vermifugações, assim, diminuindo custos medicamentosos e de hospitalizações de animais e humanos.

1.2. OBJETIVOS

2.1.1. OBJETIVO GERAL

- Realizar estudo da capivara no estado do Maranhão como bioindicador de enfermidades de interesse veterinário e de importância à saúde única.

2.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar levantamento bibliográfico sobre doenças de interesse veterinário em capivaras;
- Pesquisar a ocorrência de *Brucella abortus*, *Leptospira* spp., *Coxiella burnetti*, *Parapoxvírus* e *Orthopoxvírus* em capivaras no estado do Maranhão;
- Levantar a ocorrência de endoparasitos em capivaras no estado do Maranhão;
- Promover a educação continuada, chamando a atenção dos técnicos das ciências agrárias, para a convivência ou controle de capivaras no estado do Maranhão.

1.3. ESTRUTURA DA TESE

Esta tese consiste em apresentar modalidade de biovigilância, que pode ser empregada em capivaras de vida livre na natureza ou em cativeiro, e encontra-se estruturada em capítulos:

- **CAPÍTULO I** - tratou-se da introdução geral, com resumo dos estudos, objetivos, justificativa e importância do trabalho.
- **CAPÍTULO II** - abordou-se na fundamentação teórica, sobre as capivaras (histórico, taxonomia, reprodução e distribuição geográfica); Doenças de interesse veterinário em capivaras, na descrição dos poxvírus, temos um capítulo de livro: revisão sobre o *Orthopoxvirus* no Brasil, inclui-se ainda, relatos de doenças reprodutivas, endoparasitas, bem como, a vigilância e educação sanitária como ferramentas de conscientização de comunidades.
- **CAPÍTULO III** - zoonoses específicas foram estudadas algumas doenças virais (*Orthopoxvirus* e *Parapoxvirus*) e bacterianas (*Brucelose*, *Leptospirose*, *Febre Q*),, assim, relatou-se a presença de anticorpos anti-*Leptospiras* em capivaras de vida livre, como o *primeiro registro no Maranhão*.

- *CAPÍTULO IV* - trata-se de um artigo científico, intitulado de ‘Ocorrência de endoparasitos em capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) de vida livre no Maranhão).
- *CAPÍTULO V* - encontra-se as Considerações Finais da tese, onde enfatizou-se relevância das capivaras como bioindicadores e/ou sentinelas de ecossistemas úmidos, por estarem presentes e em convívio em grupo de diferentes espécies animais (sub-populações), em uma região geográfica comum (distribuição espacial e temporal).
- APÊNDICES - editou-se um Guia Orientativo: ‘*Capivaras no Maranhão: conhecendo características e enfermidades para preservar ou controlar*’, que é um material informativo, o qual foi pensado e trabalhado para chamar atenção de técnicos das ciências agrárias à espécie, principalmente, os que estão no campo, por vezes sem oportunidades. Considerou-se que é preciso conhecer algumas características e doenças infecciosas e parasitárias das capivaras, como forma de defender, controlar e/ou resguardar a espécie, com perspectivas de planificação de melhorias sanitárias, de saúde pública, índices sociais e econômicos. Nos apêndices temos, ainda, fotografias de campo que caracterizam os ambientes de criação, tipos de coletas, diagnósticos realizados, como também, cronologia dos surtos de *Orthopoxvirus* e *Parapoxvirus* no país.

2.1.4 REFERÊNCIAS

ALHO, Cleber I.R. Criação e manejo de capivaras em pequenas propriedades rurais. - Brasília. EMBRAPA, (EMBRAPA -DDT. Documentos 13). 1986. 48p. -

ALONSO, RC. **Aspectos clínico-patológicos das poxviroses em bovinos no Distrito Federal (2015-2018)**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2018 51p. Dissertação de Mestrado. <https://repositorio.unb.br/handle/10482/34988>

BRASIL CÂMARA, Isadora de Menezes et al. Influência das doenças parasitárias na produção de subsistência do pequeno produtor da agricultura familiar. **GeSec: Revista de Gestão e Secretariado**, v. 14, n. 6, 2023.et al. 2016.

CDC. CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. **Poxvirus**. 2020. U.S. Department of Health & Human Services. Disponível em <https://www.cdc.gov/poxvirus/>. Acessado em 08 mai. 2020.

CDC. Centers for Disease Control and Prevention. **Smallpox Signs and Symptoms**. 2023. Disponível em <https://www.cdc.gov/smallpox/symptoms/index.html>

CUETO, G. R. Diseases of Capybara. In: MOREIRA, J. R.; FERRAZ, K.; HERRERA, E. A, MACDONALD, D. W., editors. Capybara Biology, Use and Conservation of an Exceptional Neotropical Species. New York: **Springer-Verlag**; 2013. p. 169-84.

CHRISTEN, J. R., Edouard, S., Lamour, T., Martinez, E., Rousseau, C., de Laval, F., Catzefflis, F., Djossou, F., Raoult, D., Pommier de Santi, V., & Epelboin, L. (2020). Capybara and Brush Cutter Involvement in Q Fever Outbreak in Remote Area of Amazon Rain Forest, French Guiana, 2014. **Emerging infectious diseases**, 26(5), 993–997.

CUTOLO, Andre Antonio. **Anticorpos para *Leptospira* spp. em mamíferos silvestres do município de Monte Mor, estado de São Paulo.** 2019.

DA COSTA, Ricardo Sant'anna. "Avaliação da eficiência de vacinas comerciais para o controle da leptospirose em caninos naturalmente expostos a infecção." (2021): 121-121. Tese (Área de Concentração: Clínica e Reprodução Animal). Universidade Federal Fluminense. 2021. 121p.

DA SILVA TF, de Quadros APN, do Rêgo GMS, de Oliveira J, de Medeiros JT, Dos Reis LFM, Ribeiro TMP, Carvalho MV, de Mattos PSR, Mathias LA, Paludo GR. *Leptospira* spp. in Free-Ranging Capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) from Midwestern Brazil. **Vector Borne Zoonotic Dis.** 2023 Mar;23(3):106-112.

DAVOUST, Bernard et al. Three-toed sloth as putative reservoir of *Coxiella burnetii*, Cayenne, French Guiana. **Emerging infectious diseases**, v. 20, n. 10, p. 1760, 2014.

DE JESUS, João Victor et al. parasitos gastrointestinais de roedores e suas implicações na saúde pública. **Multiplicidade das ciências da saúde volume 4**, 2023.

DE OLIVEIRA, Jaqueline Silva et al. Low prevalence of anti-Orthopoxvirus neutralizing antibodies in an urban population of Brazil. **Journal of Medical Virology**, v. 95, n. 6, p. e28859, 2023.

DIAS-FILHO, A.F. BRUHN FRP. CHAVES, NP. CARDOSO, DL. ARRUDA, RCN. PEREIRA, SM. Varíola bovina no Estado do Maranhão: sinais clínicos e distribuição espacial, 2009-2011. **Ars Veterinaria**. N.4. v. 29. 2013

DISCONTTOOLS PROJECT MANAGER. **How to use the database. 2023.** Disponível em <https://www.discontools.eu/database.html>

DOBROWOLSKI, E.C.; SLOMPO, D.; CARRASCO, A.O.T.; SEKI, M.C. Eficácia do praziquantel e da ivermectina em equinos infectados naturalmente com ciatostomíneos. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v.14, n.1, p.75-81, 2016.

ESCHER M, Flamand C, Ardillon V, Demar M, Berger F, Djossou F, et al. Epidémiologie de la fièvre Q en Guyane: connaissances, incertitudes et perspectives. **Bulletin de Veille Sanitaire**. CIRE Antilles Guyane. 2011;7:6–10

FREIRE, Roberta Lemos et al. Cross-sectional study of *Leptospira* spp. and *Brucella abortus* in goat herds from Paraná State, Brazil. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 45, p. 1-9, 2017.

GARDON J, Heraud JM, Laventure S, Ladam A, Capot P, Fouquet E, et al. Suburban transmission of Q fever in French Guiana: evidence of a wild reservoir. **J Infect Dis.** 2001;184:278–84.

HERRERA, E. A. Growth and dispersal of capybaras, *Hydrochaeris hydrochaeris*, in the llanos of Venezuela. **Journal Zoologia (London)**, n. 228, p. 307–316, 1992.

HERRERA, Emilio A. Capybara social behavior and use of space: patterns and processes. **Capybara: biology, use and conservation of an exceptional neotropical species**, p. 195-207, 2013.

HURST, C. J. (2018). Opportunistic bacteria associated with mammalian livestock disease. **The connections between ecology and infectious disease**, 185-238.

LEWIS-JONES, S. STERLING, J. C. Poxvirus Infections. *In*: HOEGER, P. KINSLER, V. YAN, A. HARPER, J. ORANJE, A. BODEMER, C. LARRALDE, M. LUK, D. MENDIRATTA, V. PURVIS, D. Harper's Textbook of Pediatric Dermatology, Fourth Edition. **John Wiley & Sons Ltd**. Chapter 52. 2019.

LIMA, Stephanie C. et al. Mortalidade causada por nematódeos gastrintestinais em bovinos de corte submetidos a protocolo sanitário inadequado. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 42, 2022.

LORD, V. R., & Flores, R. (1983). *Brucella* spp. from the capybara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) in Venezuela: serologic studies and metabolic characterization of isolates. **Journal of wildlife diseases**, 19(4), 308–314. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-19.4.308>

MARVULO MFV, Silva JCR, Ferreira PM, De Moraes ZM, Moreno AM, Doto DS, Paixão R, Baccaro MR, Vasconcellos SA, Neto JSF (2009) Experimental leptospirosis in capybaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*) infected with *Leptospira interrogans*. **J Zoo Wildl Med**. 2009 Dec;40(4):726-30. doi: 10.1638/2007-0042

MOREIRA, José Roberto et al. Taxonomy, natural history and distribution of the capybara. **Capybara: Biology, use and conservation of an exceptional neotropical species**, p. 3-37, 2013.

NOGUEIRA MF. CRUZ TF. Doenças da Capivara. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2007. 74 p. <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/805195/1/Livro030.pdf>

ROCHA, Vlamir José et al. Capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) e a presença do carrapato (*Amblyomma sculptum*) no campus da UFSCAR-Araras, São Paulo. **Ciência Animal Brasileira**, v. 18, 2017.

SANTOS, V. S.; Siqueira, T. S.; Silva, J. R. S. Temporal trends and spatial distribution of Brazilian spotted fever in Brazil. **J Travel Med**. 2023 Nov 18;30(7):taad116. doi: 10.1093/jtm/taad116. PMID: 37684722.

SCALI, Federico. A Scoring Model For Risk Characterisation And Setting Priorities In Veterinary Public Health. 2014.

SILVA, Lorena Ferreira et al. Aspectos epidemiológicos e clínico-patológicos das poxviroses de bovinos no Estado de Goiás (2010-2018) e soroprevalência de vaccínia bovina em bovinos no Distrito Federal. 2020.

SOUSA GE. **Soroprevalência e detecção molecular de *Leptospira* spp. e *Brucella* spp. em *Podocnemis expansa* criadas em cativeiro**. 2019. (Dissertação de Mestrado - Ciências Biológicas. Zoologia Aplicada. Conservação de Espécies Animais) do Instituto Federal Goiano. Urutaí, GO: IF Goiano, 2019. 39p. disponível em <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/495>

SOUZA, S. L. P. *et al.* Endoparasites of capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) from anthropized and natural areas of Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, n. 30, v. 2, 2021.

TESINI, Brenda L. **Variola**. Manuais MSD para profissionais. Merck & Co. University of Rochester School of Medicine and Dentistry. Abr 2023. Disponível em <https://www.msdmanuals.com/pt-br/profissional/doencas-infecciosas/virus-drus-pox/varicela>

TRINDADE, G. S. *et al.* Aracatuba virus: A vaccinia like virus associated with infection in humans and cattle. *Emerging Infectious Diseases*. Atlanta: **Center Disease Control**, v.9, n.2, p.155-160, 2003.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. CAPIVARAS (HISTÓRICO, TAXONOMIA, REPRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA)

Quando os colonizadores ibéricos chegaram à América do Sul, eles encontraram uma fauna abundante e pela anatomia incomum e o comportamento diversos, nomearam os animais recém-descobertos em homenagem às espécies mais análogas à Europa, assim, as capivaras pareciam “*um tipo de porco*”. Marcgrave em 1648, forneceu o primeiro nome para a capivara com base em uma descrição naturalística: “*Capy-bara Brasiliensibus: Porcus est fluviatilis*” (*porco do rio*). Depois adaptaram uma representação fonética do nome local, palavra deriva do indígena tupi, que no século XV, chamavam de *kapii'gwara*, (*ka'pii* = “capim” + *gwara* = “comedor”), que significa comedor de capim (Moreira *et al.*, 2013).

Em termo de estudos epidemiológicos, deve-se considerar a capivara dentre os animais selvagens, ou seja, aqueles cujos caracteres fenotípicos não são afetados pela intervenção humana, assim, vivem de forma independente, sem exigir o controle ou intervenção humana (OMSA, 2021).

Em 1762, Brisson classificou a capivara em um gênero separado que chamou de “*Hydrochoerus*”. Até 1991, por anatomia e tamanho foram feitas subdivisões, a capivara maior (*H. hydrochaeris*) e a capivara menor (*H. isthmius*). Hoje a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) é membro da subfamília *Hydrochoerinae*, e da família dos roedores sul-americanos como *Caviidae* (Moreira *et al.*, 2013).

A cecotrofia (ingestão de fezes) é observada em lagomorfos e em alguns roedores e consiste na ingestão de um tipo específico de excremento produzido no ceco, observações deste do comportamento em capivaras foi observado entre 10 h e 48 min a 11 h e 44 min após a ingestão de alimentos (Mendes *et al.*, 2000).

As capivaras são os maiores roedores vivos (cerca de 50 kg), e seu sistema digestivo está envolvido na fermentação cecal e são um mamífero cecotrófico e sua eficiência digestiva é comparável à dos ruminantes. O período muito curto de receptividade sexual (8 horas) ajudam os machos dominantes a obterem acesso exclusivo às fêmeas. Em termos de gestação, é a mais longa conhecida entre os roedores, em torno de 150 dias. No dimorfismo sexual, são os únicos roedores que possuem uma protuberância nasal nos machos (MacDonald *et al.*, 2013).

As capivaras raramente são encontradas longe de corpos d'água, habitam vários tipos de áreas úmidas, incluindo florestas ao longo de rios, manguezais e pântanos, todavia, não são encontradas em partes áridas com a Caatinga Nordestina e também no Chile (Herrera *et al.*, 2013).

2.2. DOENÇAS DE INTERESSE VETERINÁRIO EM CAPIVARAS

Em condições naturais em populações de vida livre, a mais importante doença das capivaras, é a “tripanossomíase” ou “mal das cadeiras”, causada pela infestação do *Trypanossoma venezuelense*, de alto poder infeccioso, contudo, as maiores causas de morte, são a predação, grande morbididade em infantes e a desnutrição em períodos secos (Gonzáles Jiménez, 1995).

A capivara é um animal bastante rústico e se confrontado, por exemplo, com animais domésticos de grande porte, são passíveis de obter verminoses e coccidioses, que se torna mais graves quanto mais conglomerados estiverem os animais, os filhotes são os mais sensíveis, principalmente na desmama. Já os ectoparasitas mais comuns são as infestações por carrapatos e a sarna (Silva, 2013). Segundo Gonzáles Jiménez (1995), são sensíveis ao *Sarcoptes scabiei*, e apresentam também uma extensa dermatose.

Num estudo de dispersão por marcação e recaptura, apresentou evidências de que indivíduos juvenis (3 machos e 3 fêmeas) se dispersaram igualmente. Onde inicialmente capturados no mesmo local foram recapturados juntos novamente, já como adultos a 3,5 km de distância (Herrera *et al.*, 2011; Herrera *et al.*, 2013).

Em seus deslocamentos têm criado conflitos entre humanos, animais selvagens e a propagação de zoonoses, como por exemplo, a febre maculosa brasileira (FMB). Em todos os cenários naturais de São Paulo, as capivaras evitavam as florestas durante o dia e a noite, entretanto, procuram evitar contato humano, já que na seleção por habitats florestais, foi elevado em áreas modificadas pelo homem, principalmente durante os períodos diurnos (Dias *et al.*, 2020).

Os contatos com capivaras vêm se estreitando também, em áreas de convivência com humanos, em proximidade aos corpos d'água e agressões podem acontecer. Rossetto *et al.* (2021), citam uma mulher de Santa Catarina, que foi mordida na coxa esquerda, enquanto tentava resgatar seu cão de um ataque de capivara, durante caminhada numa área arborizada. Ela foi medicada, porém, o cachorro morreu dois dias depois.

Capivaras encontradas mortas, são utilizadas como fonte de informações e monitoramentos de infecções. Pela proximidade e mitigação de risco de acidentes ou evitar a colisão de capivaras com veículos nas estradas, Da Silva *et al.* (2022), recomendam o uso de redutores de velocidade nas proximidades dos parques, com o intuito de impedir danos materiais e promoção do bem-estar aos animais e humanos no trânsito.

A família *Enterobacteriaceae* (microbiota normal dos intestinos de seres humanos e animais) pode ser de vida livre, porém, é encontrada em ecossistemas aquáticos, e contaminados por esgoto (BEAUDOIN, 2007). Nesta família estão incluídos, os gêneros *Salmonella*, *Yersinia* e *Escherichia*. No Brasil, Bandarra *et al.* (1995) relataram um caso de septicemia em capivara causadas por *Salmonella* sp., já Nogueira (1998) relatou o isolamento de linhagens de *Salmonella* (sorovar *Belem*, e sorovar *Paratyphi B*), *Yersinia enterocolitica* e *Escherichia coli*, como também, outras cepas de *Aeromonas* (*A. sobria*, *A. caviae* e a *A. hydrophila*) e o *Campylobacter jejuni*. (NOGUEIRA & CRUZ, 2007).

CHIACCHIO *et al.* (2012), citam que as capivaras desempenham um papel ecoepidemiológico na transmissão de patógenos zoonóticos, incluindo os agentes causadores da febre maculosa brasileira (FMB), leptospirose, entre outras. Estudando a saúde de 31 capivaras de vida livre em São Paulo, descreveram a presença dos carrapatos, *Amblyomma* spp., como potenciais vetores de *Rickettsia* spp. e tiveram evidências de exposição ao vírus da Raiva, *Leptospira* spp. e *Toxoplasma* spp. Para tanto, consideraram a necessidade de garantir a manutenção de programas de saúde pública e monitoramento da sanidade da vida selvagem.

CHARLIER *et al.* (2022) citam que em caso de doenças epizoóticas, com detecção tardia ou ausência de detecção, são um grande obstáculo à contenção da enfermidade, para tanto, citam a importância do diagnóstico laboratorial, para um controle que se beneficie de diagnósticos mais acessíveis e de vigilância ativa. O aumento da pesquisa sobre saúde animal é um pré-requisito para abordar questões globais, como segurança alimentar, mudança climáticas, resistência antimicrobiana e antiparasitária, e preparação para atender emergências sanitárias (vigilância, depopulação, limpeza e desinfecção, rastreamento, zoneamento e controle de trânsito).

A capivara e as zoonoses, concerne no conceito de ‘saúde única’ (*one health*), pois, apresenta-se como uma oportunidade de melhorar a proteção da saúde pública,

animal e ambiental, por meio da implementação de políticas de prevenção e controle integrado de patógenos, evitando-se ameaças e impactos negativos em área rural (BRASIL, 2021).

Para um sistema de defesa sanitária de um país, a difusão de informações entre os setores da saúde pública e da sanidade animal são basilares, considerando-se que 75% das novas doenças humanas conhecidas originam-se dos animais, consequentemente, é fundamental utilizar-se de educação sanitária para promoção da saúde, entre outras atividades relacionadas com a comunicação do risco ou perigo (OMSA, 2020). É extremamente importante incluir a fauna silvestre, no processo educativo como possíveis reservatórios de infecções e/ou infestações.

2.2.1. DOENÇAS REPRODUTIVAS

A notificação de enfermidades nos animais tem suas origens nas culturas antigas, tanto por conta do contato familiar e profissional, quanto pela segurança alimentar, que algumas espécies devem apresentar até serem consumidas. Portanto, as zoonoses reprodutivas devem ser informadas ou monitoradas, pois, podem apresentar alta morbidade, letalidade e perdas econômicas expressivas (Leitão; Cantarino, 2021).

A Leptospirose é uma infecção bacteriana causada do gênero *Leptospira*, caracterizada por esplenomegalia, icterícia e nefrite, que podem causar a morte de animais ou pessoas, assim, é reconhecida no mundo, como um importante problema emergente de saúde pública, e ainda, pode ser transmitida através do contato com solo, água ou alimentos contaminados com urina, secreções, e/ou excreções de animais infectados (Cueto, 2013).

Leptospira penetra através da pele ou mucosas lesionadas e posteriormente é excretada pela urina. A vigilância na saúde humana, de dar pela ocorrência da notificação obrigatória realizadas em apenas em alguns países, mas, há uma lacuna no sistema internacional, para apoiar a informação sobre a leptospirose. As vacinas geralmente são produzidas de culturas de células e sorovares específicos (Goris, 2021).

Segundo Marvulo et al. (2009), as capivaras infectadas experimentalmente com uma cepa virulenta de *Leptospira interrogans*, experimentam as fases leptospiremia e leptospirúria clássicas, semelhantes às descritas anteriormente em bovinos, suínos, cães e outros animais.

Brucella abortus é uma das principais causas de aborto em bovinos, mas também pode infectar animais domésticos como os selvagens. No ano de 1973, Plata Garcia, apresentou o primeiro relato de anticorpos para *Brucella* spp. em capivaras. Assim como, Bello et al. (1976), Lord et al. (1981), Lord e Flores (1983) nos anos seguintes, por consequência, sugeriram que as capivaras selvagens deveriam ser consideradas como um importante hospedeiro da brucelose nas Américas (Cueto, 2013).

O significado epidemiológico destas infecções por *Brucella* em capivaras (hospedeiro alternativo), no que diz respeito às medidas de prevenção e controle, não serem bem compreendidas (Nielsen, 2018).

Quanto às vacinas para bovinos: As vacinas das cepas lisas atenuadas B19 de *B. abortus*, é a vacina mais eficaz em bovinos, porém, não oferece proteção absoluta. Há de se ter cuidados, uma vez que, interfere, por exemplo, no diagnóstico por antígeno acidificado tamponado (AAT), e isso pode dificultar um processo de erradicação, se as bezerras não forem vacinadas na idade correta. A vacina também é eficaz contra a infecção por *B. melitensis* em bovinos, um evento relativamente frequente em alguns países em desenvolvimento. Já a cepas rugosas da *B. abortus* RB51, é uma variante obtida para evitar a interferência da vacinação em testes sorológicos comuns. Entretanto traz uma proteção inferior que a B19 contra *B. abortus* em bovinos. É ineficaz em ovinos, suínos e animais selvagens testados, como também, induz aborto em vacas gestantes, excreção no leite e não é segura para os touros. É virulenta para humanos e resistente à rifampicina. Nunca foi provado, ser mais eficaz que o B19 na erradicação da infecção por *B. abortus* em bovinos em qualquer país (Moriyón *et al.*, 2018).

A Febre Q, é uma zoonose causada pela bactéria intracelular, *Coxiella burnetii*, que foi descrita pela primeira vez na Austrália em 1935. É endêmica em todo o mundo, em uma variedade de aves, mamíferos selvagens, domésticos e artrópodes, bem como, tem sido um foco importante de pesquisa na Guiana Francesa há duas décadas, e sua epidemiologia única precisa ser melhor explicada, seja quanto a sua distribuição temporo-espacial, reservatórios animais e modos de transmissão. Em relação aos animais silvestres, estudos realizados na Mata Atlântica na Bahia, Rio de Janeiro e Santa Catarina, demonstraram infecção por testes moleculares (PCR) em roedores silvestres 4,6% e morcegos 3,4%. A bactéria é transmitida aos mamíferos principalmente durante o parto, e *C. burnetii* é encontrada em altas concentrações na placenta, líquido amniótico e outras excreções do parto de ovinos, bovinos e caprinos. Animais, como equídeos, capivaras e

gambás, são fontes de alimento para os carrapatos que atuam como reservatórios e perpetuadores de infecção por riquetsias na natureza (Gardon, 2001; Epelboin, *et al.*, 2021).

Os dois grupos de fatores de risco foram identificados com a *C. burnetii*, a localização no espaço rural e a correlação com a alta precipitação, e anticorpos foram encontrados em várias espécies, mas particularmente no roedor, da espécie *Proechimys*, ou rato-de-espinho na região Neotropical (Gardon, 2001).

Esta situação implica que os roedores, alguns com hábitos peridomiciliares, podem ser um elo importante na transmissão de infecções entre a vida selvagem, os seres humanos e os rebanhos. *Coxiella burnetii* foi detectada no *Akodon cursor* (rato-do-chão), foi o hospedeiro mais frequente, seguido por *Mus musculus* (rato-doméstico), *Oxymycterus dasytrichus* (rato-bubo) e o rato-do-arroz, *Oligoryzomys nigripes* (Rozenal, 2017). Um surto de febre Q em 2014, ocorreu em uma área isolada da Floresta Amazônica na Guiana Francesa e amostras fecais de capivaras foram positivas para DNA de *Coxiella burnetii*, por conseguinte, a capivara passou a ser um suposto reservatório em área neotropical (Christen, 2020).

2.2.2. POXVÍRUS

A palavra "*variola*" deriva-se de uma palavra em inglês "*smallpox*", que significa "*pequenas pústulas*" (TALAVERA, 2008). Existem indicações da temida enfermidade nos restos do faraó Ramsés V, de 1.157 a.C. (GARCÍA, 2016). Com a varíola humana, em média, 30% das pessoas morriam, e aqueles que sobreviviam eram geralmente deixados com cicatrizes e marginalizados pela sociedade (CDC, 2021).

O início da vacinação humana começou em 1796 na Inglaterra, com cepas diferentes, quando *Edward Jenner* observou que uma ordenhadora, Sarah Nelmes, havia se contaminado com a varíola bovina (*Cowpox virus*) e não apresentava sintomas da varíola humana (*Variola virus*). (CDC, 2020).

Os vírus desta família são envelopados, em forma retangular ou elipsóide. Tem predileção por epitélio, evoluem clinicamente ao longo de alguns dias, de mácula, pápula, vesícula, úlcera e a cicatrização ocorre espontaneamente entre dias ou semanas (TESINI, 2023; CDC, 2023). A família inclui as subfamílias *Entomopoxvirinae*, cujos membros são encontrados em quatro ordens de insetos, e *Chordopoxvirinae*, cujos membros são encontrados em mamíferos, aves, répteis e peixes.

O genoma é composto por um DNA de fita dupla que se replica no citoplasma da célula e são capazes de sintetizar 200 proteínas. Os *Orthopoxvirus* são antigenicamente relacionados (Oliveira *et al.*, 2015).

Em 1961 o vírus *SPAn232* (SAV) foi isolado de camundongos sentinelas na floresta de Cotia, São Paulo (Trindade *et al.*, 2007). Em 1963, o *BeAn 58058* (BAV) foi isolado do sangue de um rato-do-arroz (*Oryzomys* sp.), capturado próximo à borda de uma área desmatada, nos arredores de Belém no Pará (Marques *et al.*, 2001).

Por sua grande diversidade no mundo, o vírus, possui várias espécies domésticas e sinantrópicas como transmissores, reservatórios e hospedeiros naturais, destacando-se, marsupiais, roedores, carnívoros domésticos e silvestres, principalmente, os felinos e caninos, ou mesmo, os animais marinhos como focas, os ungulados (bovinos, bubalinos, suínos, equídeos, ovinos, caprinos, cervídeos) e primatas não humanos (Damon, 2013; Páez-Martínez *et al.*, 2018; Lima *et al.*, 2019)

Em bovinos, o período de incubação (2 a 3 dias) evolui de uma erupção cutânea que cicatriza em 20 dias (Guedes *et al.*, 2013). Várias espécies de *Orthopoxvirus* são conhecidas por serem associadas aos roedores, que são reservatórios no Brasil (Emerson *et al.*, 2009). A infecção é transmitida pelo contato na ordenha ou picadas de insetos (Lemos; Riet-Correa, 2001). Através da pele lesionada por meios mecânicos, via respiratória ou via oral (Schatzmayer *et al.*, 2000).

Em fazendas onde os bezerros lactantes entram contato com o VACV (gênero *Orthopoxvirus*) em vacas apresentando lesões nas tetas, e no úbere, portanto, é comum observar lesões nos focinhos, lábios e mucosas orais (Madureira, 2009).

Na transmissão rural, o homem se infecta na ordenha de vacas enfermas, seja ela manual, mecânica, pelos copos de sucção (teteiras), ou outros fômites, bem como, o caminhão do leite também pode atuar com veiculador (Matos *et al.*, 2018). Estudos epidemiológicos sugerem que o movimento de seres humanos enfermos e a comercialização de animais infectados, seriam as principais causas dessa circulação viral em surtos (Kroon *et al.*, 2011).

Na transmissão por animais selvagens, pelo contato direto, ou indireto com secreções corporais de animais enfermos, seja pela aspiração ou ingestão de excrementos, depredação, disputas por território (brigas), consumo de carcaça, ou consumo de comida contendo saliva e a transmissão intrauterina, são onde os reservatórios mantêm ciclos de circulação ativa de vírus na natureza. Além disso, Roubey *et al.* (2016), existe um contágio

entre animais por aerossóis e por artrópodes hematófagos (Mayr *et al.*, 1990). Os roedores peridomésticos também podem se tornar infectados após contato com fragmentos de crostas dos bovinos ou humanos, ou leite contaminado, excrementos ou fômites (Abrahão *et al.*, 2015).

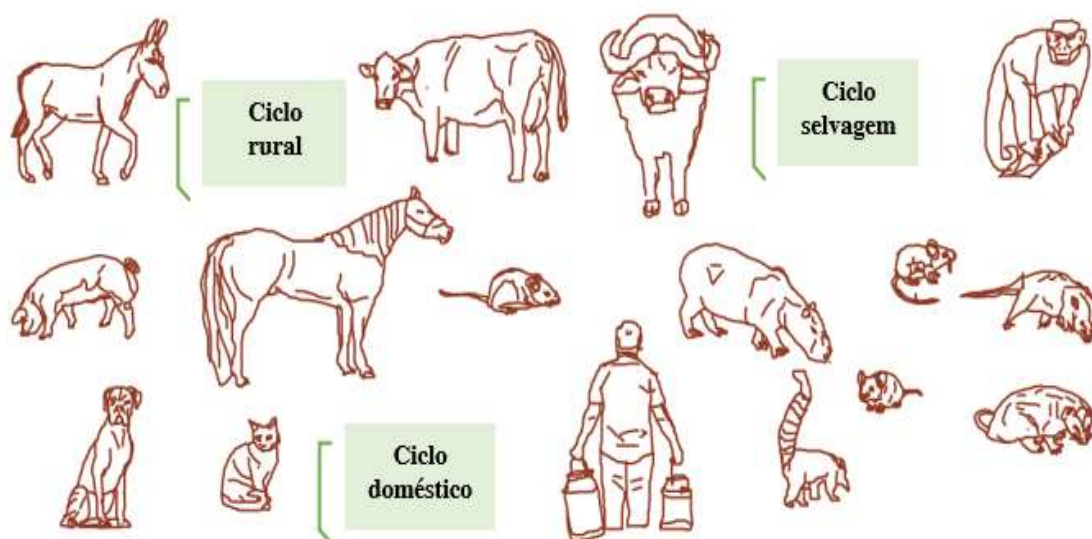


Figura 1 - Dinâmica da circulação do vírus família poxviridae de acordo com isolamentos recentes (apêndice p. 153). Considerando-se vários ambientes de convívio, contato direto ou indireto, predações, excrementos e secreções dos enfermos, instalações rurais, trabalhadores rurais, fômites, produtos produzidos, animais de produção, selvagens, domésticos, peridomésticos, aquáticos (promovendo ciclos rurais, ciclos selvagens e ciclos domésticos). Adaptado de Abrahão *et al.*, 2015; Rouby *et al.*, 2016; e Matos *et al.*, 2018. Desenhos de Arruda, 2021).

Nas cidades de Lajeado e Ipueiras no Tocantins, um estudo sorológico realizado entre fevereiro de 2001 a setembro de 2002, em ensaios de PCR e soroneutralização para *Orthopoxvirus* (OPV) em macacos-pregos (*Cebus apella*), bugius (*Alouatta caraya*), quatis (*Nasua nasua*) e cotia (*Dasyprocta sp.*), 18 apresentaram-se positivos, sendo destes, 11 macacos-pregos (*Cebus apella*) e sete bugius (*Alouatta caraya*) (Abrahão *et al.*, 2015).

Foi detectada a presença de *Orthopoxvirus* em capivara pelo teste de neutralização por redução de placa (PRNT), por Barbosa *et al.* (2014), no Estado de São Paulo.

Dutra e colaboradores em 2017, desenvolveram um método para detectar DNA de *Orthopoxvirus* em amostras de fezes de capivara e descreveram pela primeira vez em três regiões diferentes do Brasil, assim, sugeriram que as capivaras podem estar envolvidas no ciclo natural de transmissão do VACV.

Peres *et al.*, 2018 detectaram a presença de VACV nas fezes (5,8%) e na urina (1,8%) de roedores selvagens capturados nas áreas florestais em torno das fazendas de ordenha na região centro-oeste paulista (Torre de Pedra, Bofete e Anhembi).

No período de 2009 a 2011 foram investigadas 52 propriedades rurais e humanos no Estado do Maranhão, destas, 24 apresentaram casos de doenças pústulo-vesicular e se manifestaram em 288 bovinos. Através da PCR foi identificado o *Vaccinia virus* (VACV) (Dias-Filho *et al.*, 2013).

Em Açailândia no Maranhão, OLIVEIRA *et al.* 2015, descreveram surto do *Vaccinia virus* (VACV) que pelas características biológicas e moleculares, estavam relacionados ao Grupo 1.

Um total de 471 amostras de epitélios bovinos de fazendas leiteiras, de 15 Estados brasileiros (MG, SP, MA, MT, RO, BA, MS, PA, SE, GO, PI, TO, SC, PR e ES), foram avaliados entre 2007 e 2012, destes 45,1% das amostras foram detectadas como *Vaccinia virus* (VACV), os fatores de risco detectados nestas propriedades foram: a presença de roedores, a falta de higiene, e baixo uso de tecnologias nas criações (SILVA *et al.*, 2018).

2.2.3. ENDOPARASITAS

Os helmintos são classificados em dois grandes grupos, denominados filos: *Nemathelminthes* (nematóides), que são vermes que apresentam o corpo cilíndrico e *Platyhelminthes*, são os vermes que apresentam o corpo achatado. O controle adequado de nematódeos gastrintestinais, ou vermifugação em rebanhos ovinos, por exemplo, é imperativo aos pecuaristas, pois, pode tornar-se inviável economicamente devido à redução na produtividade e à mortalidade de animais (Amarante *et al.*, 2014).

A - NEMATELMINTOS OU NEMATÓDEOS (FILO NEMATODA)

Os efeitos dos nematóides (metazoários parasitas) ocorrem sobretudo na fase de crescimento, onde infecções subclínicas podem reduzir o ganho de peso em até 30%, e a doença clínica pode ser associada à mortalidade. Em bovinos produtores de leite, há perdas de 5 a 10%, ou até 40% em pequenos ruminantes. Já em suínos, podem causar redução do desempenho reprodutivo, ganho de peso, entre outras perdas, como as taxas de concepção mais baixas, má qualidade da carcaça e a infecção pode favorecer a entrada de infecções secundárias (DISCONTTOOLS, 2023). Animais silvestres, como as

capivaras, devem ser monitorados para determinar as perdas de peso, debilidade, aspectos reprodutivos e de crescimento, morbidade e mortalidade por endoparasitas.

Os nematóides estão ficando resistentes aos medicamentos, e é um problema bem conhecido para os ovinos, embora já estejam surgindo em bovinos, suínos e aves. A resistência anti-helmíntica é uma das principais ameaças ao controle sustentável de parasitas no futuro, entretanto, é também necessário avaliar o impacto das infecções em humanos, principalmente os de caráter zoonótico (DISCONTTOOLS, 2023).

Nematelmintos foram assinalados por Lignon *et al.* (2020), após observarem uma prevalência de parasitos da família *Strongylidae* em 74,3% dos solípedes estudados, Para Uribe e colaboradores (2021), a doença causada pelo gênero *Strongyloides* permanecem em grande parte negligenciada. Assim, rebanhos de capivaras infectados podem contribuir para a disseminação de nematóides que estão relacionadas ao solo. Já Jones *et al.* (2019), em estudos em capivaras juvenis e adultas localizaram no estômago e intestino delgado, *Trichostrongylus axei*, comum em bovinos e equinos. Destaca-se, de tal modo, a importância de esclarecer quais gêneros e espécies nos animais que estão em convivência, num mesmo espaço e período, quando for verificados os endoparasitas em capivaras.

Para melhorar o entendimento acadêmico, a classificação de helmintos e protozoa por táxons como Filo, Classe e a classificação por superfamília, família, gênero ou espécie podem ser vistas na tabela 4, exemplificados, para melhor entendimento do contexto em relação às capivaras em ambientes silvestres ou confinados no Brasil.

Tabela 1 - Classificação de helmintos que parasitam capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) em São Paulo e áreas naturais do Pantanal / Brasil.

Filo	Classe	Classificação
Helmintos	Nematoda	<i>Trichostrongyloidea</i>
		<i>Strongyloides chapini</i>
		<i>Strongyloides sp</i>
		<i>Capillaria hydrochoeri</i>
		<i>Habronema sp.</i>
		<i>Protozoophaga obesa</i>
		<i>Vianella hydrochoeri</i>
	Cestoda	<i>Monoecocestus hydrochoeri</i>

	Trematoda	<i>Monoecocestus hagmani</i>
		<i>Monoecocestus</i> spp.
		<i>Fasciola hepatica</i>
		<i>Paramphistomoidea</i>
		<i>Taxorchis schistocotyle</i>
		<i>Hydrochoeristrema cabrali</i>
Protozoa	Sub classe: Coccidia	<i>Eimeria</i> spp
		<i>Cryptosporidium</i> spp

Fonte: Sinkoc et al., 2004; Souza et al., 2021

Martins *et al.*, (2021), estudando amostras fecais de capivaras no Espírito Santo, detectaram *Fasciola hepatica* e consideraram a contribuição da espécie, como reservatórios, para a expansão geográfica do parasita na América do Sul.

B - PROTOZOÁRIOS, ORDEM EIMERIIDA, FAMÍLIA EIMERIIDAE

A doença conhecida como eimeriose (ou coccidiose) é causada por organismos unicelulares, denominados de protozoários, que acometem e danificam o epitélio digestivo de aves e mamíferos (Dias, 2012). As eimerias possuem uma fase de multiplicação assexuada e sexuada no seu ciclo de vida, onde a multiplicação sexuada ocorre no intestino do hospedeiro e culmina com a formação dos oocistos que são eliminados nas fezes contaminando ambiente (Amarante *et al.*, 2014). Na Classe Coccidia, o ciclo biológico se dá a partir da ingestão de alimentos contaminados por oocistos esporulados (ex.: pela ração e/ou capim), assim como pela água contendo os oocistos esporulado (Martins, 2019).

Oocistos dos protozoários *Cryptosporidium* spp. (Subclasse, Coccidia) e *Giardia* spp (Subclasse, Diplozoa) foram encontrados em fezes de capivara, pela exposição destes animais em esgoto não tratado e em solo como do Parque Natural Municipal Chico Mendes/RJ contaminado, tendo como consequência a persistência desses animais como reservatórios e com risco de transmissão zoonótica entre a fauna local e humanos que frequentam o recreativo local (Norberg *et al.*, 2020).

As capivaras são bioindicadores indiretos da dinâmica da saúde do ecossistema, deste modo, são favoráveis para compreender melhor as potenciais rotas de dispersão de parasitas para populações de animais e humanos. Em um estudo na Colômbia, relatou-se a presença de treze táxons parasitas em capivaras (cinco protozoários, quatro nematóides, um cestóide e três trematódeos), onde dois deles tinham um carácter zoonóticos

(*Plagiorchis muris* e *Neobalantidium coli*). De tal modo, este grande roedor neotropical, deve ser constantemente monitorado pelos possíveis problemas de saúde pública que possa existir. O trematódeo *P. muris* na Colômbia representa o primeiro relato na América do Sul (URIBE, et al., 2021).

Na Colômbia, onde há contatos de criação mista entre bovinos e capivaras, Giraldo-Forero e Murcia-Martínez (2019) levantaram a prevalência de parasitas gastrointestinais zoonóticos em abate de bovinos, e encontraram a espécie *Neobalantidium coli*. O protozoário ciliado, *N. coli*, é comum também em suínos e javalis (*Sus scrofa*) e podem infectar humanos e diversas espécies de mamíferos. Este agente foi identificado através de análise molecular em javali eurasiático (*Sus scrofa*) na província de Bushehr, sudoeste do Irã (Noorpisheh Ghadimi et al., 2014).

Os mamíferos, foram associados principalmente à espécie *Balantidium coli* (*Neobalantidium coli*), que são habitantes principalmente do intestino grosso (cólon), e por consequência, são transmitidos pela via oral/fecal, já nas fezes contaminadas, são eliminadas por um reservatório, sejam eles, suínos ou homem (Valles, 2021), ou mesmo, capivaras infectadas.

Devido à interação antropológica, o levantamento de patógenos zoonóticos na vida selvagem e monitoramento epidemiológico, é essencial para a ‘saúde única’. Em amostras fecais de capivaras em uma área urbana em Rio Branco/AC, a presença de *Escherichia coli* nos estudos, foi um alerta devido às interações entre animais silvestres e humanos (Merker Breyer et al., 2022).

A comunicação de risco na ‘saúde única’ descrita pelo *Centers for Disease Control and Prevention (CDC)*, se fundamenta na notificação de enfermidades, comunicação de risco, agravo ou perigo, vigilância, coordenação de programas, cooperações e interações entre a saúde humana, animal e ambiental (Brasil, 2021).

2.3. VIGILÂNCIA E EDUCAÇÃO SANITÁRIA

Na Nigéria e em outras partes da África, nas criações conjuntas entre rebanhos domésticos e os animais selvagens, utiliza-se ambas as espécies como sentinelas, em biomonitoramento, para avaliar a segurança alimentar e previsão de potenciais riscos para a saúde humana (Amadi et al., 2022).

A vigilância na sanidade animal, é uma peça importante nos sistemas de biovigilância, compreendendo a detecção de agravos biológicos, a análise de dados

relevantes à gestão para a tomada de decisões, e aplicação de medidas sociais educativas, em adoção do conceito de ‘*saúde única*’, em comunicação social. Entretanto, é necessário o aumento da participação das partes interessadas dentro das cadeias pecuárias (*stakeholders*), entre eles, os criadores, pesquisadores, veterinários em abatedouros, serviço de defesa, etc (Tan *et al.*, 2023). O primeiro passo no desenvolvimento de uma comunicação de perigo ou risco, é a estratégia de identificação das partes interessadas, ‘Quem pode ter influência para apoiar ou bloquear recomendações resultantes desta análise?’ (Jakob-Hoff *et al.*, 2015).

Lasswell em 1946, explica o fenômeno da comunicação com as cinco perguntas: Quem? (*emissor*), Diz o quê? (*mensagem*), Por meio de qual canal? (*meio*), A quem? (*receptor*) e Com que efeito? (*efeito*). O processo de comunicação em tempos de novas tecnologias, ganha outros contornos e nos leva a relativizar os papéis ocupados pelos elementos clássicos da comunicação (Barreto, 2014), principalmente no contexto da educação sanitária desejado.

A educação em saúde ou sanitária às comunidades, são a base de melhoria nas notificações, segundo a OIE (2015), o Regulamento Sanitário Internacional da Organização Mundial da Saúde, exige que todos os Estados Membros reforcem as capacidades básicas de detecção dos focos de doença e atualizem os acontecimentos que afetam a saúde pública, assim como, a capacidade de resposta imediata. Uma dessas disposições básicas é a comunicação de perigo ou risco às partes interessadas.

A habilidade mais fundamental que um bom comunicador deve ter, é uma compreensão clara da mudança que quer ver (ex.: na vigilância), assim, há duas dicas básicas para comunicações que seriam eficazes: obter um *resultado único e global das comunicações ou SOCO (Single Overarching Communications Outcome)*, ponderando questões como: “Por que falo/escrevo/respondo/apresento, etc.?” “Que mudança eu quero ver como resultado da minha comunicação?”. Uma outra questão é como *chegar ao ponto de forma rápida ou POINT (getting to your point fast)*, assim, depois de ter clareza sobre seu SOCO (foco), é saber para onde está alvejando (PONTO), você deve chegar o mais rápido possível aos seus objetivos. Especialistas são treinados para explicar a situação e todos os possíveis aspectos de um tema (ex.: vigilância), além de uma informação completa, é preciso levar as pessoas, de passo em passo, a uma conclusão lógica. Pois, nós tendemos a ouvir quando nossa atenção é capturada rapidamente, logo o foco será alcançado (OIE, 2015).

A FAO pondera e apoia os serviços veterinários dos Estados-Membros a construir e praticar uma abordagem de comunicação de riscos às ameaças à saúde animal, incluindo as zoonoses, ou seja, visam promover a educação, por compromisso com as partes interessadas (*stakeholders*), de forma a fornecer informações úteis, que envolvam a mídia com as questões pecuárias e promovam melhores entendimentos da ‘saúde única’ as comunidades-alvo, ou a nossa conhecida educação sanitária (FAO, 2015).

Segundo a OMS, a ‘saúde única’, é um enfoque que permite educar e instrumentalizar, o desenho da vigilância e aplicação de programas, a realizar investigações, construir políticas e marcos legais, nos quais vários setores que se comunicam e colaboram para obter melhores resultados na Saúde Pública (Brasil, 2021).

Na forma específica, a palavra vigilância sanitária animal, visa demonstrar a ausência, presença ou a distribuição de infecção e/ou infestação, de tal modo, que é uma ferramenta que se destina a acompanhar as tendências, que facilitem o seu controle, forneçam dados necessários para a análise de risco, assim como, animais de vida selvagem, devam ser incluídos nos sistemas de vigilância, já que podem desempenhar o papel de reservatório silvestre, igualmente, servir como indicador de risco para humanos e animais domésticos (OMSA, 2021).

Selmer De Moura *et al.*, (2019), utilizando-se de redes sociais como metodologia para divulgação de conteúdo educativo em ‘saúde única’, com fauna silvestre, entre os temas, observaram que quase metade do seu público (44,3%), estavam nas faixas etárias entre 18 e 24 anos e sua grande maioria, era o grupo feminino (78,5%). Ao se tratar de crianças e jovens, e a interação educativa, citam, que seria interessante uma abordagem, utilizando-se atividades recreativas e desenhos para atrair mais atenção, e para o público idoso, ter uma linguagem simplificada, e com mais interação social nas comunidades.

Considerar também num processo educativo, que os dados da vida selvagem, podem ser obtidos para fins de vigilância epidemiológicas, por vários atores: caçadores, vítimas de acidentes de trânsito, mercados de carne de caça, inspeções sanitárias de animais caçados, casos de morbidade e mortalidade observadas pelo público, centros de reabilitação de fauna, especialistas em vida selvagem, agricultores e proprietários, naturalistas e conservacionista (OMSA, 2021). Segundo a WHOA (2023), a maior ameaça para 72% fauna selvagem é a sobre-exploração, com o aumento da pressão proveniente da caça, da pesca ou do desmatamento, assim, uma das principais atividades da entidade, é ajudar os seus membros na notificação obrigatória de doenças não incluídas

em lista compulsória, ou seja, aquelas que afetam a vida selvagem, incentivando-os a comunicação voluntária da doença a parte, e no momento, o painel *WAHIS-WILD Beta*, está disponível apenas na versão em inglês para consulta.

(vide: *Global Situation / Situación mundial / Situation mondiale* <https://www.woah.org/es/que-hacemos/sanidad-y-bienestar-animal/sanidad-de-fauna-silvestre/#ui-id-3>).

Portanto, os animais silvestres devem estar contidos num processo de vigilância biomédica de infecções e/ou infestações, pelo modo de vida e coabitação com outros animais, seja através de pesquisas de anticorpos, estrutura moleculares e isolamentos, dentro de levantamentos e/ou monitoramentos regulares de animais de vida livre ou confinados, seja em agrupamentos ou subpopulações, em avaliação de deslocamentos, distribuição no ambiente (ou ecossistemas), seja em período seco ou chuvoso no Maranhão, para levantar e avaliar dados epidemiológicos, produzir resultados para educação continuada de profissionais agrários ou educativos às comunidades envolvidas.

2.4. REFERÊNCIAS

ABRAHÃO J. S., CAMPOS R. K. , TRINDADE GS, FONSECA FG, FERREIRA P. C. P. , KROON E. G. Outbreak of Severe Zoonotic *Vaccinia Virus* Infection, Southeastern Brazil. **Emerg Infect Dis.** 2015 Apr; 21(4): 695–698. doi: 10.3201/eid2104.140351.

ALONSO R. C., MOURA P. P., CALDEIRA D. F., MENDES M. H. A. F., PINTO M. H. B., CARGNELUTTI J.F., FLORES E. F., SANT'ANA F. J. F. *Poxviruses* diagnosed in cattle from Distrito Federal, Brazil (2015-2018). **Transbound Emerg Dis.** 2020 Jan 23. doi: 10.1111/tbed.13490.

AMADI, Cecilia Nwadiuto; FRAZZOLI, Chiara; ORISAKWE, Orish Ebere. Sentinel species for biomonitoring and biosurveillance of environmental heavy metals in Nigeria. **Journal of Environmental Science and Health, Part C**, v. 38, n. 1, p. 21-60, 2022.

AMARANTE, Alessandro Francisco Talamini do; RAGOZO, Alessandra; SILVA, Bruna Fernanda da. Os parasitas de ovinos. 2014. 254p. Disponível <https://static.scielo.org/scielobooks/nv4nc/pdf/amarante-9788568334423.pdf>

AMORA, LSL. **PCR Nested - Multiplex: detecção de *Orthopoxvirus* e *Parapoxvirus* diretamente de amostras clínicas**. 2013. 61f. Especialização (Monografia em Microbiologia). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

ANTUNES JMAP, BORGES IA, TRINDADE GS, KROON EG, CRUVINEL TMA, PERES MG, MEGID J. Exposure of free-ranging capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) to the *Vaccinia virus*. **Transbound Emerg Dis.** 2020 Mar; 67(2):481-485. doi: 10.1111/tbed.13376. Epub 2019 Oct 17.

ASSIS FL, FRANCO-LUIZ APM, PAIM LM, OLIVEIRA GP, PEREIRA AF, ALMEIDA. GMF, FIGUEIREDO LB, TANUS A, TRINDADE GS, FERREIRA PP, KROON EG, ABRAHÃO JS. Horizontal study of vaccinia virus infections in an endemic area: epidemiologic, phylogenetic and economic aspects. **Archives of Virology.** 2015;160: 2703-2708.

BARRETO, Simone Rodrigues. Novos paradigmas para a teoria da informação “mensagem-emissor-receptor” em tempos de novas tecnologias. **IV Colóquio Interdisciplinar de Cognição e Linguagem: educação, trabalho e identidade**, 2014. p. 297.

BEAUDOIN, R. N. et al. Isolation of a Bacteriophage from Sewage Sludge and Characterization of Its Bacterial Host Cell. **Rivier Academic Journal**. 3(1):1-8. 2007.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Conceitos de Saúde Única. Boletim Epidemiológico. Secretaria de Vigilância em Saúde**. Volume 52. Nº 40. Nov. 2021. Disponível em https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/edicoes/2021/boletim_epidemiologico_svs_40.pdf/

CDC - CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. **Poxvirus**. 2021. U.S. Department of Health & Human Services. Disponível em <https://www.cdc.gov/poxvirus/>.

CDC - CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. **History of Smallpox**. 2022. U.S. Department of Health & Human Services. Disponível em <https://www.cdc.gov/smallpox/history/history.html>

CDC. Centers for Disease Control and Prevention. **Smallpox Signs and Symptoms**. 2023. Disponível em <https://www.cdc.gov/smallpox/symptoms/index.html>

CHARLIER J, Barkema HW. DISCONTTOOLS supplement: Current research gaps for advancing control of infectious diseases in production animals. *Transbound Emerg Dis*. 2018 May;65 Suppl 1:5-8. doi: 10.1111/tbed.12878. PMID: 29878664.

CHARLIER J, Barkema HW, Becher P, De Benedictis P, Hansson I, Hennig-Pauka I, La Ragione R, Larsen LE, Madoroba E, Maes D, Marín CM, Mutinelli F, Nisbet AJ, Podgórska K, Vercruyse J, Vitale F, Williams DJL, Zadoks RN. Disease control tools to secure animal and public health in a densely populated world. *Lancet Planet Health*. 2022 Oct;6(10):e812-e824. doi: 10.1016/S2542-5196(22)00147-4. PMID: 36208644. <https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S2542-5196%2822%2900147-4>

CHIACCHIO, Rosely Gioia Martins Di. **Avaliação sanitária de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) de vida livre presentes na região da Cantareira - zona norte de São Paulo**. 2012. Dissertação (Mestrado em Patologia Experimental e Comparada) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP, São Paulo, 2012.

CHRISTEN, Jacques-Robert et al. Capybara and brush cutter involvement in Q fever outbreak in remote area of Amazon Rain Forest, French Guiana, 2014. **Emerging Infectious Diseases**, v. 26, n. 5, p. 993, 2020.

COSTA, G., RIBEIRO DE ALMEIDA, L., CERQUEIRA, A., MESQUITA, W., SILVA DE OLIVEIRA, J., MIRANDA, J. TRINDADE, G. (2018). *Vaccinia Virus* among Domestic Dogs and Wild Coatis, Brazil, 2013–2015. **Emerging Infectious Diseases**, 24(12), 2338-2342. <https://dx.doi.org/10.3201/eid2412.171584>.

CUETO, Gerardo Rubén. Diseases of capybara. **Capybara: Biology, use and conservation of an exceptional neotropical species**, p. 169-184, 2013.

DA SILVA, Ana Carolina França Balbino, Jorge Fernando Saraiva De Menezes, and Luiz Gustavo Rodrigues Oliveira Santos. "Roadkill risk for capybaras in an urban environment." **Landscape and Urban Planning** 222 (2022): 104398

DIAS Stéfany. Conheça os principais protozoários que afetam os animais. Portal para Profissionais Veterinários. **Revista veterinária**. 23 de março de 2012. Disponível em <https://www.revistaveterinaria.com.br/conheca-os-principais-protozoarios-que-acometem-animais/>

DIAS-FILHO AF, BRUHN FRP, CHAVES NP, CARDOSO DL, ARRUDA RCN. PEREIRA, SM. Variola bovina no Estado do Maranhão: sinais clínicos e distribuição espacial, 2009-2011. **Ars Veterinaria**. N.4. v. 29. 2013.

DIAS, T. C., Stabach, J. A., Huang, Q., Labruna, M. B., Leimgruber, P., Ferraz, K. M., ... & Rocha, V. J. . "Human-induced changes in habitat preference by capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) and their potential effect on zoonotic disease transmission." **bioRxiv** (2020): 2020-02.

DONATELE DM, TRAVASSOS CEPF, LEITE JÁ. KROON EG. Epidemiologia da poxvirose bovina no Estado do Espírito Santo, Brasil. **Braz J Vet Res Anim Sci**. 2007; 44:8.

DUTRA LAL, ALMEIDA GMF, OLIVEIRA GP, ABRAHÃO JS, KROON EG, TRINDADE, GS. (2017). Molecular evidence of *Orthopoxvirus* DNA in capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) stool samples. **Archives of Virology**, 162(2), 439–448. <https://doi.org/10.1007/s00705-016-3121-3>.

EMERSON GL, LI Y, FRACE MA, RASMUSSEN MAO, KHRISTOVA ML, GOVIL D, SAMMONS SA, REGNER Y RL, KAREM KL, DAMON IK, CARROLL DS. The Phylogenetics and Ecology of the *Orthopoxviruses* Endemic to North America. **PLoS ONE**. v. 4, p. 1- 7. 2009.

EPELBOIN, Loïc et al. Human Q fever on the Guiana Shield and Brazil: recent findings and remaining questions. **Current tropical medicine reports**, v. 8, p. 173-182, 2021.

ESSBAUER S, PFEFFER M, MEYER H. Zoonotic *poxviruses*. **Vet Microbiol**. 2010 Jan 27;140(3-4):229-36. doi: 10.1016/j.vetmic.2009.08.026. Epub 2009 Aug 26.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **EPIC Risk Communication for Animal and Public Health Threats - Veterinary Services**. 2015. 27p.

FARIKOSKI, Itacir O. et al. The urban and rural capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) as reservoir of *Salmonella* in the western Amazon, Brazil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 39, p. 66-69, 2019.

FERNANDES T. A vacina contra a varíola: seu primeiro século no Brasil (da vacina jenneneriana à animal) [em espanhol]. **Hist Cienc Saude Manguinhos** 1999; 6 : 29–51 10.1590 / S0104-59701999000200002.

GARCÍA SH. Poxvirus: características y enfermedades producidas. Importancia en el desarrollo de vacunas. **Universidad de Salamanca**. 2016.

GARDON, Jacques et al. Suburban transmission of Q fever in French Guiana: evidence of a wild reservoir. **The Journal of infectious diseases**, v. 184, n. 3, p. 278-284, 2001.

GIRALDO-FORERO, J. C., & Murcia-Martínez, X. J. (2019). Estudio piloto de frecuencia de parásitos gastrointestinales zoonóticos en bovinos sacrificados en la planta de beneficio del

município de Fômeque Cundinamarca-Colombia en el primer semestre del 2018. **Grup Sem Inv.** 2019.

GONZÁLES JIMÉNEZ, E. G. **El capibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*): estado actual de su producción.** Roma: FAO, 1995. p. 51-57. (Estudio FAO Produccion y sanidad animal, 122).

GORIS, Marga. **Disease in focus: Leptospirosis.** DISCONTTOOLS Project Management Board meeting. DISCONTTOOLS. 30 April 2021.

GUEDES MI, REHFELD IS, DE OLIVEIRA T. M., ASSIS F. L. , MATOS AC, ABRAHÃO JS, KROON EG, LOBATO ZI. Detection of *Vaccinia virus* in blood and faeces of experimentally infected cows. **Transbound Emerg Dis.** 2013 Dec; 60(6):552-5.

GÓMEZ-PANDO V, HERNÁN-LÓPEZ J, RESTREPO A, FORERO P. Study of an outbreak of vaccinia in dairy cattle and their milkers. **Bol Oficina Sanit Panam.** 1967; 63:111-121.

HAMMARLUND E, LEWIS MW, HANSEN SG, STRELOW LI, NELSON JA, SEXTON GJ, et al. Duration of antiviral immunity after *smallpox* vaccination. **Nat Med.** 2003; 9(9):1131-37. doi: 10.1038/nm917.

HERRERA E.A., Salas V., Congdon E.R., Corriale M.J., Tang-Martínez Z., Capybara social structure and dispersal patterns: variations on a theme, **Journal of Mammalogy.** Volume 92, Issue 1, 16 February 2011, Pages 12–20, <https://doi.org/10.1644/09-MAMM-S-420.1>.

HERRERA, Emilio A. Capybara social behavior and use of space: patterns and processes. **Capybara: biology, use and conservation of an exceptional neotropical species**, p. 195-207, 2013.

HORA AS, TANIWAKI SA, MARTINS NB, PINTO N, SCHLEMPER AE, SANTOS A, et al. Genomic Analysis of Novel *Poxvirus* Brazilian *Porcupinepox Virus*, Brazil, 2019. **Emerg Infect Dis.** 2021;27(4):1177-1180. <https://doi.org/10.3201/e6>.

JAKOB-HOFF R.M. et al. Manual of Procedures for Wildlife Disease Risk Analysis. OIE and IUCN, 2014. 163p

JONES, KR; LALL, KR ; GARCIA, GW . Endoparasites of selected native non-domesticated mammals in the neotropics (New World Tropics). **Veterinary sciences**, v. 6, n. 4, p. 87, 2019.

KROON EG, Mota BE, ABRAHÃO JS, FONSECA FG, TRINDADE GS. Zoonotic Brazilian vaccinia virus: from field to therapy. **Antiviral Res.** 2011;92:150–63 . 10.1016/j.antiviral.2011.08.018.

LEITÃO, Marcos Vinícius Nobre; CANTARINO, Ligia. Hospital escola de grandes animais: Papel na vigilância de zoonoses de importância em saúde pública. **Pubvet**, v. 15, p. 208, 2021.

LEMOS, RAA.; RIETCORREA, F. **Infecções víricas da pele do úbere em bovinos.** In: RIETCORREA, F., SCHILD, A.L., MÉNDEZ, M. D. C., LEMOS, R. A. A. Ed. Doenças de ruminantes e eqüinos. São Paulo: 2001, p. 113-120.

LEWIS-JONES S, STERLING JC. **Poxvirus Infections.** In: HOEGER, P. KINSLER, V. YAN, A. HARPER, J. ORANJE, A. BODEMER, C. LARRALDE, M. LUK, D. MENDIRATTA, V. PURVIS, D. Harper's Textbook of Pediatric Dermatology, Fourth Edition. John Wiley & Sons Ltd. Chapter 52. 2019.

- LIMA MT, OLIVEIRA GP, AFONSO JAB, SOUTO RJC, DE MENDONÇA CL, DANTAS AFM, ABRAHAO JS, KROON EG. An Update on the Known Host Range of the Brazilian *Vaccinia Virus*: An Outbreak in Buffalo Calves. **Front Microbiol.** 2019 Jan 22;9:3327. doi: 10.3389/fmicb.2018.03327. eCollection 2019.
- MACDONALD, D. W., Herrera, E. A., Ferraz, K. M. P., & Moreira, J. R. (2013). The Capybara paradigm: from sociality to sustainability. **Capybara: Biology, use and conservation of an exceptional neotropical species**, 385-408.
- MADUREIRA M.C. **Vaccinia Bovina no Estado De Minas Gerais, 2005–2007**. Ph.D. Thesis. Universidade Federal de Minas Gerais; Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil: 2009.
- MATOS ACD, REHFELD IS, GUEDES MIMC, LOBATO ZIP. Bovine *Vaccinia*: Insights into the Disease in Cattle. **Viruses.** 2018 Mar 9;10(3). pii: E120. doi: 10.3390/v10030120. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5869513/>.
- MARQUES JT, TRINDADE GD, DA FONSECA FG, DOS SANTOS JR, BONJARDIM CA, FERREIRA PC, KROON EG. Characterization of ATI, TK and IFN-alpha/betaR genes in the genome of the *BeAn 58058 virus*, a naturally attenuated wild Orthopoxvirus. **Virus Genes.** 2001 Dec; 23(3):291-301.
- MARTINS, Isabella Vilhena Freire et al. Molecular confirmation of *Fasciola hepatica* infection in capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) from the state of Espírito Santo, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 30, 2021.
- MARVULO MFV, Silva J. C. R, Ferreira P. M., De Moraes Z. M., Moreno A. M., Doto D. S., Paixão R, Baccaro M. R. , Vasconcellos S. A., Neto J. S. F. (2009). Experimental leptospirosis in capybaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*) infected with *Leptospira interrogans*. **J Zoo Wildl Med.** 2009 Dec;40(4):726-30. doi: 10.1638/2007-0042.
- MAYR A, CZERNY CP. **Cowpox virus**. En: Z. Dinter and B. Morein, eds. Virus infections in ruminants. Amsterdam. Elsevier; 1990: 9-15.
- MCINNES, C. J., Damon, I. K., Smith, G. L., McFadden, G., Isaacs, S. N., Roper, R. L., ... & Lefkowitz, E. J. (2023). ICTV Virus Taxonomy Profile: Poxviridae 2023. **Journal of General Virology**, 104(5), 001849.
- MENDES, A. Nogueira S.S.C, Lavorenti, A. Nogueira-Filho, S.L.G. A note on the cecotrophy behavior in capybara (*Hydrochaeris hydrochaeris*), **Applied Animal Behaviour Science**, Volume 66, Issues 1–2, 2000, Pages 161-167, ISSN 0168-1591, [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(99\)00080-5](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(99)00080-5).
- MEGID J, BORGES IA, ABRAHÃO JS, TRINDADE GS, Appolinário CM, Ribeiro MG, Allendorf SD, Antunes JM, Silva-Fernandes AT, Kroon EG. *Vaccinia virus* zoonotic infection, São Paulo State, Brazil. **Emerg Infect Dis.** 2012 Jan; 18(1):189-91.
- MEDAGLIA MLG, Pessoa LCGD, SALES ERC, FREITAS TRP, DAMASO CR. Spread of *Cantagalo Virus* to Northern Brazil. **Emerging Infectious Diseases.** 2009;15:1142-3.
- MEDAGLIA, M. L., PEREIRA, A., FREITAS, T. R., & DAMASO, C. R. (2011). Swinepox virus outbreak, Brazil, 2011. **Emerging infectious diseases.** 17(10), 1976–1978. <https://doi.org/10.3201/eid1710.110549>

MERKER BREYER, Gabriela et al. Wild capybaras as reservoir of shiga toxin-producing *Escherichia coli* in urban Amazonian Region. **Letters in Applied Microbiology**, v. 75, n. 1, p. 10-16, 2022.

MIRANDA JÚLIA BAHIA. **Avaliação da circulação de *Orthopoxvirus* em pequenos mamíferos de áreas urbanas, silvestres e rurais de Minas Gerais, Brasil**. 2016. 141 f. Dissertação (Mestrado em microbiologia) - Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, 2065. Disponível em https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBDAUHWHS/1/disserta_o_j_lia_bahia_miranda.pdf

MOREIRA J.R., Alvarez M.R., Tarifa T., Pacheco V., Taber A., Tirira D.G., Herrera E.A., Ferraz, K.M.P.M.B., Aldana-Domínguez J., Macdonald D.W. 2013. Taxonomy, Natural History And Distribution Of The Capybara. In: Moreira JR, Ferraz KMPMB, Herrera EA, Macdonald DW (Eds) Capybara: Biology, Use And Conservation Of An Exceptional Neotropical Species. Springer, New York, Pp 3–37.

MORIYÓN, I. Alcalá, CMM.. Garin-Bastuji, B., et al. Brucellosis (gap analysis scoring for cattle brucellosis. **DISCONTTOOLS Project Management**. 21/06/2018. Disponível em <https://www.discontools.eu/database/42-brucellosis.html>

MUSGO B. **Poxviridae**. In: Knipe DM, Howley PM, editores. Fields Virology. Lippincott Williams e Wilkins; Filadélfia, PA, EUA: 2013. pp. 2129-2159.

NAGASSE-SUGAHARA, TERESA KEICO et al. Human *vaccinia*-like virus outbreaks in São Paulo and Goiás States, Brazil: virus detection, isolation and identification. **Rev. Inst. Med. trop.** S. Paulo, São Paulo, v. 46, n. 6, p. 315-322, Dec. 2004. <https://doi.org/10.1590/S0036-46652004000600004>.

NIELSEN, Klaus. Animal Brucellosis. 2018. **Livro digital**. Taylor & Francis Group. 463p.

NORBERG, Antonio Neres et al. *Cryptosporidium* spp. Oocysts and *Giardia* spp. cysts in faeces of Capybaras (*Hydrochoerus Hydrochaeris*) from CChico Mendes Natural Municipal Park, city of Rio de Janeiro, Brazil: **potential risk for zoonotic transmission**. 2020.

NOORPISHEH GHADIMI, Shamsi et al. Neobalantidium coli: first molecular identification from the Eurasian wild boar, *Sus scrofa* in Bushehr province, southwestern Iran. **Veterinary Medicine and Science**, v. 6, n. 1, p. 142-146, 2020.

O'BRIEN, Declan et al. DISCONTTOOLS: a database to identify research gaps on vaccines, pharmaceuticals and diagnostics for the control of infectious diseases of animals. **BMC veterinary research**, v. 13, p. 1-10, 2016.

O' BRIEN D. DISCONTTOOLS. **Project title: Development of the most effective tools to control infectious animal diseases**. 2013. 35p. disponível em <https://cordis.europa.eu/docs/results/211316/final1-discontools-project-final-report-20131014.pdf>

OIE - WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH. **Sheep pox and goat pox** (2013). Disponível em <https://www.oie.int/app/uploads/2021/03/sheep-goat-pox.pdf>.

OIE. WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH. **Communication Handbook Veterinary Services**. 2015. 124p.

OLINDA RG, MAIA LA. Cargnelutti, J. F. Gois, R. *Swinepox* dermatitis in backyard pigs in Northeastern Brazil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. June 2016 DOI: 10.1590/S0100-736X2016000600002

OLIVEIRA G. et al. From Lesions to Viral Clones: Biological and Molecular Diversity amongst Autochthonous Brazilian *Vaccinia Virus*. **Viruses**, v.7, p.1218-1237, 2015. Disponível em <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4379567/>.

OLÓRTEGUI-YZÚ A. Reseña: A flor de piel. **Gerencia y Políticas de Salud**. 2017; 16(32):151-153. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.rgps16-32.afdp>.

OMSA - ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE SANIDAD ANIMAL. **Manual de Comunicação para os Serviços Veterinários**. Tradução livre para o Português do Brasil: Departamento de Saúde Animal do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento-Brasil. Versão 1- Janeiro 2020. 54p.

OMSA - ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE SANIDAD ANIMAL. **Código Sanitario para los Animales Terrestres. Capítulo 1.4.- Vigilancia sanitaria de los animales terrestres**. 2021. Disponível em https://www.woah.org/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahc/current/chapitre_surveillance_general.pdf

OMSA - ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE SANIDAD ANIMAL. **Marco para la salud de la vida silvestre**. 2023. Disponível em <https://www.woah.org/es/documento/marco-para-la-sanidad-de-la-fauna-silvestre/>

OKUDA LH. **Orthopoxvirus bovino: inquérito soroepidemiológico e caracterização de amostras pela técnica de PCR e RFLP**. 2013. 113 f. Tese de Doutorado (Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia Unidade da USP, São Paulo, 2013.

PÁEZ-MARTÍNEZ A, LAITON-DONATO K, USME-CIRO JA. *Vaccinia* zoonótica en Colombia: evidencia acumulativa de la emergencia de los *poxvirus* en el mundo. **Rev. Salud Pública**. 20 (6): 785-790, 2018.

PERES MG, BACCHIEGA TS, APPOLINÁRIO CM, VICENTE AF, MIONI M, RIBEIRO RBLD, FONSECA CRS, PELÍCIA VC, FERREIRA F, ABRAHÃO JS, MEGID J. *Vaccinia virus* in Feces and Urine of Wild Rodents from São Paulo State, Brazil. **Viruses**. 2018 Feb; 10(2): 51. Published online 2018 Jan 23. doi: 10.3390/v10020051.

PLATA GARCIA V. (1973). Muestreo Serológico en Chigüires (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Estado Apure, Informe anual en revisión. Proyecto Conicit DF. DF. 030 SI, 6pp

QUIXABEIRA-SANTOS JC. MEDAGLIA MLG, PESCADOR CA, DAMASO CR. Animal Movement and Establishment of *Vaccinia Virus Cantagalo* Strain in Amazon Biome, Brazil. **Emerg Infect Dis**. 2011 Apr; 17 (4): 726–729. doi: 10.3201 / eid1704.101581.

ROCHA, Vlamir José et al. Capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) e a presença do carrapato (*Amblyomma sculptum*) no campus da UFSCAR-Araras, São Paulo. **Ciência Animal Brasileira**, v. 18, 2017.

ROSSETTO, André Luiz et al. Injuries and infection caused by capybara bites in a human. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 54, 2021.

ROZENTAL, Tatiana et al. Zoonotic pathogens in Atlantic Forest wild rodents in Brazil: Bartonella and Coxiella infections. **Acta tropica**, v. 168, p. 64-73, 2017.

RICTV BARRIGA VERDE. Balanço Geral - Itajai. **Menino de 5 anos mordido por capivara em Balneário Camboriú**. 2018. Vídeo (3 min 56 seg). Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=6tm8Mb32SMc>.

ROUBY S, ABOULSOUD E. Evidence of intrauterine transmission of lumpy skin disease virus. **Vet J**. 2016; 209:193-5. doi: 10.1016 / j.tvjl.2015.11.010.

SANT'ANA, FABIANO FJ de. et al. Outbreaks of vesicular disease caused by *Vaccinia virus* in dairy cattle from Goiás State, Brazil (2010-2012). **Pesq. Vet. Bras.** 33(7):860-866, julho 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2013000700006>.

SCALI, Federico. A Scoring Model For Risk Characterisation And Setting Priorities In Veterinary Public Health. 2014.

SCHATZMAYR HG, LEMOS ELBA RS DE, MAZUR C, SCHUBACH A, MAJEROWICZ S, ROZENTAL T, SCHUBACH TMP, BUSTAMANTE MC, BARTH OM. (2000). Detection of *poxvirus* in cattle associated with human cases in the State of Rio de Janeiro: preliminary report. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 95(5), 625-627. <https://dx.doi.org/10.1590/S0074-02762000000500007>.

SEITZ K, KÜBBER-HEISS A, AUER A et al. Discovery of a phylogenetically distinct poxvirus in diseased *Crocodylus amazonicus* (family Teiidae). **Arch Virol** 166, 1183–1191 (2021). <https://doi.org/10.1007/s00705-021-04975-6>

SELMER DE MOURA, et al. Utilizando as redes sociais como metodologia para divulgação de conteúdo educativo em Saúde Única: Eixo temático: Educação em Saúde Única: processos de ensino e aprendizagem. **Textura**, 15(2), 46-55. 2022 .<https://doi.org/10.22479/texturav15n2p46-55>

SILVA DCM, MOREIRA-SILVA EAS, GOMES JAS, FONSECA FG, CORREA-OLIVEIRA R. Clinical signs, diagnosis, and case reports of *Vaccinia virus* infections. **Braz J Infect Dis** [Internet]. 2010 Apr [cited 2020 May 16]; 14(2): 129-134.

SILVA, Elias. A Capivara: uma ampla revisão sobre este animal tão importante. **Vicosa: Universidade Federal de Vicosa**, 2013.

SILVA TG, LIMA MS, CASTRO AMMG, MARTINS MSN, CASTIGLIONI VC, FAVA CD, OKUDA LH, PITUCO EM. (2018). Bovine *Vaccinia* in dairy cattle and suspicion of vesicular disease on milkers in Brazil. **Ciência Rural**, 48(5), e20170723. Epub May 10, 2018.<https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20170723>.

SILVA-FERNANDES AT, TRAVASSOS CE, FERREIRA JM, ABRAHÃO JS, ROCHA ES, VIANA-FERREIRA F, DOS SANTOS JR. BONJARDIM CA, FERREIRA PC, KROON EG. Natural human infections with *Vaccinia virus* during bovine *vaccinia* outbreaks. **J Clin Virol**. 44:308–313. 2009.

TALAVERA A. 2008. **Virus salvajes; virus domesticados**. Editorial Aldevara. Espanha. 270p.

TAN, Alwyn et al. The Role of Animal Health Components in a Biosurveillance System: Concept and Demonstration. **Agriculture**, v. 13, n. 2, p. 457, 2023

TESINI, Brenda L. Variola. Manuais MSD para profissionais. Merck & Co. University of Rochester School of Medicine and Dentistry. Abr 2023. Disponível em <https://www.msdmanuals.com/pt-br/profissional/doen%C3%A7as-infecciosas/v%C3%ADrus-pox/var%C3%ADola>

TV BARRIGA VERDE. Band Cidade. **Ataque de capivara**. 2020. Vídeo (1 min 52 seg). Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=HUYAvWAPNM8>.

TRINDADE GS, EMERSON GL, CARROLL DS, KROON EG, DAMON IK. Brazilian *Vaccinia Viruses* and Their Origins. **Emerg Infect Dis**. 2007 jul; 13 (7): 965-972. doi: 10.3201 / eid1307.061404.

URIBE, M., Hermosilla, C., Rodríguez-Durán, A., Vélez, J., López-Osorio, S., Chaparro-Gutiérrez, J. J., & Cortés-Vecino, J. A. (2021). Parasites circulating in wild synanthropic capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*): a one health approach. **Pathogens**, 10(9), 1152.

VALLES, Luis Eduardo Traviezo. *Balantidium nawaraoi* n. sp., en la comunidad warao de Nabasanuka, Venezuela. Revista Médica Sinergia, v. 6, n. 02, p. 1-11, 2021.

CAPÍTULO III

3. OCORRÊNCIA DE *ORTHOPOXVIRUS* EM ANIMAIS NO BRASIL: revisão de literatura

(Artigo aceito como capítulo de Livro na Editora Omnis Scientia. Epidemiologia: estudos clínicos e revisões bibliográficas. DOI: 10.47094/978-65-88958-60-5/139-153 <https://editora.editoraomnisscientia.com.br/capituloPDF/222707889.pdf>)

Roberto Carlos Negreiros de Arruda; Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), São Luís, MA. <https://orcid.org/0000-0003-2982-6052>

Viviane Correa Silva Coimbra; Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), São Luís, MA. <https://orcid.org/0000-0001-7611-6673>

Francisco Borges Costa; Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), São Luís, MA. <https://orcid.org/0000-0002-6923-7183>

Nancyleni Pinto Chaves; Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), São Luís, MA. <https://orcid.org/0000-0003-3970-7524>

Hamilton Pereira Santos; Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), São Luís, MA. <https://orcid.org/0000-0002-6775-4056>

RESUMO: Por consequência do vírus do gênero *Orthopoxvirus*, a varíola humana foi uma doença viral altamente transmissível, mortal em 30% da população, muito temida, combatida, e estudada por várias gerações no mundo, passados mais de 40 anos de sua erradicação e perda de imunidade em populações, à família *Poxviridae* emergem em novas enfermidades em animais e prospecção de zoonoses ocupacionais. Considerando a importância dessas enfermidades o presente estudo objetivou ressaltar o perfil epidemiológico dos surtos e detecção de *Orthopoxvirus* em animais que ocorreram no Brasil e propor adequações de manejo nas propriedades, educação as comunidades rurais, criadores e técnicos. O levantamento bibliográfico foi embasado em trabalhos científicos contidos nas bases de dados eletrônicas: Scientific Electronic Library Online (SciELO), Google Acadêmico (Google Scholar), Biblioteca Virtual de Saúde (BVS), e U. S. National Library of Medicine (PubMed). Os descritores utilizados nas pesquisas foram “*Poxvirus*”, “*Orthopoxvirus*”, “*Cowpox*” e “*Poxviruses in animals*”, e “*Poxviruses in Brazil*”. A coletânea de dados no Brasil traz registros de 1804, isolados de *Orthopoxvirus* a partir da década de sessenta até julho de 2021. Pela análise documental percebe-se que filogeneticamente existem 02 (dois) clados de *Vaccinia virus* brasileiros, o Grupo 1

com 92% dos isolados e o Grupo 2 com 8%, ambos com vários reservatórios animais (silvestres e domésticos) e com grande potencial de transmissão e infecção em humanos pela ocupação funcional. O estudo mostrou que pelas falhas de manejo, faz-se necessário traçar programas higiênicos-sanitários, adotar medidas de biossegurança e ações que visem a sanidade e bem-estar dos animais, evitando risco a saúde, em progressão, há necessidade, ainda, de aumentar a conscientização das pessoas nas comunidades rurais e indústrias de laticínios, além dos criadores, tratadores e profissionais das ciências agrárias.

PALAVRAS-CHAVE: *Poxvirus*. Varíola bovina. Ordenhador.

OCCURRENCE OF ORTHOPOXVIRUS IN ANIMALS IN BRAZIL: literature review

ABSTRACT: As a result of the genus *Orthopoxvirus*, smallpox was a highly transmissible viral disease, deadly in 30% of the population, much feared, fought, and studied for several generations in the world, more than 40 years after its eradication and loss of immunity in populations, the *Poxviridae* family emerge in new diseases in animals and prospect of occupational zoonoses. Considering the importance of these diseases, the present study aimed to highlight the epidemiological profile of outbreaks and detection of *Orthopoxvirus* in animals that occurred in Brazil and to propose adjustments to management on properties, education for rural communities, breeders and technicians. The bibliographic survey was based on scientific papers contained in electronic databases: Scientific Electronic Library Online (SciELO), Google Acadêmico (Google Scholar), Biblioteca Virtual de Saúde (BVS), and U.S. National Library of Medicine (PubMed). The descriptors used in the research were “*Poxvirus*”, “*Orthopoxvirus*”, “Cowpox”, “Poxviruses in animals” and “Poxviruses in Brazil”. The data collection in Brazil brings records from 1804, isolated of *Orthopoxvirus* from the sixties to July 2021. From the documental analysis it is clear that phylogenetically there are 02 (two) clades of Brazilian *Vaccinia virus*, Group 1 with 92% of the isolates and Group 2 with 8%, both with several animal reservoirs (wild and domestic) and with great potential for transmission and infection in humans due to their functional occupation. The study showed that due to management failures, it is necessary to draw up hygienic-sanitary programs, adopt biosafety measures and actions aimed at the health and welfare of

animals, avoiding health risks, in progress, there is also a need for raise awareness of people in rural communities and dairy industries, as well as farmers, handlers and agricultural science professionals.

KEY-WORDS: *Poxvirus. Cowpox. Milker.*

3.1. INTRODUÇÃO

A palavra "*variola*" deriva-se de uma palavra em inglês "*smallpox*", que significa "*pequenas pústulas*" (TALAVERA, 2008). Existem indicações da temida enfermidade nos restos do faraó Ramsés V de 1.157 a.C. (GARCÍA, 2016). Com a *variola humana*, em média, 30% das pessoas morriam, e aqueles que sobreviviam eram geralmente deixados com cicatrizes e marginalizados pela sociedade (CDC, 2021).

A primeira prática humana destinada a combater o vírus da *variola humana* foi o uso do próprio vírus (*Variola virus* - VARV) como agente de imunização. A variolização era uma prática que nasceu com monges na antiga China por volta do 1.000 d.C., e consistia em inalação do material pulverizado de crostas recolhida de uma pessoa infectada (PÁEZ-MARTÍNEZ et al., 2018).

O início da vacinação humana começou em 1796 na Inglaterra, com cepas diferentes, quando *Edward Jenner* observou que uma ordenhadora, Sarah Nelmes, havia se contaminado com a *variola bovina* (*Cowpox virus*) e não apresentava sintomas da *variola humana* (*Variola virus*). Para testar sua teoria sobre a imunização, envolveu James Phipps, filho de seu jardineiro (CDC, 2021).

As expedições reais filantrópicas promovidas pelo Rei Carlos V, entre 1803 e 1806, levaram as práticas para o Novo Mundo, usando a técnica chamada "braço a braço", que consistia em fazer uma primeira inoculação no braço do paciente com *variola bovina* de animal e seguindo uma cadeia de pessoa a pessoa (OLÓRTEGUI-YZÚ, 2017). Com o tempo, a técnica da vacinação mudou novamente, ora era utilizado o vírus da *variola bovina* ou ora do vírus da *variola equina*, assim, foram também transmitidas a outras espécies domésticas, como bovinos, equídeos e coelhos, espalhando-se os experimentos de vacinação por todo o mundo (GARCÍA, 2016). A vacina humana chegou ao Brasil em 1804 pelo porto da Bahia, nos braços dos escravos, ocasião que retornavam de Lisboa, à colônia de Portugal (TRINDADE et al, 2007).

Foi importada no ano de 1887, para o Instituto de Vacina no Rio de Janeiro, atual Instituto Oswaldo Cruz - IOC, a primeira vacina produzida oriundas de lesões pustulares

de bezerros (*Vaccinia virus* - *Paris*), do Instituto Chambon de Paris (FERNANDES, 1999; TRINDADE et al., 2007). As amostras *Paris*, *Lister* e *Nycbh* foram usadas no Brasil no período de 1968 a 1971 (PERES et al, 2018).

Algumas complicações com a cepa *Vaccinia virus* (VACV) foram descritas ao longo do processo de erradicação, seja por uma varíola generalizada e eczematosa, por vezes, distúrbios neurológicos (encefalites), miocardites e/ou complicações oculares (CDC, 2021). Casos de VACV em ruminantes, suínos e outros animais domésticos, ocorreram durante as campanhas de vacinação por contato com crianças recém-vacinadas (GÓMEZ-PANDO et al., 1967).

O último caso de varíola humana descrito no mundo foi na Somália em 1977 e a erradicação ocorreu em 1980 (SILVA et al., 2018). A proteção específica e cruzada contra o *Variola virus* - *VARV*, mediada por anticorpos e células T, trazem proteção que podem chegar de 25 a 75 anos após a vacinação (HAMMARLUND et al., 2003).

O *Variola virus* - *VARV*, foi o primeiro e único patógeno humano erradicado do planeta, incluindo também as principais ações preventivas pública aplicadas, como, a quarentena, isolamento empíricos completo de cidades usando-se muralhas e portas custodiadas militarmente (PÁEZ-MARTÍNEZ et al., 2018).

O objetivo deste levantamento bibliográfico foi apresentar uma atualização de aspectos epidemiológicos e clínicos dos surtos e a detecção de *Orthopoxvirus* em animais que ocorreram no Brasil e propor adequações de manejo higiênicos-sanitários às propriedades, medidas de biossegurança, educação as comunidades rurais, criadores e técnicos, a fim de trazer informações preventivas úteis.

3.2. METODOLOGIA

Realizou-se revisão da literatura nas fontes de base de dados Scientific Electronic Library Online (Scielo), Google Acadêmico (Google Scholar), Biblioteca Virtual de Saúde (BVS) e U. S. National Library of Medicine (PubMed), até a data de 27 de julho de 2021. Foram consultados, também, foram consultados, dissertações, teses e livros. Nas pesquisas foram usados os seguintes descritores: “*Poxvirus*”, “*Orthopoxvirus*”, “*Cowpox*”, “*Poxviruses in animals*” e “*Poxviruses in Brazil*”. Foram incluídos textos completos gratuitos, publicados em qualquer idioma entre os anos de 1990 e 2021.

3.3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.3.1. Família *Poxviridae*, e o gênero *Orthopoxvirus*

O vírus desta família tem caráter epiteliotrópico, e a enfermidade evolui, de uma mácula, para uma pápula, posteriormente vesícula e depois úlcera, a cicatrização ocorre espontaneamente entre dias ou semanas. Atualmente, as infecções em humanos são geralmente adquiridas de animais, pelo caráter ocupacional (LEWIS-JONES et al., 2019). Os poxvírus existem em todo o mundo e causam doenças em seres humanos e animais (CDC, 2021).

A família está subdividida em duas subfamílias de acordo com os hospedeiros, ou seja, vertebrados (*Chordopoxvirinae*) ou invertebrados (*Entomopoxvirinae*) (AMORA, 2013). A subfamília *Chordopoxvirinae*, está dividida em 52 espécies e 18 gêneros (CDC, 2021). O gênero *Orthopoxvirus* (OPV) ainda são relevantes e têm um impacto considerável na saúde humana e veterinária (ESSBAUER et al., 2010), mesmo, passados quarenta anos após a erradicação da varíola humana.

Este gênero está associado às infecções vesiculares, ocorridas em tetas e úbere de bovinos, e com impacto na saúde pública, através das lesões nas mãos, antebraços, pernas e rosto de ordenadores, a exemplo, o *Cowpox virus* (CPXV) na Europa e *Vaccinia virus* (VACV) no Brasil. O gênero *Parapoxvirus* (PPV), também está presente no país, através de ocorrências do *Pseudocowpox virus* - PCPV, causando enfermidades vesiculares altamente contagiosas (SILVA-FERNANDES et al. 2009). Outros *Orthopoxvirus* que tem importância para a medicina veterinária são o *Buffalopox virus*, *Camelpox virus*, *Monkeypox virus* (MPXV) e *Horsepox virus* (MUSGO, 2013).

3.3.2. Genoma viral e análise filogenética

O genoma é composto por um DNA de fita dupla que se replicam no citoplasma da célula e são capazes de sintetizar 200 proteínas. Os *Orthopoxvirus* são antigenicamente relacionados (OLIVEIRA et al., 2015).

Os *Vaccinia virus* brasileiros (VACV-BR) com base na diversidade genética e biológica foram separados em dois grupos, o Grupo 1 (GP1) e o Grupo 2 (GP2). O GP1 que representam 92% dos isolados, caracteriza-se pela presença de uma deleção de 18 nt (na posição 251) no gene A56R, e existe também uma deleção no gene que codifica a proteína de ligação a quimiocina CC (C23L), enquanto representantes do GP2 (8% clones isolados) não as possuem a deleção (ASSIS, 2015). Os genes A56R e C23L, portanto, são característicos do Grupo 2, bem como, A26L e ATI do Grupo 1 (OLIVEIRA, 2015).

O Grupo 1 (GP1) inclui os isolados *Cantagalo virus* (CTGV), *Araçatuba virus* (ARAV), *Passatempo virus* (PSTV), *Guarani P2 virus* (GP2V), *Mariana virus* (MARV) e *Pelotas 2 virus* (P2V); E estas cepas foram comumente isoladas de vacas leiteiras ou ordenhadores; alguns isolados foram detectados em roedores peridomésticos e macacos selvagens amazônicos (ABRAHÃO et al., 2015).

O Grupo 2 (GP2) inclui os isolados *Guarani P1 virus* (GP1V), *Pelotas 1 virus* (P1V) e *BeAn58058 virus* (BAV), *SPAn232 virus* (SAV), *Belo Horizonte virus* (BHV), e também a amostra do protótipo de vacinas VACV/WR (KROON et al., 2011). O VACV GP2 circula em humanos, bovinos, equinos, felinos domésticos e roedores selvagens (COSTA et al., 2018). Além disso, estudos demonstraram co-circulação de VACV desses dois grupos durante o mesmo surto e co-infecção de VACV em humanos, bovinos e equinos (LIMA et al., 2019).

Os vírus do grupo GP2 são altamente virulentos quando inoculados pela via intranasal em camundongos (Balb/c), causando doença respiratória aguda seguida de morte, o que não ocorre com o grupo GP1. Entretanto, para os dois grupos não há nenhuma diferença na gravidade das infecções nos humanos e nos bovinos (OLIVEIRA, 2015).

3.3.3. Ciclo de transmissão

Em bovinos, o período de incubação (2 a 3 dias) evolui de uma erupção cutânea de mácula para pápulas, vesículas, pústulas, crosta, até cicatrizarem em 20 dias (GUEDES et al., 2013). As infecções reduzem a produtividade do leite de 40 a 80%, principalmente, os pequenos criadores, e a indústria de lácteos (ESSBAUER et al., 2010).

Várias espécies de *Orthopoxvirus* são conhecidas por serem associadas a roedores (reservatórios) no Brasil (EMERSON et al., 2009). A infecção é transmitida pelo contato na ordenha ou picadas de insetos (LEMOS; RIET-CORREA, 2001). Através da pele lesionada por meios mecânicos, via respiratória ou via oral (SCHATZMAYR et al., 2000).

Em fazendas onde os bezerros lactantes entram contato com VACV (gênero *Orthopoxvirus*) em vacas apresentando lesões nas tetas, e no úbere, é comum observar lesões nos focinhos, lábios e mucosas orais (MADUREIRA, 2009).

Na transmissão rural, o homem se infecta na ordenha de vacas enfermas, seja ela manual, mecânica, pelos copos de sucção (teteiras), ou outros fômites, bem como, o

caminhão do leite também pode atuar como veiculadores (MATOS et al., 2018). Estudos epidemiológicos sugerem que o movimento de seres humanos enfermos e a comercialização de animais seriam as principais causas dessa circulação viral (KROON et al., 2011).

Na transmissão por animais selvagens, pelo contato direto, ou indireto com secreções corporais de animais enfermos, seja pela aspiração ou ingestão de excrementos, depredação, disputas por território (brigas), consumo de carcaça, ou consumo de comida contendo saliva e a transmissão intrauterina, são onde os reservatórios mantêm ciclos de circulação ativa de vírus na natureza (ROUBY et al., 2016). Além disso, existe um contágio entre animais por aerossóis e por artrópodes hematófagos (MAYR et al., 1990). Os roedores peridomésticos também podem se tornar infectados após contato com fragmentos de crostas dos bovinos ou humanos, ou leite contaminado, excrementos ou fômites (ABRAHÃO et al., 2015).

Na época da seca quando há escassez da oferta de alimentos, e isso leva alguns animais selvagens a procurarem alimentos nas áreas próximas a habitats humanos e/ou locais onde ocorrem o manejo de rebanho (ASSIS et al., 2015). A transmissão é também, por causa de condições ambientais, e seu potencial infectivo por longo tempo fora do hospedeiro (PÁEZ-MARTÍNEZ et al., 2018). O vírus permanece viável em lã / pêlos e crostas secas na pele por até 3 meses, também conseguem persistir em currais sombreadas por até 6 meses (OIE, 2013).

Uma hipótese de transmissão no qual o roedor é capaz de infectar-se do ambiente silvestre, ou ambientes rurais, devemos considerar ratos, camundongos, gambás, raposas, cachorros e gatos selvagens, pois, frequentemente vistos nas proximidades das propriedades onde ocorrem os surtos (ABRAHÃO, 2015).

3.3.4. Primeiros isolamentos e surtos de *Orthopoxvirus* no Brasil

Em 1961 o vírus *SPAn232* (SAV) foi isolado de camundongos sentinela na floresta de Cotia, São Paulo (TRINDADE et al., 2007). Em 1963, o *BeAn 58058* (BAV) foi isolado do sangue de um rato do arroz (*Oryzomys sp.*), capturado próximo à borda de uma área desmatada, nos arredores de Belém no Pará (MARQUES et al., 2001).

Em 1998, o *Belo Horizonte virus* (BHV) foi isolado de amostras de camundongos oriundas de 1993 (PERES et al., 2018). Este surto de varíola murina (1993), apresentou-se com lesões no dorso, face, focinho, patas, e foi causado pelo *Ectromelia virus*

(Mousepox), em seguida afetou os camundongos Swiss do Centro de Bioterismo da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) em Belo Horizonte. Os camundongos eram originários da Universidade de Campinas (UNICAMP) no Estado de São Paulo, que após alguns dias alguns vieram a óbito (MIRANDA, 2016).

Surtos exantematosos tomaram-se mais evidentes em 1999, afetando rebanhos leiteiros e seus manipuladores em vários relatados no Brasil. No início, duas novas cepas de VACV receberam os nomes das cidades de isolamento o *Aracatuba virus* - ARAV em São Paulo e a *Cantagalo virus* - CTGV no Rio de Janeiro (TRINDADE et al., 2007).

Em agosto de 2000, ocorreu novos surtos em Minas Gerais, e assim como, no RJ e SP, recebeu o nome da cidade de isolamento, com a denominação de *Muriae virus* - MURV (OKUDA, 2013).

No ano de 2001, dois novos vírus foram identificados, o *Guarani virus P1* (GP1V) e *Guarani virus P2* (GP2V), os mesmos foram isolados próximo a fazenda onde o *Cantagalo virus* (CTGV) havia sido encontrado. As cepas pertenciam a duas fazendas distintas, assim, GP1V e GP2V, estavam distantes num raio de 10 km e foram coletadas das crostas de vacas, durante um inquérito epidemiológico (OLIVEIRA et al, 2015).

Nas cidades de Lajeado e Ipueiras no Tocantins, um estudo sorológico realizado entre fevereiro de 2001 a setembro de 2002, em ensaios de PCR e soroneutralização para *Orthopoxvirus* (OPV) em macacos-pregos (*Cebus apella*), bugius (*Alouatta caraya*), quatis (*Nasua nasua*) e cotia (*Dasyprocta sp*), 18 apresentaram-se positivos, sendo destes, 11 macacos-pregos (*Cebus apella*) e sete bugius (*Alouatta caraya*) (ABRAHÃO et al., 2015).

No Brasil o primeiro registro de transmissão intrafamiliar, foram isolados e agrupados no mesmo ramo de árvore filogenética e denominado de VACV-SFI (*São Francisco de Itabapoana virus*), foi identificado no município do RJ, em setembro de 2002, afetando um ordenhador de 49 anos e seu filho, a 20 km de distância (PERES et al, 2018).

O Instituto Adolfo Lutz recebeu amostras de pacientes das regiões do Vale do Paraíba, estado de São Paulo e do Vale do São Patrício, estado de Goiás, entre 2001 a 2003. A análise nucleotídica do sequenciamento revelou que esses vírus apresentam 99,9% de similaridade com CTGV (NAGASSE-SUGAHARA et al., 2004).

Também de caráter zoonótico ocupacional o *Passatempo virus* (PSTV) foi isolado durante um surto em março de 2003 na cidade de Passatempo/MG, pois enfermaram e foram amostrados bovinos e ordenadores (OKUDA, 2013).

ABRAHÃO e colaboradores isolaram em 2015 de roedores peridomésticos (*Mus musculus*), bovinos e ordenhadores a amostra *Mariana virus* (MARV), proveniente de um surto na região de Mariana/MG, (MIRANDA, 2016). Também em 2005, a amostra *Serro virus* (SV2) foi isolada a partir de um surto na região do Serro, Minas Gerais, em vacas em ordenhas e humanos (OLIVEIRA et al, 2015).

DONATELE et al. em 2007, identificaram vírus do gênero *Orthopoxvirus* como o agente etiológico da poxvirose bovina no Espírito Santo, através de isolamento viral e PCR pelo gene TK. Neste mesmo ano, houve ocorrências de VACV em Torre de Pedra e Guareí em São Paulo, evidenciada aqui por prevalência de anticorpos neutralizantes nos bovinos e humanos enfermos (MEGID et al., 2012).

Cavalos da raça crioulo no município de Pelotas/RS, em fevereiro de 2008, apresentaram lesões nodulares que evoluíram para pústulas e estas para crostas, na região de focinho, narinas, e áreas internas e externas dos lábios, no isolamento viral demonstraram 02 (dois) vírus distintos, nomeados como *Pelotas 1 virus* (P1V) e *Pelotas 2 virus* (P2V), assim, no Grupo 1 permaneceu o P2V e no Grupo 2, o P1V (MIRANDA, 2016).

A região norte do país, em Muricilândia/TO reportou-se um surto de VB, em 2008, onde a cepa CTGV afetou rebanho leiteiro e humanos, e dois meses depois um novo surto afetou animais de uma propriedade no município de Santa Fé do Araguaia/TO a 12 Km de distância, pela proximidade os autores atribuíram a propagação à movimentação de pessoas e animais enfermas na região (MEDAGLIA et al., 2009; PERES et al, 2018).

Durante o período de 2008 a 2010, a cepa CTGV se direcionou aos Estados de Mato Grosso e Rondônia (bioma Amazônico), indicando que a movimentação animal na BR 363, seria a principal causa na disseminação do vírus no Estado de Rondônia (48,57%) e a migração de trabalhadores rurais da atividade leiteira (ordenadores, familiares e vizinhos) estiveram envolvidos na dispersão de focos em 22,86% dos casos. (QUIXABEIRA-SANTOS et al. 2011).

SILVA et al., (2010), citam que os surtos do VACV geralmente ocorrem em pequenas propriedades rurais, cercadas por matas, com pouca infraestrutura, pouca higiene e sem adoção de medidas de biossegurança, realizando ordenha manual, e que

os médicos e outros profissionais de saúde não estão preparados para diagnosticar e gerenciar essas infecções vesiculos-crostosas no campo.

Ocorrências de VB afetando rebanhos bovinos e ordenhadores, nas cidades de Itatinga e Torre de Pedra, no Estado de São Paulo, respectivamente nos anos 2009 a 2010, com homologia semelhante ao ARAV e CTGV (PERES et al 2018).

No período de 2009 a 2011 foram investigadas 52 propriedades rurais e humanos no Estado do Maranhão, destas, 24 apresentaram casos de doenças pústulo-vesicular e se manifestaram em 288 bovinos. Através da PCR foi identificado *Vaccinia virus* (VACV) (DIAS-FILHO et al 2013).

Em 2010, o vírus vaccínia (VACV) causou um surto no Pará. As análises genéticas identificaram um vírus distinto do vírus da vacina *BeAn58058* (BAV) (identificado na década 60). Esse novo isolado foi denominado *Para virus* (PARV), pertencente ao Grupo 1 dos *Vaccinia virus* brasileiros - VACV-BR (ASSIS, et al., 2015).

Outra ocorrência em 2010, foi um surto de infecção em bovinos e atípica em seres humanos aconteceu em Doloresópolis, Minas Gerais, onde 03 (três) pessoas apresentaram, convulsões, confusão mental, vômitos e diarreia, pela localização, o vírus de *Doloresópolis Vaccinia virus* - VACV DOR2010 foi isolado e identificado (PERES et al, 2018).

Estudos de Janeiro a dezembro de 2011, em 22 municípios da Bahia, mostraram surtos de VACV em 52 propriedades, levantou-se que 40% dos animais eram oriundos do Estado da Minas Gerais. Pelo isolamento de vírus e análise molecular determinou-se um novo vírus isolado denominado de *Mundo Novo virus* (MUNV) (ASSIS et al., 2015).

Carangola virus (CARV), foi detectado em agosto de 2011, num surto de vaccínia em bovinos e humanos foram relatados no município de Carangola, Minas Gerais (ASSIS et al., 2015). Neste surto houve um caso curioso em que um ordenhador enfermo auto-inoculou vírus no nariz, bem como, foi isolado vírus de seu travesseiro (PERES et al, 2018).

Um total de 471 amostras de epitélio bovino de fazendas leiteiras, de 15 estados brasileiros (MG, SP, MA, MT, RO, BA, MS, PA, SE, GO, PI, TO, SC, PR e ES), foram avaliados entre 2007 e 2012, destes 45,1% das amostras positivas de *Vaccinia virus* (VACV) foram detectadas, os fatores de risco detectados foram: a presença de roedores, a falta de higiene, e baixo uso de tecnologias nas criações (SILVA et al., 2018).

Surtos de doença vesicular associados ao VACV de 2010 a 2012, ocorridos em rebanhos leiteiros de seis municípios de Goiás (Varjão, Buriti Alegre, São João da

Paraúna, Pontalina, Edéia, Mineiros), a morbidade nos rebanhos variou entre 08 (oito) e 100% em vacas e entre 1,5 e 31% em bezerros. O curso clínico variou entre 16 e 26 dias (SANT'ANA et al., 2013).

Em 2010 e 2012, soros foram analisados por teste de neutralização por redução de placas (PRNT). Destes o total, 78 (75,7%) vacas foram positivas em Curvelo, Serro e Carangola/Minas Gerais, mostrou-se a alta significância de roedores no ciclo de transmissão do VACV (BORGES et al., 2017). A cidade de Itatinga no Estado de São Paulo registrou em 2012, por isolamento molecular do VACV, em rebanho bovinos, ordenhadores, cães e gambás (PERES et al., 2018).

Em Açailândia no Maranhão, OLIVEIRA et al. 2015, descreveram surto do *Vaccinia virus* (VACV) que pelas características biológicas e moleculares, estavam relacionando ao Grupo 1.

OLINDA et al. (2016), descreveram surtos de varíola em suínos no Nordeste, oriundos de rebanhos domésticos criados em condições higiênico-sanitárias precárias, apresentando graves infestações por moscas e piolhos, e em sequência confirmaram o diagnóstico de varíola suína (*Suipoxvirus*), indicando a necessidade de incluir no diagnóstico diferencial de dermatite em suínos.

PERES et al., 2018, em São Paulo detectaram o VACV por PCR nas fezes e na urina de ratos silvestres, o que levantaria questões importantes sobre a disseminação e indução de casos clínicos em bovinos e o risco potencial à saúde pública. O *Vaccinia virus* foi detectado também em cães domésticos (19,0%) e quatis selvagens (14,4%) em área de Belo Horizonte/MG (COSTA et al., 2018).

Um estudo retrospectivo de poxvírus em bovinos no Distrito Federal (DF), entre 2015 e 2018, revelou que 52 de 93 casos (56%) foram confirmados como sendo: 27 *Vaccinia virus* (VACV), 9 (nove) *Pseudocowpox virus* (PCPV), 8 (oito) *Bovine papular stomatitis virus* (BPSV), 5 (cinco) coinfeções por PCPV e BPSV, bem como, 03 (três) *Parapoxvirus* não identificados (ALONSO et al., 2020).

Lima e colaboradores em 2019, fizeram descrição de um surto em búfalos jovens no nordeste do Brasil em 2017, destacando como sendo a primeira vez em búfalos no Brasil e na América do Sul, assim, foi denominado de *Vaccinia Virus Pernambuco* (VACV-PE). A reconstrução filogenética foi agrupada pelo gene A56R com isolados do Grupo 1. Além disso, o genoma foi detectado no leite de uma búfala, e prospectaram novos estudos sobre o possível impacto no leite de búfalo e produtos lácteos.

Foi detectada a presença de *Orthopoxvirus* em capivara pelo teste de neutralização por redução de placa (PRNT), por BARBOSA et al. (2014), no Estado de São Paulo.

DUTRA e colaboradores em 2017, desenvolveram um método para detectar DNA de *Orthopoxvirus* em amostras de fezes de capivara e descreveram pela primeira vez em três regiões diferentes do Brasil, assim, sugeriram que as capivaras podem estar envolvidas no ciclo natural de transmissão do VACV.

PERES et al., 2018 detectaram a presença de VACV nas fezes (5,8%) e na urina (1,8%) de roedores selvagens capturados nas áreas florestais em torno das fazendas de ordenha na região centro-oeste paulista (Torre de Pedra, Bofete e Anhembi).

Capivaras acidentadas e mortas nas estradas de São Paulo, mesmo não exibindo sinais clínicos nem qualquer associação com surtos de bovinos, apresentaram anticorpos neutralizantes contra o *Orthopoxvirus* nos ensaios de ELISA e PRNT, assim, demonstraram que duas capivaras (2,5%) tinham anticorpos anti-OPV (ANTUNES et al., 2020).

Agressões entre espécies podem estar contidas na dinâmica da circulação do *Vaccinia virus*, já que é comum relatos de mordidas de capivaras em humanos (TV BARRIGA VERDE, 2020) e cães (RICTV, 2018), a exemplo, OLIVEIRA e colaboradores (2015) descrevem e discutiram o tratamento médico de um caso humano com múltiplas lesões por mordedura de capivara na coxa direita.

Dois novos poxvírus foram descobertos, em porco-espinho brasileiro, *Coendou prehensilis*, em Uberlândia/MG, que apresentava lesões cutâneas e internas (HORA et al., 2021), e outro em um *Crocodilurus amazonicus* (criado na Suíça) apresentando uma doença debilitante de pele, que revelou a relação filogenética mais próxima com os avipoxvirus, destacando o potencial de trocas de vírus entre espécies aviárias e reptilianas (SEITZ et al., 2021).

3.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Filogeneticamente existem 02 (dois) clados de *Vaccinia virus* brasileiros, o Grupo 1 com 92% dos isolados e o Grupo 2 com 8%, ambos com vários reservatórios animais (silvestres e domésticos) e com grande potencial de transmissão e infecção em humanos pela ocupação funcional.

O estudo mostrou que pelas falhas de manejo, são necessários a adoção de programas higiênicos-sanitários para atender a limpeza e desinfecção de currais, sala de

ordenha, tetas, úberes e mãos dos ordenhadores, combater roedores, bem como, necessita-se implementar medidas de biossegurança nas propriedades rurais (melhorias nas cercas para evitar contato entre animais), maior monitoramento de tetas e úberes em propriedades leiteiras.

Quando houver suspeita ou confirmação de casos, é importante que o produtor faça a notificação às autoridades competentes, assim como, é importante a adoção de quarentena para animais recém adquiridos, ter maior exigência com a higienização e rigor na contratação dos trabalhadores rurais. É importante, ainda, chamar atenção, a limpeza e desinfecção de veículos usados em áreas rurais, como caminhões leiteiros e outros utensílios da propriedade leiteira.

Considerando a sanidade e bem-estar dos animais, assim como a saúde pública, há necessidade de aumentar a conscientização das pessoas envolvidas nessa cadeia produtiva, entre eles, criadores, tratadores e profissionais das ciências agrárias.

DECLARAÇÃO DE INTERESSES

Nós, autores deste artigo, declaramos que não possuímos conflitos de interesses de ordem financeira, comercial, político, acadêmico e pessoal.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO JS., CAMPOS RK, TRINDADE GS, FONSECA FG, FERREIRA PCP, KROON EG. Outbreak of Severe Zoonotic *Vaccinia Virus* Infection, Southeastern Brazil. **Emerg Infect Dis.** 2015 Apr; 21(4): 695–698. doi: 10.3201/eid2104.140351.

ALONSO RC, MOURA PP, CALDEIRA DF, MENDES MHA, PINTO MHB, CARGNELUTTI JF, FLORES EF, SANT'ANA FJF. *Poxviruses* diagnosed in cattle from Distrito Federal, Brazil (2015-2018). **Transbound Emerg Dis.** 2020 Jan 23. doi: 10.1111/tbed.13490.

AMORA, LSL. **PCR Nested - Multiplex: detecção de *Orthopoxvirus* e *Parapoxvirus* diretamente de amostras clínicas.** 2013. 61f. Especialização (Monografia em Microbiologia). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

ANTUNES JMAP, BORGES IA, TRINDADE GS, KROON EG, CRUVINEL TMA, PERES MG, MEGID J. Exposure of free-ranging capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) to the *Vaccinia virus*. **Transbound Emerg Dis.** 2020 Mar; 67(2):481-485. doi: 10.1111/tbed.13376. Epub 2019 Oct 17.

ASSIS FL, FRANCO-LUIZ APM, PAIM LM, OLIVEIRA GP, PEREIRA AF, ALMEIDA. GMF, FIGUEIREDO LB, TANUS A, TRINDADE GS, FERREIRA PP, KROON EG, ABRAHÃO JS. Horizontal study of vaccinia virus infections in an endemic

area: epidemiologic, phylogenetic and economic aspects. **Archives of Virology**. 2015;160: 2703-2708.

CDC - CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. **Poxvirus**. 2021. U.S. Department of Health & Human Services. Disponível em <https://www.cdc.gov/poxvirus/>.

COSTA, G., RIBEIRO DE ALMEIDA, L., CERQUEIRA, A., MESQUITA, W., SILVA DE OLIVEIRA, J., MIRANDA, J. TRINDADE, G. (2018). *Vaccinia Virus* among Domestic Dogs and Wild Coatis, Brazil, 2013–2015. **Emerging Infectious Diseases**, 24(12), 2338-2342. <https://dx.doi.org/10.3201/eid2412.171584>.

DIAS-FILHO AF, BRUHN FRP, CHAVES NP, CARDOSO DL, ARRUDA RCN. PEREIRA, SM. Varíola bovina no Estado do Maranhão: sinais clínicos e distribuição espacial, 2009-2011. **Ars Veterinaria**. N.4. v. 29. 2013.

DONATELE DM, TRAVASSOS CEPF, LEITE JÁ. KROON EG. Epidemiologia da poxvirose bovina no Estado do Espírito Santo, Brasil. **Braz J Vet Res Anim Sci**. 2007; 44:8. Disponível em encurtador.com.br/lnG29.

DUTRA LAL, ALMEIDA GMF, OLIVEIRA GP, ABRAHÃO JS, KROON EG, TRINDADE, GS. (2017). Molecular evidence of *Orthopoxvirus* DNA in capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) stool samples. **Archives of Virology**, 162(2), 439–448. <https://doi.org/10.1007/s00705-016-3121-3>.

EMERSON GL, LI Y, FRACE MA, RASMUSSEN MAO, KHRISTOVA ML, GOVIL D, SAMMONS SA, REGNERY RL, KAREM KL, DAMON IK, CARROLL DS. The Phylogenetics and Ecology of the *Orthopoxviruses* Endemic to North America. **PLoS ONE**. v. 4, p. 1- 7. 2009.

ESSBAUER S, PFEFFER M, MEYER H. Zoonotic *poxviruses*. **Vet Microbiol**. 2010 Jan 27;140(3-4):229-36. doi: 10.1016/j.vetmic.2009.08.026. Epub 2009 Aug 26.

FERNANDES T. A vacina contra a varíola: seu primeiro século no Brasil (da vacina jenneneriana à animal) [em espanhol]. **Hist Cienc Saude Manguinhos** 1999; 6 : 29–51 10.1590 / S0104-59701999000200002.

GARCÍA SH. Poxvirus: características y enfermedades producidas. Importancia en el desarrollo de vacunas. **Universidad de Salamanca**. 2016. Disponível em encurtador.com.br/ctwT0.

GUEDES MI, REHFELD IS, DE OLIVEIRA TM, ASSIS FL, MATOS AC, ABRAHÃO JS, KROON EG, LOBATO ZI. Detection of *Vaccinia virus* in blood and faeces of experimentally infected cows. **Transbound Emerg Dis**. 2013 Dec; 60(6):552-5.

GÓMEZ-PANDO V, HERNÁN-LÓPEZ J, RESTREPO A, FORERO P. Study of an outbreak of vaccinia in dairy cattle and their milkers. **Bol Oficina Sanit Panam**. 1967; 63:111-121.

HAMMARLUND E, LEWIS MW, HANSEN SG, STRELOW LI, NELSON JA, SEXTON GJ, et al. Duration of antiviral immunity after *smallpox* vaccination. **Nat Med**. 2003; 9(9):1131-37. doi: 10.1038/nm917.

HORA AS, TANIWAKI SA, MARTINS NB, PINTO N, SCHLEMPER AE, SANTOS A, et al. Genomic Analysis of Novel *Poxvirus* Brazilian *Porcupinepox Virus*, Brazil, 2019. **Emerg Infect Dis**. 2021;27(4):1177-1180. <https://doi.org/10.3201/e6>.

KROON EG, Mota BE, ABRAHÃO JS, FONSECA FG, TRINDADE GS. Zoonotic Brazilian vaccinia virus: from field to therapy. **Antiviral Res**. 2011;92:150–63. . 10.1016/j.antiviral.2011.08.018.

LEMOS, RAA.; RIETCORREA, F. **Infecções víricas da pele do úbere em bovinos**. In: RIETCORREA, F., SCHILD, A.L., MÉNDEZ, M. D. C., LEMOS, R. A. A. Ed. Doenças de ruminantes e eqüinos. São Paulo: 2001, p. 113-120.

LEWIS-JONES S, STERLING JC. **Poxvirus Infections**. In: HOEGER, P. KINSLER, V. YAN, A. HARPER, J. ORANJE, A. BODEMER, C. LARRALDE, M. LUK, D. MENDIRATTA, V. PURVIS, D. Harper's Textbook of Pediatric Dermatology, Fourth Edition. John Wiley & Sons Ltd. Chapter 52. 2019.

LIMA MT, OLIVEIRA GP, AFONSO JAB, SOUTO RJC, DE MENDONÇA CL, DANTAS AFM, ABRAHÃO JS, KROON EG. An Update on the Known Host Range of the Brazilian *Vaccinia Virus*: An Outbreak in Buffalo Calves. **Front Microbiol**. 2019 Jan 22;9:3327. doi: 10.3389/fmicb.2018.03327. eCollection 2019.

MADUREIRA M.C. **Vaccinia Bovina no Estado De Minas Gerais, 2005–2007**. Ph.D. Thesis. Universidade Federal de Minas Gerais; Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil: 2009.

MATOS ACD, REHFELD IS, GUEDES MIMC, LOBATO ZIP. Bovine *Vaccinia*: Insights into the Disease in Cattle. **Viruses**. 2018 Mar 9;10(3). pii: E120. doi: 10.3390/v10030120. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5869513/>.

MARQUES JT, TRINDADE GD, DA FONSECA FG, DOS SANTOS JR, BONJARDIM CA, FERREIRA PC, KROON EG. Characterization of ATI, TK and IFN-alpha/betaR genes in the genome of the *BeAn 58058 virus*, a naturally attenuated wild Orthopoxvirus. **Virus Genes**. 2001 Dec; 23(3):291-301.

MAYR A, CZERNY CP. **Cowpox virus**. En: Z. Dinter and B. Morein, eds. Virus infections in ruminants. Amsterdam. Elsevier; 1990: 9-15.

MEGID J, BORGES IA, ABRAHÃO JS, TRINDADE GS, Appolinário CM, Ribeiro MG, Allendorf SD, Antunes JM, Silva-Fernandes AT, Kroon EG. *Vaccinia virus* zoonotic infection, São Paulo State, Brazil. **Emerg Infect Dis**. 2012 Jan; 18(1):189-91.

MEDAGLIA MLG, PESSOALCGD, SALES ERC, FREITAS TRP, DAMASO CR. Spread of *Cantagalo Virus* to Northern Brazil. **Emerging Infectious Diseases**. 2009;15:1142-3.

MIRANDA JÚLIA BAHIA. **Avaliação da circulação de *Orthopoxvirus* em pequenos mamíferos de áreas urbanas, silvestres e rurais de Minas Gerais, Brasil.** 2016. 141 f. Dissertação (Mestrado em microbiologia) - Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, 2065. Disponível em https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-AUUHWS/1/disserta__o_j_lia_bahia_miranda.pdf.

MUSGO B. **Poxviridae**. In: Knipe DM, Howley PM, editores. *Fields Virology*. Lippincott Williams e Wilkins; Filadélfia, PA, EUA: 2013. pp. 2129-2159.

NAGASSE-SUGAHARA, TERESA KEICO et al. Human *vaccinia*-like virus outbreaks in São Paulo and Goiás States, Brazil: virus detection, isolation and identification. **Rev. Inst. Med. trop.** S. Paulo, São Paulo, v. 46, n. 6, p. 315-322, Dec. 2004. <https://doi.org/10.1590/S0036-46652004000600004>.

OIE - WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH. ***Sheep pox and goat pox*** (2013). Disponível em <https://www.oie.int/app/uploads/2021/03/sheep-goat-pox.pdf>.

OLINDA RG, MAIA LA. Cargnelutti, J. F. Gois, R. *Swinepox* dermatitis in backyard pigs in Northeastern Brazil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. June 2016 DOI: 10.1590/S0100-736X2016000600002

OLIVEIRA G. et al. From Lesions to Viral Clones: Biological and Molecular Diversity amongst Autochthonous Brazilian *Vaccinia Virus*. **Viruses**, v.7, p.1218-1237, 2015. Disponível em <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4379567/>.

OLÓRTEGUI-YZÚ A. Reseña: A flor de piel. **Gerencia y Políticas de Salud**. 2017; 16(32):151-153. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.rgps16-32.afdp>.

OKUDA LH. ***Orthopoxvirus* bovino: inquérito soroepidemiológico e caracterização de amostras pela técnica de PCR e RFLP**. 2013. 113 f. Tese de Doutorado (Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia Unidade da USP, São Paulo, 2013.

PÁEZ-MARTÍNEZ A, LAITON-DONATO K, USME-CIRO JA. *Vaccinia* zoonótica en Colombia: evidencia acumulativa de la emergencia de los *poxvirus* en el mundo. **Rev. Salud Pública**. 20 (6): 785-790, 2018.

PERES MG, BACCHIEGA TS, APPOLINÁRIO CM, VICENTE AF, MIONI M, RIBEIRO RBLD, FONSECA CRS, PELÍCIA VC, FERREIRA F, ABRAHÃO JS, MEGID J. *Vaccinia virus* in Feces and Urine of Wild Rodents from São Paulo State, Brazil. **Viruses**. 2018 Feb; 10(2): 51. Published online 2018 Jan 23. doi: 10.3390/v10020051.

QUIXABEIRA-SANTOS JC. MEDAGLIA MLG, PESCADOR CA, DAMASO CR. Animal Movement and Establishment of *Vaccinia Virus Cantagalo* Strain in Amazon Biome, Brazil. **Emerg Infect Dis**. 2011 Apr; 17 (4): 726–729. doi: 10.3201 / eid1704.101581.

RICTV BARRIGA VERDE. Balanço Geral - Itajai. **Menino de 5 anos mordido por capivara em Balneário Camboriú**. 2018. Vídeo (3 min 56 seg). Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=6tm8Mb32SMc>.

ROUBY S, ABOULSOUD E. Evidence of intrauterine transmission of lumpy skin disease virus. **Vet J**. 2016; 209:193-5. doi: 10.1016 / j.tvjl.2015.11.010.

SANT'ANA, FABIANO FJ de. et al. Outbreaks of vesicular disease caused by *Vaccinia virus* in dairy cattle from Goiás State, Brazil (2010-2012). **Pesq. Vet. Bras**. 33(7):860-866, julho 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2013000700006>.

SCHATZMAYR HG, LEMOS ELBA RS DE, MAZUR C, SCHUBACH A, MAJEROWICZ S, ROZENTAL T, SCHUBACH TMP, BUSTAMANTE MC, BARTH OM. (2000). Detection of *poxvirus* in cattle associated with human cases in the State of Rio de Janeiro: preliminary report. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 95(5), 625-627. <https://dx.doi.org/10.1590/S0074-02762000000500007>.

SEITZ K, KÜBBER-HEISS A, AUER A et al. Discovery of a phylogenetically distinct poxvirus in diseased *Crocodilurus amazonicus* (family Teiidae). **Arch Virol** 166, 1183–1191 (2021). <https://doi.org/10.1007/s00705-021-04975-6>

SILVA DCM, MOREIRA-SILVA EAS, GOMES JAS, FONSECA FG, CORREA-OLIVEIRA R. Clinical signs, diagnosis, and case reports of *Vaccinia virus* infections. **Braz J Infect Dis** [Internet]. 2010 Apr [cited 2020 May 16]; 14(2): 129-134.

SILVA TG, LIMA MS, CASTRO AMMG, MARTINS MSN, CASTIGLIONI VC, FAVA CD, OKUDA LH, PITUCO EM. (2018). Bovine *Vaccinia* in dairy cattle and suspicion of vesicular disease on milkers in Brazil. **Ciência Rural**, 48(5), e20170723. Epub May 10, 2018. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20170723>.

SILVA-FERNANDES AT, TRAVASSOS CE, FERREIRA JM, ABRAHÃO JS, ROCHA ES, VIANA-FERREIRA F, DOS SANTOS JR. BONJARDIM CA, FERREIRA PC, KROON EG. Natural human infections with *Vaccinia virus* during bovine *vaccinia* outbreaks. **J Clin Virol**. 44:308–313. 2009.

TALAVERA A. 2008. **Virus salvajes; virus domesticados**. Editorial Aldevara. Espanha. 270p.

TV BARRIGA VERDE. Band Cidade. **Ataque de capivara**. 2020. Vídeo (1 min 52 seg). Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=HUYAvWAPNM8>.

TRINDADE GS, EMERSON GL, CARROLL DS, KROON EG, DAMON IK. Brazilian *Vaccinia Viruses* and Their Origins. **Emerg Infect Dis**. 2007 jul; 13 (7): 965-972. doi: 10.3201 / eid1307.061404.

CAPÍTULO IV

4. PESQUISA DE AGENTES BACTERIANOS E VIRAIS EM CAPIVARAS (*Hydrochoerus hydrochaeris*) EM UMA ÁREA DE TRANSIÇÃO ENTRE OS BIOMAS AMAZÔNICO E CERRADO, MARANHÃO, BRASIL

(artigo em construção)

Research of bacterial and viral agents in capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) in a transition area between the amazon and cerrado biomes, Maranhão, Brazil

Roberto Carlos Negreiros de Arruda^{1*}, Isabella Rodrigues Negreiros,³Hermes Ribeiro Luz², Helder de Moraes Pereira³, Francisco Borges Costa³, Viviane Correa Silva Coimbra³, Ana Karoline Sousa Mendes², Ana Karoline Sousa Mendes Simas³, Nancyleni Pinto Chaves³, Hamilton Pereira Santos³

RESUMO: As capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) de vida livre no Estado do Maranhão são encontradas em diversos corpos d'água, vivendo ou pastando próximas a animais domésticos ou silvestres, além de serem abatidas e manuseadas para consumo. O objetivo deste estudo foi avaliar as ocorrências de anticorpos anti-*Brucella* spp. e anti-*Leptospira* spp. num agrupamento de capivaras, bem como, por meio de técnicas moleculares, aclarar a presença de *Orthopoxvirus*, *Parapoxvirus* (Poxviridae) e *Coxiella burnetii* em amostras fecais do bioma amazônico e de cerrado respectivamente. No bioma amazônico, seis exemplares de *H. hydrochaeris* foram capturados no município de Santa Inês. Esses animais foram contidos com a administração dos anestésicos Cetamina e Xilazina, para coleta de sangue venoso da veia femoral e extração de soro sanguíneo. Posteriormente, foi realizada a técnica de Soroaglutinação Microscópica (*Microscopic Seroagglutination Technique* - MAT), para a detecção de anticorpos anti-*Leptospira* spp, utilizando-se antígenos de sorovares patogênicos e saprófitos e pela técnica de Antígeno Acidificado Tamponado (AAT) para detecção de anticorpos anti-*Brucella*. No bioma de cerrado, foram coletadas 20 amostras de fezes frescas (10 amostras em Porto Franco/MA e 10 em Balsas/MA) sendo o primeiro recolhimento próximo a um lago e segundo aos tanques de piscicultura, concomitantemente, acondicionou-se em sacos plásticos, na proporção de 07 a 10 pellets frescos para extração de DNA e amplificação de fragmentos de *Orthopoxvirus*, *Parapoxvirus* e *C. burnetii* por Reação em Cadeia da Polimerase (PCR). Das seis amostras de soro analisadas, três (50,00%) foram reagentes para os sorovares *Whitcombi*, *Hebdomadis*, *Copenhagen*, *Bratislava* e *Pomona*, assim como, destaca-se o primeiro relato de anticorpos em capivaras do Maranhão. Verificou-se que não houve amostras sororreativas para anticorpos anti-*Brucella* spp. Nenhuma amostra de fezes foi positiva para *Orthopoxvirus*, *Parapoxvirus* e *C. burnetii*. A ocorrência de anticorpos anti-*Leptospira* spp em capivaras, demonstra sua importância no papel de bioindicador zoonótico, bem como, contribui com novas informações ecoepidemiológicas devido à coexistência ou interações entre animais selvagens, domésticos e exóticos a nossa fauna. Desta forma, nossas investigações também indicam que há necessidade de pesquisas mais aprofundadas em ecossistemas alagados, úmidos e quentes para melhor compreensão da importância da espécie, assim como, evitar o seu contato com as espécies domésticas e até o controle nos estágios sinantrópicos, seja por sua natureza zoonótica ou como reservatório natural de doenças.

Palavras-Chave: Zoonoses; Silvestres; Capincho; Agentes Patogênicos

¹ Superintendência Federal de Agropecuária do Maranhão (SFA-MA/MAPA), São Luís, MA

² Universidade Federal do Maranhão, São Luís, MA

³ Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, MA

ABSTRACT:

The free-ranging capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) in the State of Maranhão are found in several bodies of water, living or grazing near domestic or wild animals, in addition to being slaughtered and handled for consumption. The objective of the study was to elucidate the occurrences of anti-*Brucella* spp. antibodies and anti-*Leptospira* spp. in a group of capybaras, as well as, using molecular techniques, and clarify the presence of *Orthopoxvirus*, *Parapoxvirus* (Poxviridae) and *Coxiella burnetii* in fecal samples from the Amazon biome and the cerrado respectively. In the Amazon biome, six specimens of *H. hydrochaeris* were captured in the municipality of Santa Inês. These animals were restrained with the inoculation of the anesthetics Ketamine and Xylazine, to collect venous blood from the femoral vein and remove the blood serum. Subsequently, the Microscopic Seroagglutination Technique (MAT) technique was performed to detect anti-*Leptospira* spp antibodies, using antigens from pathogenic and saprophytic serovars and the Buffered Plate Agglutination Test (BPAT) technique to detect anti-*Brucella* antibodies. In the cerrado biome, 20 samples of fresh feces were collected (10 samples in Porto Franco/MA and 10 in Balsas/MA), the first being collected near the lake and the second in the fish farming tanks, concomitantly, packed in plastic bags, in the proportion of 07 to 10 fresh pellets, for DNA removal and amplification of fragments of *Orthopoxvirus*, *Parapoxvirus* and *C. burnetii* by Polymerase Chain Reaction (PCR). Of the six confirmed serum samples, three (50.00%) were reactive for the serovars *Whitcombi*, *Hebdomadis*, *Copenhagen*, *Bratislava* and *Pomona*, as well as the first report of antibodies in capybaras from Maranhão. It was verified that there were no seroreactive samples for anti-*Brucella* spp. antibodies. No stool samples were positive for *Orthopoxvirus*, *Parapoxvirus* and *C. burnetii*. The occurrence of anti-*Leptospira* spp antibodies in capybaras demonstrates their importance in the role of zoonotic bioindicator, as well as contributing new ecoepidemiological information due to the coexistence or interactions between wild, domestic and exotic animals in our fauna. Thus, our investigations also indicate that there is a need for more in-depth research in flooded, humid and hot ecosystems to better understand the importance of the species, as well as to avoid its contact with domestic species and even control it in synanthropic methods, whether by its zoonotic nature or as a natural reservoir of diseases.s.

Key words: Zoonosis; Animal wildlife; *Capincho*; Pathogenic agents.

4.1. INTRODUÇÃO

A organização mundial de saúde (OMS) e a organização mundial de saúde animal (OMSA) trabalham interligadas às novas realidades de riscos globais e pandemias em prol da ‘saúde única’, objetivando compreender e enfrentar os riscos através da interface animais, humanos e ecossistemas (WOAH, 2022).

A capivara ou ‘capincho’ é o maior roedor que habita e se reproduz nas partes baixas das Américas Central e Sul, em decorrência de um ambiente que estar sendo

desmatado, são propensas a conviver próximos aos humanos e animais domésticos (Arruda *et al.*, 2021).

As doenças zoonóticas bacterianas e virais emergentes e reemergentes são de grande importância para a saúde dos animais e humanos, visto que podem causar perdas econômicas, assim como, epidemias ao redor do mundo. Desta forma, estudos ecoepidemiológicos na natureza em busca de possíveis circulação de agentes patogênicos, são de grande impacto para o correto procedimento profilático, uso direcionado de ações preventivas, resguardando a saúde individual e coletiva em ecossistema que estão inseridos (Malanczyn *et al.*, 2017, Cavalcante; Alencar, 2018).

No mundo, a leptospirose é uma doença causada por espiroquetas patogênicas do gênero *Leptospira* que acomete animais selvagens, domésticos e humanos (Silva, 2020), e no continente americano, o Brasil é o país que tem o maior número de casos reportados, com uma média anual de 3.890 casos anual, apresentado uma taxa de fatalidade de 10% (Pereira *et al.*, 2017; Brasil, 2014; Polo *et al.*, 2019). Outra doença importante é a brucelose, uma zoonose causada pela bactéria do gênero *Brucella* com distribuição mundial, que acarreta importantes problemas sanitários e infortúnios econômicos, principalmente para rebanhos bovinos, além de ser subdiagnosticada em muitas regiões do país (Schmitt *et al.*, 2017). Há mais de meio século, a *Coxiella burnetii* tem sido reportada em estudos soroepidemiológicos no Brasil, e atualmente a coxiellose tem sido negligenciada na América Latina (Mioni *et al.*, 2020).

Recentemente à *H. hydrochaeris*, também foi vinculada a palavra ‘variola’, que segundo Talavera (2008), deriva-se de uma palavra em inglês “smallpox”, que significa ‘pequenas pústulas’. Existem indicações da temida enfermidade nos restos do faraó Ramsés V de 1.157 aC. Mas, supõe-se que tenha surgido nos primeiros assentamentos agrícolas da humanidade, cerca de 10.000 anos atrás na África (García, 2016). A variola humana, causada pelo *Variola vírus*, foi uma doença devastadora, que matou mais de 300 milhões de pessoas no passado (Iago *et al.*, 2021). O CDC (2022), assevera que o início da proteção imunitária em humana iniciando em 1796, quando um médico ‘Edward Jenner’, observou que uma ordenhadora, a Sarah Nelmes, havia se contaminado com a variola bovina (*Cowpox virus*) e não apresentava sintomas da variola humana (*Variola virus* ou *Smallpox*).

Considerando a nova realidade de “Uma só saúde” (*One Health*), as atenções e estudos devem ser realizados na ‘tríade: ambiente, animais e humanos’. Desta forma, os

animais silvestres se apresentam como importante bioindicadores de zoonoses. O propósito desta pesquisa foi reportar as frequências de anticorpos anti-*Leptospira* spp. e anti-*Brucella* spp., bem como, aclarar a presença de poxvírus (*Orthopoxvirus* e *Parapoxvirus*) e *Coxiella burnetii* em capivaras de vida livre no Maranhão.

4.2. MATERIAIS E MÉTODOS

4.2.1. Licenças e Comitê de Ética

As capturas e acompanhamentos de capivaras no campo foram autorizadas pelo Ministério do Meio Ambiente - MMA, através do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio, emitida pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO, sob o nº 83484, bem como, aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal (EEA), da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) sob o nº 030/2021-01200.002200/2015-06 CEEA/CMV/UEMA.

4.2.2. Área e histórico reprodutivo

Parte do estudo abrangeu o município de Santa Inês (Figura 1 e 2), com coletas sanguíneas no ano de 2021, geolocalizados, na *Microrregião de Pindaré* no Estado do Maranhão (3°52'37.0"S 45°32'50.0"W), a área pertence ao bioma amazônico, precisamente, na Mesorregião Oeste Maranhense. A outra parte da pesquisa com coletas de fezes frescas no mesmo ano de 2021, ocorreu nos municípios de Porto Franco/MA (6°20'49.2"S 47°13'51.7"W) e Balsas/MA (7°28'31.0"S 46°12'12.0"W), ambos no bioma cerrado, situado na Mesorregião Sul Maranhense.

No município de Santa Inês, além da inspeção clínica de animais, levantou-se o histórico reprodutivo dos equídeos e bovinos, quanto a existência de processos infecciosos ou qualquer outro fator que possa ter interferido na fertilidade dos animais.

4.2.3. Captura e coleta de amostras

Foi adaptada na propriedade uma armadilha fixa em formato de curral com gatilho automático para captura de indivíduos, assim, seis capivaras foram capturadas, sendo quatro fêmeas adultas, um macho e uma fêmea jovens. Em seguida procedeu-se o protocolo anestésico com associações de 5,0mg/kg/pv de Cloridrato de Cetamina a 1% e 4,5mg/kg/pv de Cloridrato de Xilazina a 2%, via intramuscular, conforme descrito por Madella et al. (2006). As amostras de sangue foram colhidas por punção venosa femoral,

após limpeza e desinfecção da área com álcool-iodado. Foram utilizadas agulhas descartáveis (25x8mm) e tubos (10 mL) com sistema de vácuo (vacutainer), esterilizados e contendo gel separador. O material foi encaminhado em caixas isotérmicas com gelo para o Laboratório de Doenças Infecciosas do Curso de Medicina Veterinária da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), onde o soro foi separado do sangue total por centrifugação a 2.500 G por cinco minutos. As alíquotas de soro obtidas foram transferidas para microtubos com capacidade de 2,0 mL, identificados com o número do animal e código da propriedade, e, mantidas à temperatura de -20°C até a realização dos testes.

4.2.4. Análises sorológicas

Os soros dos animais foram testados pela técnica de soroaglutinação microscópica (*Microscopic Seroagglutination Technique* - MAT), como também, realizou-se pesquisas de anticorpos anti-*Brucella abortus*, através do Antígeno Acidificado Tamponado (AAT), técnica recomendada pelo MAPA (Brasil, 2017) e OMSA (WOAH, 2023).

4.2.4.1. Teste de Soroaglutinação Microscópica (*Microscopic Seroagglutination Technique* - MAT)

A técnica sorológica empregada foi Soroaglutinação Microscópica (SAM), descrita por Galton *et al.* (1965) e Cole *et al.* (1973), recomendada pela recomendada pela *World Health Organization* (WHO, 1967) e Organização Internacional das Epizootias (OIE, 2010). Foram utilizados antígenos vivos compostos por 24 sorovares do complexo *Leptospira* spp., provenientes do banco do Laboratório de Diagnóstico de Doenças Infecciosas da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), compostos de 22 sorovares patogênicos e dois saprófitos listados na tabela 1.

Para interpretação dos resultados, foi considerada a reação como positiva a presença de aglutininas anti-*Leptospira* nas amostras, com aglutinação microscópica igual ou superior a 50% das *Leptospiras*. Após a leitura, o grau de aglutinação seguiu o seguinte critério: uma + (menos de 50% de *Leptospiras* aglutinadas), duas + (de 51 a 74% de aglutinações) e três + (75 a 100% de aglutinações). Foram então consideradas positivas as amostras examinadas com título igual ou superior a 1:100, com 50% de aglutinação.

As amostras reagentes a 1:100 (com três +++), ou seja, aquelas reagentes no teste de triagem foram submetidos à prova de titulação, considerando-se as reações com a maior diluição do soro para confirmação da titulação final da aglutinação.

Tabela 1 - Coleção de antígenos do complexo *Leptospira* spp. de referência utilizados na prova de Soroaglutinação Microscópica (SAM), segundo espécie, sorogrupo e sorovar, 2021

Espécie	Sorogrupo	Sorovar
<i>L. interrogans</i>	Sejroe	Hardjo; Wolff
<i>L. interrogans</i>	Pomona	Pomona
<i>L. interrogans</i>	Australis	Australis; Brastilava
<i>L. interrogans</i>	Autumnalis	Autumnalis
<i>L. interrogans</i>	Heddomadis	Hebdomadis
<i>L. interrogans</i>	Canicola	Canicola
<i>L. interrogans</i>	Djasiman	Sentot
<i>L. interrogans</i>	Icterohaemorrhagiae	Copenhageni; Icterohaemorrhagiae
<i>L. interrogans</i>	Pyrogenes	Pyrogenes
<i>L. interrogans</i>	Cynopteri	Cynopteri
<i>L. borgpetersenii</i>	Ballum	Butembo; Castellonis
<i>L. borgpetersenii</i>	Javanica	Javanica
<i>L. borgpetersenii</i>	Tarassovi	Tarassovi
<i>L. borgpetersenii</i>	Caledoni	Whitcombi
<i>L. kirschneri</i>	Grippotyphosa	Grippotyphosa
<i>L. noguchii</i>	Panamá	Panamá
<i>L. santarosai</i>	Bataviae	Bataviae
<i>L. santarosai</i>	Shermani	Shermani
<i>L. biflexa</i>	Semarang	Patoc
<i>L. biflexa</i>	Andamana	Andamana

Fonte: WHO, 1967; OIE, 2010

4.2.4.2. Teste de triagem com o Antígeno Acidificado Tamponado (AAT)

Todas as amostras de conveniência foram submetidas ao teste de triagem pelo Antígeno Acidificado Tamponado (AAT), recomendadas pela WOA (2023) e pelo MAPA (BRASIL, 2017), para diagnóstico e controle da brucelose em nível nacional ou local.

Utilizou-se a técnica recomendada pelo Instituto Biológico e WOA (2023), onde indica-se, equilibrar os soros e o antígeno à temperatura ambiente, por pelo menos, 30 minutos. Preenchendo os protocolos de prova, identificando a localização de cada soro em placas. Utilizou-se o micropipetador com 30 µL de soro e 30 µL de antígeno por área da placa, misturando-se suavemente por 4 minutos. Colocou-se a placa na caixa de leitura com luz indireta e realizou-se a leitura. Para a interpretação dos resultados, considerou-se a ausência de grumos como, *NÃO-REAGENTE*, e a Presença de grumos como, *REAGENTE*.

4.2.5. Extração de ácido nucléico

As amostras fecais oriundas do solo, recolhidas em Balsas e Porto Franco foram descongeladas em temperatura ambiente por cerca de 30 minutos e foi adicionado 50 mL de PBS (pH 7,5) em cada copo coletor, sendo homogeneizado com auxílio de uma ponteira descartável de 1.000 µL. Em seguida transferiu-se 1mL para microtubos devidamente identificados. Foram retirados 200 µL da solução resultante e seguiu-se com a extração pelo protocolo Isotiocianato de Guanidina (GT) modificado (Chomczynski, 1993). Como o material fecal já estava em solução de PBS, este foi diretamente homogeneizado em vórtex por 10 segundos. Posteriormente, foi adicionado 450 µL de GT e incubado durante 10 minutos em temperatura ambiente, homogeneizando no vórtex a cada 2 minutos e meio por 10 segundos. Foi então adicionado 100 µL de clorfórmio, homogeneizado no vórtex por 10 segundos e incubado em temperatura ambiente por 2 minutos. Em seguida o material foi centrifugado a 12.000 rpm por 5 minutos. Após a centrifugação houve a formação de duas fases, sendo recuperada a fase transparente e o restante foi descartado. Adicionou-se 600 µL de isopropanol para solubilizar o DNA. O material foi deixado por 2 horas no freezer ou “over night”. Após esta etapa, centrifugou-se a 12.000 rpm por 15 minutos a 4° C. O sobrenadante foi descartado. Foi adicionado então 800 µL de etanol 70% e centrifugado novamente a 12.000 rpm por 5 minutos a 4°C. O sobrenadante foi descartado e o material foi secado em termobloco a 56°C por 15 minutos com as tampas abertas. Ao final o material foi ressuspensionado com 60 µL de TE, homogeneizado manualmente e colocado em termobloco a 56°C por 15 minutos. Finalmente, o DNA extraído foi armazenado em freezer até a sua utilização na PCR.

4.2.6. Reação em Cadeia da Polimerase (PCR)

O DNA extraído foi utilizado na triagem por PCR convencional para detecção de *Orthopoxvirus*, *Parapoxvirus* (Poxviridae) e *Coxiella burnetii* por meio de iniciadores: i - *Orthopoxvirus*, *Parapoxvirus* (Poxvirus) Pan-Poxvirus Forward 5'-ACA CCA AAA ACT CAT ATA ACT TCT (insulin metalloproteinase-like protein gene), e Pan-Poxvirus Reverse CCT ATT TTA CTC CTT AGT AAA TGA T (intracellular mature virion [IMV] membrane protein gene) que amplifica um fragmento de 220 pares de bases; e ii - *C. burnetii* Trans-1 TAT GTA TCC ACC GTA GCC AGT C e Trans-2 CCC AAC AAC ACC TCC TTA TTC que amplifica um fragmento esperado de 687 pb de acordo com (Li

et al., 2009; Berri et al., 2003) . A amplificação foi realizada com volume total de 25 µL e a reação continha: 1 µL de cada primer, 9 µL de Taq DNA Polimerase, 11,5 µL de água livre de nuclease e 2,5 µL de DNA extraído, além de controles positivos específicos para cada reação como o controle positivo de Poxvírus foi proveniente de amostras do vírus Cantagalo (*Orthopoxvirus*) e Araputanga (*Parapoxvirus*) e DNAg de *C. burnetii* da cepa isolada de carrapatos da Argentina (Pacheco et al., 2013).

4.2.7. Eletroforese

Os produtos amplificados (7 µL) da reação de PCR convencional foram visualizados em aparelho de eletroforese em gel de agarose a 1,5% (100 mL TAE 0,5%, 1,5g agarose Ultra Pure TM Invitrogen TM) em cuba horizontal e tampão TAE submetida à voltagem de 1 a 10V/cm durante 40 minutos. A visualização das bandas foi realizada em transiluminador ultravioleta.

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das amostras analisadas, 50% (n=3) apresentaram reações positivas com títulos iguais ou superiores a 1:100 e 50% foram negativas. A frequência de sorovares predominantes e sua titulação estão descritos na tabela 2.

Tabela 2 - Frequência de aglutininas anti-*Leptospira* spp., identificadas em capivaras, oriundas de Santa Inês, Maranhão, Brasil, 2021.

Amostra	Sorovares	Titulação	
		inicial	final
01	Whitcombi	1:100	1:1.600
	Hebdomadis	1:100	1:1.600
	Copenhageni	1:100	1:800.
02	Bratislava	1:100	1:100
	Whitcombi	1:100	1:100
	Pomona	1:100	1:100
03	Não reagente	-	-
04	Bratislava.	1:100	1:200
05	Não reagente	-	-
06	Não reagente	-	-

No presente estudo, a soropositividade encontrada (50%) é maior do que as previamente registradas por Albuquerque *et al.* (2017) no Acre (43,9%) e Langoni *et al.* (2016) em São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul (41.82%) e Di-Chiacchio *et al.* (2014) em São Paulo (26%). Ito *et al.* (1998) em estudo da soroprevalência para anticorpos aglutinantes em capivaras de vida livre identificou uma taxa de 33% no pantanal sul-

matogrossense e Nishiyama *et al.* (2002) também obtiveram resultados sorológicos semelhante trabalhando com animais provenientes de cativeiro no Mato Grosso.

Nesta pesquisa do Maranhão, houve semelhança as ocorrências de leptospirose no Estado de São Paulo, onde Shimabukuro (2016) encontrou soroprevalência de *Leptospira* spp, em 79 capivaras da bacia hidrográfica do Alto Tietê (áreas poluídas) no estado de São Paulo, e as cepas patogênicas mais repetidas foram *Copenhageni*, *Icterohaemorrhagiae*, *Pomona* e *Bratislava*.

Da Silva Yang *et al.*, 2021 mencionam que devido às mudanças climáticas, ecológicas e ambientais, as capivaras têm sido encontradas tanto em *áreas urbanas* quanto *rurais* no Brasil, o que poderia favorecer a transmissão de patógenos com potencial zoonótico. Nas *áreas rurais*, especificamente, na região do Pantanal sul-matogrossense, bovinos (*Bos taurus*), cervídeos (Cervidae), porco-monteiro (*Sus scrofa*), capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) e outros animais silvestres compartilham os mesmos ambientes (Fontana, 2011). Semelhanças de coabitações ocorrem na baixada maranhense e no estabelecimento de criação em Santa Inês/MA.

Na propriedade reigente em estudo, algumas vacas e novilhas tiveram abortos, mas, o rebanho bovino já havia sido vacinado contra brucelose, e por causa de um projeto de transferência de embriões de zebras em éguas, já haviam vacinados contra leptospirose dentro de um protocolo específico, considerando, que haviam tido abortos e problemas reprodutivos nos solípedes também. Observou-se uveíte no lado direito em um equino na propriedade, assim, dados também citados por Dewes *et al.* (2020), encontrou uveíte recorrente equina no RS em focos de leptospirose e citam alguns roedores observados no ambiente de alojamento. No processo agudo corre a conjuntivite, já a opacidade da córnea podem ser sequelas de infecções (CFSPH, 2013). Na propriedade trabalhada, observou-se exemplares de capivaras em ambiente natural em convivência com equídeos, bovinos, ovinos, caprinos, canídeos, primatas não humanos, gatos-maracajá, e exóticos como zebras, gnus e samba (cervídeo). Em decorrência da presença de várias espécies nas propriedades visitadas, o foco da doença possa estar presente entre outros mamíferos.

Observou-se uma semelhança significativa de resultados da enfermidade com os dados de Silva *et al.* (2012), que investigaram a prevalência e os fatores de risco da leptospirose bovina no Estado do Maranhão, levantando dados que a sorovariantes *Hardjo* e *Wolffi* seriam mais frequentes e quanto aos riscos, constatarem a presença de equinos, ‘capivaras’ e nos rebanhos bovinos com 32 ou mais fêmeas adultas. Já Paixão

et al. (2016), relatam a criação conjunta de caprinos, ovinos, equinos e caninos como fator de risco.

Cutolo (2019), estudando anticorpos para *Leptospira* spp, em vários animais silvestres no Parque Zoológico Municipal de Bauru/SP, concluiu que havia indícios de infecção, por *Leptospira* spp, com prevalência por sorovares: *Pyrogenes* (15,2%); *Pomona* (9,4%); *Autumnalis* (8,9%); *Whitcombi* (6,8%); *Tarassovi* (6,3%); *Hardjo* (5,7%); *Butembo* e *Bratislava* (4,7%); *Wolffi* (4,2%); *Copenhageni* (3,7%); *Javanica*, *Hardjobovis* e *Hardjoprajitno* (3,1%); *Hebdomadis*, *Australis* (2,6%); *Canicola*, *Cynopteri* e *Djasiman* (2,1%); *Icterohaemorrhagiae* e *Hardjominiswajezak* (1,6%); *Castellonis*, *Bataviae*, *Sentot*, *Gryppotyphosa* e *Hardjo* CTG, (1,0%); *Panama* e *Andamana*, (0,5%). Na descrição do estudo, o autor, considerou que na área havia pontos passíveis de alagamento, fato este que poderia favorecer a infecção.

No presente estudo, a soropositividade foi menor em capivaras adultas, o que não foi registrado por Vanasco *et al.* (2003), em estudo realizado na Argentina em 36 espécies de pequenos roedores dos gêneros *Mus*, *Rattus*, *Holochilu*, *Akodon* e *Calomys*.



Figura 1. Capivaras de vida livre, onde os espécimes convivem com vários tipos de mamíferos.

Alguns autores consideram que em cativeiro as capivaras também podem atuar como reservatório de leptospiros, enfatizando o risco ocupacional para as pessoas que trabalham em fazendas ou em matadouros (Cueto, 2013). Demonstrou a presença de animais reagentes em uma propriedade rural (figura 1, 2 e 3), que como reservatórios, teriam acesso a outros estabelecimentos rurais, seja em área de alimentação comum, mata

como abrigo, bem como, acesso as áreas inundadas e por consequência teria dispersão destes patógenos facilitado pela água.

Da Silva Yang *et al.* (2021), mencionam que devido às mudanças climáticas, ecológicas e ambientais, capivaras têm sido encontradas tanto em áreas urbanas quanto rurais no Brasil, o que poderia favorecer a transmissão de patógenos com potencial zoonótico. Inclui-se acesso as novas áreas no Maranhão, que estão sendo degradadas ou antropizadas, servindo de alertas as órgãos que trabalham com zoonoses e saúde pública.



Figura 2. Localização da captura apontada em pin azul no Google Earth. Observa-se água em cinza (esquerda e abaixo), alimento (pastagens) e abrigo (matas).

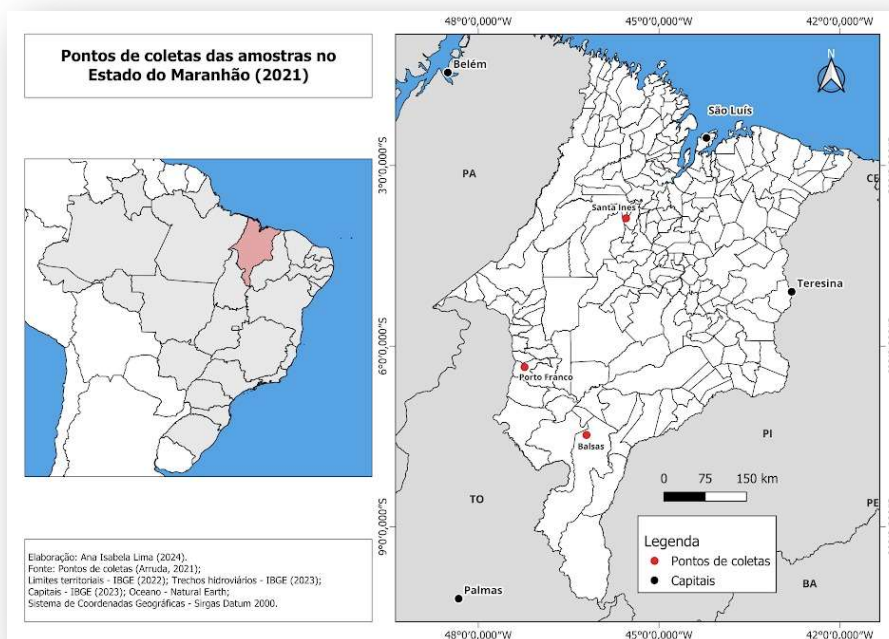


Figura 3. Localizações das coletas e dos resultados positivos à *Leptospira* spp., se situou no mapa um alfinete vermelho no Qgis (Balsas, Porto Franco, e Santa Inês).

Quanto à pesquisa de anticorpos anti-*Brucella* spp., avaliadas através do Antígeno Acidificado Tamponado (AAT), as amostras não foram consideradas reagentes. Fatos que coincidem com citações de Milagres (2004) em SP e MG, e outros pesquisadores, sugeriram à ocorrência de reações cruzadas por outros patógenos, no casos de Kuribara (1996), Nogueira (1997), Ito (1998) e seus colaboradores de pesquisas, quando observaram capivaras reagentes à brucelose pela prova de soroaglutinação, nenhuma, mostrou reação positiva ao teste do 2-mercaptoetanol (Nogueira *et al.*, 2007). No Acre em Silva e colaboradores (2017), realizaram testes para a detecção de anticorpos para *Brucella* spp. (*B. abortus*, *B. suis* e *B. melitensis*), através do Antígeno Acidificado Tamponado (AAT), e também não detectou anticorpos anti-*Brucella*. Por vezes, os testes sorológicos indicam exposições as espécies de *Brucella*, mas não conseguem identificar o agente etiológico ao nível da espécie (WOAH, 2023). Enfatiza-se que nos casos reagentes por sorologia, entende-se, que devam ter mais evidências clínicas em rebanhos e/ou detecção do agente por técnicas moleculares.

Dias-Filho e colaboradores (2013), citam que várias propriedades tiveram focos de varíola bovina no Maranhão em bovinos e humanos, ocasionada pela presença do *Vaccinia virus*, visto que 92% dos casos era em propriedades de leite. Na propriedade em estudo em Santa Inês/MA, existiam animais da raça Sindi, raça zebuínas com características leiteiras e manejo diário com grupo de vacas em produção.

Outro poxvírus surgiu em dezembro de 2015, no município de Pedreiras/MA, através de um foco de Pseudovariola (*Pseudocowpox virus*) em fêmeas bovinas produtoras de leite, bezerro lactantes, e em 2 (dois) ordenhadores, chamando a atenção a época a presença de ‘capivaras’ próximas aos enfermos (ensaio realizado no Laboratório Federal de Defesa Agropecuária de Pedro Leopoldo, LFDA-MG/MAPA, 2015).

DUTRA e colaboradores em 2017, desenvolveram um método para detectar DNA de *Orthopoxvirus* em amostras de fezes de capivara (*H. hydrochaeris*) e descreveram pela primeira vez a detecção de DNA em amostras de capivaras, assim, sugeriram que as capivaras poderiam estar envolvidas no ciclo natural da transmissão do *Vaccinia virus*.

Em Caxias e Lima Campo no Maranhão, populares citam que ‘se pisar no rastro de capivara pega frieira’, assim, deslumbrou-se a evidência de poxvírus, por um método

não invasivo, ao coletar-se excrementos frescos de capivaras em áreas de convivência com animais selvagens ou domésticos, sem causar estresse aos animais, entretanto, não evidenciou-se vírus ou suas partículas nos testes realizados.

Presente no Brasil em poucas ocorrências, a *Coxiella burnetii*, é o agente da febre Q, uma zoonose causada por uma bactéria intracelular obrigatória, cujo o sinal mais comum entre pequenos ruminantes é o aborto, e por vezes falhas reprodutivas, mas geralmente aparecem de forma assintomática ou subclínica (Oliveira *et al.*, 2018).

Em uma área isolada da Floresta Amazônica da Guiana Francesa (2014), ocorreu um surto de febre Q em membros do serviço da Marinha Francesa, ocasião que faziam limpeza com vassouras próximo a uma cabana. Pelas amostras fecais recolhidas, as capivaras foram consideradas reservatórios do cocobacilo gram-negativo, quando testaram positivas para *C. burnetii* pelo teste de DNA (Christen *et al.*, 2020).

Os animais nas propriedades rurais e os de estimação, são os principais reservatórios da febre Q no mundo e a transmissão aos humanos, são causadas principalmente por aerossóis (poeira contaminada com fluidos de parto secos ou excretas), seja pela proximidade com os animais ou contaminação ambiental (ANGELAKIS & RAOULT, 2010). No Brasil Oliveira *et al.* (2018), citam infecção por *C. burnetii*, em um surto de aborto em caprinos e apontam a inclusão desta enfermidade nos programas de vigilância. No ano seguinte Von Ranke *et al.* (2019), cita uma unidade militar de Ribeirão das Lages/RJ, numa área rural, acampou próximo a um rio e teve contato com ovelhas e capivaras, por consequência, dentro do período de incubação (2 a 4 semanas), seis pacientes apresentaram um doença aguda semelhante à gripe, e metade evoluiu para hepatite e pneumonia.

4.4. CONCLUSÃO

Os sorovares *Whitcombi*, *Hebdomadis*, *Copenhageni*, *Bratislava* e *Pomona* prevalentes nas capivaras em altas titulações, nas proximidades de ambientes aquáticos, são patogênicas ao homem e animais, assim, representam informações úteis para se promover uma biovigilância periódica, igualmente, priorizar áreas de risco, levando-se em conta a coabitação com animais domésticos, silvestres ou exóticos. Quanto às outras doenças reprodutivas, Brucelose, Febre ‘Q’, e as doenças epitéliotrópicas, Varíola e Pseudovaríola, as capivaras necessitam ser melhor estudada epidemiologicamente, e os

resultados reagentes na sorologia, devem ser acompanhados por técnicas de biologia molecular e isolamentos.

4.5. REFERÊNCIAS

ANGELAKIS E & RAOULT D. Q fever, *Veterinary Microbiology*, v.140, Issues 3–4, 2010, Pages 297-309, <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2009.07.016>.

ARRUDA, RCN; CHAVES, DP; SANTOS, HP; COIMBRA, VCS; COSTA, FB; LUZ, HR, et al., **Ocorrência de Endoparasitos em Capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) De Vida Livre no Maranhão**. E-Book “Casos Clínicos em Medicina Veterinária volume 2”, Luminus Editora Ltda. ISBN 978-65-89948.

BERRI M., Arricau-Bouvery N., Rodolakis A., PCR-based detection of *Coxiella burnetii* from clinical samples, in: Sachse K., Frey J. (Eds.), *Methods in molecular biology, Coxiella burnetii shedding by dairy cows* 859 **Humana Press Inc.**, Totowa, USA, p.153–161, 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. *Leptospirose: diagnóstico e manejo clínico / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis.* – Brasília: Ministério da Saúde, 2014

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **IN 10, de 3 de março de 2017. Aprova o regulamento técnico do PNCEBT.** Brasília. Ministério da Agricultura e Pecuária, 2017.

CAVALCANTE, K. K. de S.; Alencar, C. H. Raiva humana: avaliação da prevalência das condutas profiláticas pós-exposição no Ceará, Brasil, 2007-2015. **Epidemiol. Serv. Públic.** Brasília, 2018.

CDC - CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. **History of Smallpox.** 2022. U.S. Department of Health & Human Services. Disponível em <https://www.cdc.gov/smallpox/history/history.html>

CUTOLO, Andre Antonio. "**Anticorpos para *Leptospira* spp. em mamíferos silvestres do município de Monte Mor, estado de São Paulo.**" (2019).

CILIA, G.; BERTELLONI, F.; ALBINI, S.; FRATINI, F. Insight into the Epidemiology of Leptospirosis: A Review of *Leptospira* Isolations from “Unconventional” Hosts. *Animals*. 2021, *11*, 191. <https://doi.org/10.3390/ani11010191>

CHOMCZINSKY, P. A reagent for the single-step simultaneous isolation of RNA, DNA and proteins from cell and tissue samples. **BioTechniques**, v. 153, n. 3, p. 532-537, 1993.

CFSPH (Center for Food Security & Public Health). *Leptospirosis*. October 2013. **Iowa State University**. Disponível em: <https://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/leptospirosis.pdf>

CHRISTEN JR, EDOUARD S, LAMOUR T, MARTINEZ E, ROUSSEAU C, DE LAVAL F, CATZEFLIS F, DJOSSOU F, RAOULT D, POMMIER DE SANTI V, EPELBOIN L. Capybara and Brush Cutter Involvement in Q Fever Outbreak in Remote Area of Amazon Rain Forest, French Guiana, 2014. **Emerg Infect Dis.** 2020 May;26(5):993-997. doi: 10.3201/eid2605.190242.

COLE, J. R.; SULZER, C. R.; PULSSELY, P. R. Improved microtechnique for the leptospiral microscopic agglutination. **Appl. Microbiol.** v. 25, p. 976-980, 1973.

CUETO GR. Chapter 9 Diseases of Capybara. 2013. **In** MOREIRA JR, FERRAZ KMPMB, HERRERA EA, MACDONALD DW. Capybara. Biology, Use and Conservation of an Exceptional Neotropical Species. Springer. New York, 2013. 160-184p. DOI: 10.1007/978-1-4614-4000-0_9.

DA SILVA YANG, S.G.N., DA SILVA E SOUZA, D., DA SILVA SANTIAGO, A.C. *et al.* Molecular and serological detection of *Leishmania infantum*, *Toxoplasma gondii*, and *Leptospira* spp. in free-ranging capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) from the Atlantic Forest. **Eur J Wild. Res** 67, 13 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10344-020-01452-4>

DEWES, C., Fortes, T. P., Pacheco, P. S., Silva, J. P. M., Marmitt, I. V. P., Goularte, K. L. & da Silva, É. F. (2020). Leptospirose em uma égua com uveíte recorrente. **Brazilian Journal of Development**, 6(8), 62386-62392.

DIAS-FILHO AF, BRUHN FRP, CHAVES NP, CARDOSO DL, ARRUDA RCN. PEREIRA, SM. Varíola bovina no Estado do Maranhão: sinais clínicos e distribuição espacial, 2009-2011. **Ars Veterinaria**. N.4. v. 29. 2013.

DIAS TC, STABACH JA, HUANG Q, LABRUNA MB. *et al.* Human-induced changes in habitat preference by capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) and their potential effect on zoonotic disease transmission. February 05, 2020. **PLOS ONE**. doi: 10.1371/journal.pone.0229277

DISCONTTOOLS PROJECT MANAGER. **How to use the database.** 2023. Disponível em <https://www.discontools.eu/database.html?rid=9433&v=html>

DUTRA LAL, ALMEIDA GMF, OLIVEIRA GP, ABRAHÃO JS, KROON EG, TRINDADE, GS. (2017). Molecular evidence of *Orthopoxvirus* DNA in capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) stool samples. **Archives of Virology**, 162(2), 439–448. <https://doi.org/10.1007/s00705-016-3121-3>.

FONTANA, I. **Avaliação do papel do porco monteiro na cadeia epidemiológica da leptospirose em sub-regiões do pantanal sul-mato-grossense.** (Dissertação de Mestrado). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília. 2011. 61 p.

GALTON, M. M. *et al.* Application of a microtechnique to the agglutination test for leptospiral antibodies. **Appl. Microbiol.**, v. 13, p. 81-85, 1965.

GARCÍA S H. Poxvirus: características y enfermedades producidas. Importancia en el desarrollo de vacunas. **Universidad de Salamanca**. 2016.

IAGO, JSD. OLIVEIRA, JS. ROCHA, KLS. OLIVEIRA, D. KROON EG, COSTA, GB. TRINDADE, GS. 2021. "Twenty Years after Bovine Vaccinia in Brazil: Where We Are and Where Are We Going?" *Pathogens* 10, no. 4: 406. <https://doi.org/10.3390/pathogens10040406>

INSTITUTO BIOLÓGICO. Antígeno acidificado tamponado para diagnóstico de brucelose uso veterinário. 2023. Disponível em <http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/files/pdf/bulas/aat-brucelose-val2020.pdf>

ITO F.H., Vasconcelos S.A., Bernardi F., Nascimento A.A., Labruna M.B. & Arantes I.G. 1998. Evidencia sorológica de brucelose e leptospirose e parasitismo por ixodídeos em animais silvestres do Pantanal Sul-Matogrossense. **Ars Vet.** 13:302-310

LORD VR. FLORES RC. *Brucella* spp from the capybara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) in Venezuela: serologic studies and metabolic characterization of isolates. **Journal of Wildlife Diseases**. Wildlife Disease Association 1983. pp. 308-314.

LI Y, Meyer H, Zhao H, Damon IK. GC content-based pan-pox universal PCR assays for poxvirus detection. **J Clin Microbiol.** 2010 Jan;48(1):268-76. doi: 10.1128/JCM.01697-09. Epub 2009 Nov 11. PMID: 19906902; PMCID: PMC2812294.

MADELLA DA, RODRIGUES NETO, EJ, FELISBERTO ME, SOUZA CE. Capybara's (*Hydrochoerus hydrochaeris*) hematological values free ranging life from Campinas regions, São Paulo state, Brazil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.4, p.1321-1324, julho, 2006.

MALANCZYN AA, Selow MLC, Toniolo RMM. Análise das notificações de acidentes antirrábicos no município de Curitiba, nos últimos 3 anos. **Rev Dom Acadêmico**. 2017.

MIONI MSR, Costa FB, Ribeiro BLD, Teixeira WSR, Pelicia VC, Labruna MB, Rousset É, Sidi-Boumedine K, Thiéry R, Megid J. Coxiella burnetii in slaughterhouses in Brazil: A public health concern. **PLoS One**. 2020 Oct 30;15(10):e0241246. doi: 10.1371/journal.pone.0241246. PMID: 33125388; PMCID: PMC7598456

NISHIYAMA SM, Moraes MP, Figueredo AS, Pompermayer LG, Paula TAR. Perfil sorológico de capivaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*) mantidas em cativeiro. IN: VI Congresso e XI Encontro de Associação Brasileira de Animais Silvestres (ABRAVAS). 2002.

NOGUEIRA MF. CRUZ TF. Doenças da Capivara. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2007. 74 p. <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/805195/1/Livro030.pdf>

OLIVEIRA JMB, ROZENTAL T, LEMOS ERS, FORNEAS D, ORTEGA-MORA LM, PORTO WJN, OLIVEIRA AAF, MOTA RA. Coxiella burnetii in dairy goats with a history of reproductive disorders in Brazil. **Acta Tropica**. v. 183, 2018, p.19-22. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2018.04.010>

PACHECO, R.C; ECHAIDE, I.E; ALVES, R.N; BELETTI, M.E; NAVA, S.;LABRUNA, M.B. *Coxiella burnetii* in ticks, Argentina. **Emerging Infectious Disease**, v. 19, p. 344-346, 2013.

PAIXÃO AP, SANTOS HP, ALVES LMC, PEREIRA HM, CARVALHO RFB, COSTA FILHO VM, et al., *Leptospira* spp. em bovinos leiteiros do Estado do Maranhão, Brasil: frequência, fatores de risco e mapeamento de rebanhos reagentes/ **Arq. Inst. Biol.**, v.83, 1-12, e1022014, 2016.

PAIXÃO, ADRIANA PRAZERES. ***Leptospira* spp. em rebanhos bovinos das bacias leiteiras das Regiões Central e Nordeste do Estado do Maranhão-Brasil: frequência, fatores de risco e mapeamento de focos.** 102 f. Dissertação (Mestrado) – Mestrado Profissional em Defesa Sanitária Animal. Universidade Estadual do Maranhão, 2014. Disponível em <http://repositorio.uema.br/handle/123456789/218>

PEREIRA M.M., Schneider M.C., Munoz-Zanzi C., Costa F., Benschop J., Hartskeerl R., Martinez J., Jancloes M., Bertherat E. A road map for leptospirosis research and health policies based on country needs in Latin America. **Rev. Panam. Salud Publica**. 2017;41:e131.

POLO, Noemi et al. A one health approach to investigating *Leptospira* serogroups and their spatial distributions among humans and animals in Rio Grande do Sul, Brazil, 2013–2015. **Tropical Medicine and Infectious Disease**, v. 4, n. 1, p. 42, 2019.

MACHADO N, G, Rodrigues R, Nájera Hamrick P, Munoz-Zanzi C, Pereira MM, Bercini M, Timm LN, Schneider MC. A One Health Approach to Investigating *Leptospira* Serogroups and Their Spatial Distributions among Humans and Animals in Rio Grande do Sul, Brazil, 2013–2015. **Trop Med Infect Dis**. 2019 Feb 27;4(1):42. doi: 10.3390/tropicalmed4010042.

SALGADO PL, PINTO ZT, BARBOSA JV. Febre maculosa no rio de janeiro e seu crescimento em áreas urbanas. **Rev. Episteme Transversalis**. Volta Redonda-RJ, v.12, n.2, p.338-355, 2021.

SAMBROOK, J.; RUSSELL, D.W. Molecular cloning: a laboratory manual. Cold Spring Harbor Laboratory Press, third edition, **Cold Spring Harbor**, New York, 2001.

SHIMABUKURO, JULIANA_SUIEKO. **Estudo da soroprevalência de *Leptospira* spp. em capivaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*) na bacia hidrográfica do Alto Tietê, SP.** 2006. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. 2006.

SILVA, E.F.; SEYFFERT, N.; JOUGLARD, S.D.; ATHANAZIO, D.A.; DELLAGOSTIN, O.A.; BROD, C.S. - Soroprevalência da infecção leptospiral em capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) abatidas em um frigorífico do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Vet Brasil** 29:174–176, 2009.

SILVA, F.J.; CONCEIÇÃO, W.L.F.; FAGLIARI, J.J.; GIRIO, R.J.S.; DIAS, R.A.; BORBA, M.R.; MATHIAS, L.A. - Prevalência e fatores de risco de leptospirose bovina no Estado do Maranhão. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.32, p.303-312, 2012.

SILVA, THAMIRIS FIGUEIREDO DA. **Ocorrência de *Leptospira* spp. e de suas alterações laboratoriais na população de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) no Distrito Federal**. Dissertação (mestrado). Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2020.

SCHMITT, Clederson Idenio et al. Brucelose: uma questão de saúde pública. **REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 18, n. 9, p. 1-17, 2017.

TALAVERA A. 2008. **Virus salvajes; virus domesticados**. Editorial Aldevara. Espanha. 270p.

TILAHUN, Z. et al. Global epidemiological overview of leptospirosis. **Int J Microbiol Res**, v. 4, n. 1, p. 9-5, 2013.

WHO. World Health Organization. **Director-General declares the ongoing monkeypox outbreak a Public Health Emergency of International Concern**. 2022. Disponível em <https://www.who.int/europe/news/item/23-07-2022-who-director-general-declares-the-ongoing-monkeypox-outbreak-a-public-health-event-of-international-concern>

WOAH. World Organisation for Animal Health. **One Health**. 2022. Disponível em <https://www.woah.org/en/what-we-do/global-initiatives/one-health/>

WOAH. WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH. Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals, twelfth edition 2023. Chapter 3.1.4. Brucellosis (infection with *Brucella abortus*, *B. melitensis* and *B. suis*). Disponível em [https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/3.01.04_BRUCELL OSIS.pdf](https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/3.01.04_BRUCELL_OSIS.pdf)

VON RANKE, Felipe Mussi et al. Acute Q fever pneumonia: high-resolution computed tomographic findings in six patients. **The British Journal of Radiology**, v. 92, n. 1095, p. 20180292, 2019.

CAPÍTULO V

5. OCORRÊNCIA DE ENDOPARASITOS EM CAPIVARAS (*Hydrochoerus hydrochaeris*) DE VIDA LIVRE NO MARANHÃO

(Artigo aceito como capítulo de Livro E-book Casos Clínicos em Medicina Veterinária volume 2. Luminus Editora Ltda <https://www.researchgate.net/scientific-contributions/Daniel-Praseres-Chaves-2056135052>)

OCCURRENCE OF ENDOPARASITES IN CAPIVARAS (*Hydrochoerus hydrochaeris*) FREE LIFE IN MARANHÃO

Roberto Carlos Negreiros de Arruda

Superintendência Federal de Agropecuária do Maranhão, São Luís, MA

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2982-6052>

*Autor correspondente, e-mail: rcnegreiros.arruda@gmail.com

Daniel Praseres Chaves

Docente do curso de Medicina Veterinária, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, MA

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5320-1469>

E-mail: daniel@cernitas.com.br

Viviane Correa Silva Coimbra

Docente do curso de Medicina Veterinária, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, MA

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7611-6673>

E-mail: vivianecorrea@yahoo.com

Francisco Borges Costa

Programa de Pós-Graduação de Ciência Animal, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, MA

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6923-7183>

E-mail: franc.borgesma@gmail.com

Hermes Ribeiro Luz

Programa de Pós-Graduação RENORBIO, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, MA

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8200-6427>

E-mail: hermesluz@globomail.com

José Hyrton Dantas Carneiro Júnior

Agência Estadual de Defesa Agropecuária, São Luís, MA

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4209-1169>

E-mail: hyrtoncarneirojr@hotmail.com

Nádia Oliveira Medeiros

Agência Estadual de Defesa Agropecuária, São Luís, MA

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1804-4648>

E-mail: nadiamedeirosvet@gmail.com

Karlos Yuri Fernandes Pedrosa

Agência Estadual de Defesa Agropecuária, São Luís, MA

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9149-6608>

E-mail: mucamoyuri@hotmail.com

Valter Marchão Costa Filho

Agência Estadual de Defesa Agropecuária, São Luís, MA

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6867-0738>

E-mail: vmcfilho@yahoo.com.br

Robert Ferreira Barroso de Carvalho

Secretaria Municipal de Saúde de Pedreira, Pedreiras/MA

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5947-3908>

E-mail: robert68vet@gmail.com

Rafael Michael Silva Nogueira

Discente do curso de Medicina Veterinária, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, MA

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7694-505X>

E-mail: rafaelnogueira.agro@gmail.com

Mylena Andréa oliveira Torres

Docente do curso de Medicina, Universidade Ceuma, São Luís, MA

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5021-3130>

E-mail: mylena.torres@hotmail.com

Hamilton Pereira Santos

Docente do curso de Medicina Veterinária, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, MA

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6775-4056>

E-mail: hpsluiza@yahoo.com.br

RESUMO

A capivara é o maior roedor do mundo, está presente na América do Sul e Central, e uma das suas particularidades, é que seu nome deriva do tupi-guarani "*kapibara*" que significa "*comedor de capim*", de tal forma, *Hydrochoerus hydrochaeris* é um herbívoro que eventualmente utiliza-se da coprofagia e/ou cecotrofia, no intuito de melhorar sua digestão, o que pode aumentar seu nível infecção por endoparasitos neste período, porém há ainda poucos relatos na literatura sobre sua microbiota intestinal, no entanto, foram identificados parasitas zoonóticos como *Plagiorchis muris*, *Neobalantidium coli*, *Cryptosporidium spp* e *Giardia spp*, circulando em capivaras. Este estudo teve o objetivo de determinar a ocorrência dos principais endoparasitos das capivaras de vida livre no Maranhão. Assim, entre fevereiro e outubro de 2021, foram coletadas 37 amostras fecais frescas em quatro municípios do Estado do Maranhão: Balsas, Caxias, Itapecuru Mirim e Lima Campos para as análises parasitológicas. Foram utilizados os métodos Willis-Mollay (1921) e Faust (1939), de forma a proporcionar a sedimentação de resíduos, e flutuação espontânea de ovos e oocistos. Os resultados demonstraram que houve um poliparasitismo nas capivaras, já que nas amostras em todos os municípios havia parasitos presentes, ou seja, pelo menos um espécime, por amostras positivas. Assim, detectaram-se ovos de nematódeos das superfamílias *Trichostrongyloidea* (67,57%) e *Trichuroidea* (ovos de *Capillaria sp* em 5,41%), da família Strongyloididae (ovos de *Strongyloides sp* em 8,11%) e de protozoários, oocistos do gênero *Eimeria* (32,43%). Concluiu-se que o parasitismo por nematódeos e protozoários revelam a potencialidade da capivara na manutenção endoparasitária, e possivelmente um disseminador destes agentes aos animais domésticos, silvestres e o homem, seja em área periurbana ou rural, em ambientes com abundância de água contaminada, altas temperaturas e umidade, trazendo uma análise mais profunda da importância dos médicos veterinários e outros profissionais agrários na temática de '*Uma saúde única*' (*One Health*), considerando assim, os ciclos biológicos dos parasitas, ecologia, patologia nas espécies e o próprio potencial zoonótico.

Palavras-Chave: Helminthos; Protozoários; Prevalência; *Hydrochoerus hydrochaeris*.

¹ Superintendência Federal de Agropecuária do Maranhão (MAPA), São Luís, MA; ² Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, MA; ³ Universidade Federal do Maranhão, São Luís, MA; ⁴ Agência Estadual de Defesa Agropecuária, São Luís, MA; ⁵ Secretaria Municipal de Saúde de Pedreiras, Pedreiras, MA e ⁶ Universidade Ceuma, São Luís, MA

ABSTRACT

The capybara is the largest rodent in the world, it is present in South and Central America, and one of its peculiarities is that its name derives from the Tupi-Guarani "*kapibara*" which means "*grass eater*", in such a way, *Hydrochoerus hydrochaeris* is a herbivore that occasionally uses coprophagy and/or cecotrophy, with no intention of improving its digestion, which can increase its level of infection by endoparasites during this period, however there are still few reports in the literature about its intestinal microbiota, however, they have been identified zoonotic parasites such as *Plagiorchis muris*, *Neobalantidium coli*, *Cryptosporidium spp* and *Giardia spp*, circulating in capybaras. This study aimed to determine the occurrence of the main endoparasites of free-ranging capybaras in Maranhão. Thus, between February and October 2021, 37 fresh fecal samples were collected in four municipalities in the State of Maranhão: Balsas, Caxias, Itapecuru Mirim and Lima Campos for parasitological analyses. The Willis-Mollay (1921) and Faust (1939) methods were used to provide sedimentation of residues and spontaneous floating of eggs and oocysts. The results demonstrated that there was polyparasitism in capybaras, since in the samples in all municipalities there were parasites present, that is, at least one specimen, per positive samples. Thus, nematode eggs from the superfamilies Trichostrongyloidea (67.57%) and Trichuroidea (*Capillaria* sp eggs in 5.41%), the Strongyloididae family (*Strongyloides* sp eggs in 8.11%) and protozoa, oocysts, were detected. of the genus *Eimeria* (32.43%). It is concluded that parasitism by nematodes and protozoa reveals the potential of the capybara in parasitic maintenance, and possibly a disseminator of these agents to domestic animals, wild animals and humans, whether in peri-urban or rural areas, in environments with an abundance of contaminated water, high temperatures and humidity, bringing a deeper analysis of the importance of veterinarians and other agricultural professionals in the theme of 'One Health', thus considering the biological cycles of parasites, ecology, pathology in the species and the zoonotic potential.

Keywords: Helminthes; Protozoa; Prevalence; *Hydrochoerus hydrochaeris*.

5.1. INTRODUÇÃO

As capivaras são da Classe Mammalia, Ordem Rodentia e Família Caviidae, especificamente no grupo dos maiores roedores, bem como, são também herbívoros rústicos e neotropicais, estando presentes na América do Sul a Central, ou melhor, do Norte da Argentina ao Panamá, com uma preferência por áreas baixas ou inundáveis (FORERO-MONTAÑA *et al.*, 2003; MOREIRA *et al.*, 2013), em tupi-guarani "*kapibara*" significa "*comedor de capim*" e além disso, são gregárias, pois vivem em grupos com um macho dominante, várias fêmeas, indivíduos jovens e machos subalternos (COSTA *et al.*, 2002).

Vivem de dez a doze anos às margens de rios e lagos em clusters familiares, e utilizam a água como proteção e esconderijo de ataque, principalmente de carnívoros, e é neste ambiente aquático que se realizam todas as atividades vitais, como o controle de temperatura, hidratação e reprodução (MACDONALD, 1981; ALVES, 2010).

A capivara possui uma elevada taxa de fertilidade e de fecundidade (GONZÁLEZ-JIMÉNEZ, 1995). O tempo de gestação da fêmea é de 150 dias, com uma ninhada que variam de 1 a 8 filhotes, ou uma média de 4 filhotes por parto, com uma possibilidade que ocorram 02 (dois) partos por ano, e ainda, proporcionam uma alta taxa de sobrevivência das crias desmamadas (HOSKEN & SILVEIRA; COSTA *et al.*, 2002).

Em áreas com grande densidade de capivaras, podem competir com os rebanhos pelas forragens, invadir e destruir plantações, além de deteriorar a qualidade da água de abastecimento dos animais domésticos (FORERO-MONTAÑA *et al.*, 2003), e em média se dispersam de 3,4 a 5,6 km em função principalmente da alimentação (HERRERA, 1992; HERRERA *et al.*, 2013).

As capivaras carregam uma ampla gama de hemoparasitas e parasitas intestinais (MONES & MARTINEZ, 1982), e existem poucas literaturas específicas, sobre protozoários ou helmintos (nematóides, cestóides e trematódeos) em seu trato digestivo ou em seus órgãos (CUETO, 2013).

A floresta amazônica, o cerrado e as savanas alagadas, são exemplos de biomas que padecem de constantes incêndios e remoção das matas nativas. A Amazônia Maranhense, por exemplo possui em média, 570 árvores por hectare, onde foram catalogadas 109 espécies de peixes, 124 de mamíferos e 503 de aves, todos em risco pelos altos níveis de desmatamentos (MOURÃO, 2022). Como resultado do desflorestamento no Estado, observa-se que o número de *H. hydrochaeris* vem aumentando em

consequência do desaparecimento de seus predadores, principalmente, onças, jacarés, sucuris, entre outros e pela prolificidade da espécie. Neste sentido, percebe-se a possibilidade de serem reservatórios e disseminadoras de parasitas entre rebanhos domésticos, e enfermidades zoonóticas nesta inter-relação local. Desta forma este levantamento teve como objetivo determinar a ocorrência das principais endoparasitas da *H. hydrochaeris* de vida livre no Maranhão e seus impactos na ‘saúde única’.

5.2. MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1. Exames parasitológicos de fezes

Foi realizada a coleta de 37 amostras fecais de capivaras de vida livre no Estado do Maranhão, durante os meses de fevereiro a outubro de 2021. As amostras foram coletadas próximas a corpos d’água (rios, lagos e tanques de pisciculturas) e acondicionadas em sacos plásticos, ou coletores (tubos) cônicos de 50 mL, na proporção de sete a dez peletes de um montículo de fezes, armazenadas sob-refrigeração de 4-8°C. As amostras em sua maioria estavam frescas (cor de oliva brilhante), foram coletadas em áreas de convivências entre animais domésticos, silvestres e áreas periurbanas, destacando-se, o entorno nas áreas secas, com as seguintes nos seguintes municípios e sítio de localização: no município de Caxias (área periurbana), em Lima Campos (área periurbana), em Itapecuru Mirim (área rural) e em Balsas/MA (área rural), este último, mais ao sul do Estado, de grande importante na produção de grãos, principalmente soja e milho.

Das 04 (quatro) amostras do açude de Lima Campos, 03 (três) excretas, estavam mais secas ou mais velhas, e das 21 de Balsas, em 01 (uma) amostra, as sílabas tinham o aspecto pastoso, a qual acredita-se ser diarreia no indivíduo nº 09. As demais fezes foram consideradas novas ou úmidas.

A área de estudo aponta quatro municípios geolocalizados no Google Earth, onde as capivaras vinham sendo monitoradas, para delimitar os clusters de animais amostrados como se observa em mapas espaciais subsequentes georreferenciados (figuras 1 e 2).

As análises parasitológicas ocorreram no Laboratório CERNITAS em São Luís - MA, através dos métodos de Willis-Mollay (1921) e Faust (1939), por sedimentação de resíduos e flutuação espontânea de ovos e oocistos, assim, seus resultados foram compilados numa tabela de Excel e apresentados em frequências por porcentagem.

As capturas e acompanhamentos de capivaras no campo foram autorizadas pelo Ministério do Meio Ambiente - MMA, através do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio, emitida pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO, sob o nº 83484, bem como aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal (EEA), da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), sob o nº 030/2021-01200.002200/2015-06 CEEA/CMV/UEMA.

5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve um poliparasitismo nas capivaras do Maranhão, ou seja, pelo menos mais de uma espécie de parasita por amostra positiva, assim, foi obtida com uma frequência de 100% (37/37), onde extraiu-se que 81% (30/37) estavam parasitadas por helmintos e 32% (12/37) por protozoários do gênero *Eimeria*. Resultados com frequências inferiores ocorreram nas análises de 113 amostras de fezes em sete cidades de São Paulo, onde 97% (110/113) apresentaram resultados positivos para a presença de ovos de helmintos e/ou oocistos de protozoários. Acrescentaram que as capivaras provenientes das áreas antropizadas, apresentaram uma maior riqueza de espécies de endoparasitas (SOUZA et al., 2021).

As figuras 1 e 2 apontam os quatro municípios georreferenciados no mapa no Google Earth, onde as capivaras vinham sendo monitoradas visualmente, para delimitar os clusters de animais amostrados.

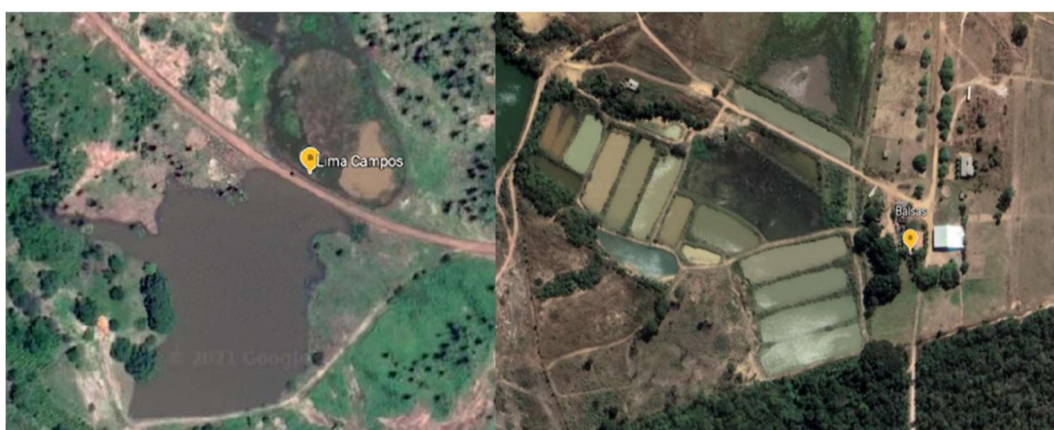


Figura 1. Localizações das coletas apontadas em pins amarelos no Google Earth (2021), a primeira próxima a uma lagoa em Lima Campos/MA, e a segunda, próxima a tanques para piscicultura em Balsas/MA.



Figura 2. Localizações das coletas apontadas em pins amarelos no Google Earth, a terceira próxima ao Rio Itapecuru em Caxias/MA, imagem à esquerda, e a quarta, em Itapecuru Mirim nas margens de uma lagoa à direita.

Num total de 37 amostras, 81% (30/37) apresentavam ovos de nematódeos. Dentre estas amostras, 68% (25/37) apresentaram ovos das superfamílias Trichostrongyloidea, 5% (2/37) para a Trichuroidea (*Capillaria* sp.), e 8% (3/37) à família Strongyloididae (*Strongyloides* sp.). A presença de oocistos de protozoários (*Eimeria* sp.), nas amostras apresentam-se em 32% (12/37). Os dados são apresentados na tabela 1 e nas figuras 3 e 4.

Tabela 1. Frequência de endoparasitos de capivaras de vida livre em diferentes localidades do Maranhão e em percentual de fevereiro a outubro de 2021.

Municípios	Nº de Amostras	Helmintos			Protozoários
		Superfamília	Família	Gênero	
		Trichostrongyloidea	Trichuroidea	Strongyloididae	<i>Eimeria</i>
Balsas	21	15 (71,43%)	2 (9,52%)	1 (4,76%)	9 (24,32%)
Caxias	4	3 (75,00%)	0 (0,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)
Itapecuru Mirim	8	5 (62,50%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	2 (25,00%)
Lima Campos	4	2 (50,00%)	0 (0,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)
Total	37	25 (67,77%)	2 (5,41%)	3 (8,11%)	12 (32,43%)

Resultados semelhantes com a superfamília Trichostrongyloidea foram ressaltados por Sinkoc et al. (2009) e Souza et al. (2021), observando-se que a ocorrência de nematoides *Trichostrongylus axei*, *Haemonchus* sp. e *Cooperia* spp., é considerado

acidental (SINKOC et al., 2009) e a infecção por esses endoparasitas nas capivaras, geralmente ocorre em áreas antropizadas e requer coabitação com espécies pecuárias com o manejo e interação com o homem, como os bovinos, caprinos, ovinos e equinos (SOUZA et al., 2021).

Alves e colaboradores (2010) descreveram em uma revisão de literatura a coprofagia, que seria o consumo de fezes no chão, e a cecotrofagia, como o consumo de fezes do reto, como melhor aproveitamento dos alimentos (alto valor proteico e vitamínico). Mendes et al. (2000), citam que essa prática é muito observada em lagomorfos e outros roedores. Acredita-se que em cativeiro esse hábito eventual, seja mais fácil de se observar.

Novos estudos devem ser realizados, para verificar se a coprofagia em alguns indivíduos ou grupos, explicariam o alto índice de parasitismo (poliparasitismo) encontrados nos achados do Maranhão, e se haveria um certo grau de resistência de algumas categorias animal a esses endoparasitas, considerando os animais adultos da espécie, por exemplo, Costa & Catto (1994) observaram prevalência de *Strongyloides chapini*, mais elevados para animais jovens (91%) do que para adultos (9%).

Outra perspectiva, são as altas temperaturas próximas ao ambiente aquático, que favorecem os parasitas e as infecções, e também, entende-se que as capivaras servem como reservatórios parasitológicos as outras espécies, por coabitação ou convivência, principalmente com os herbívoros, assim como, passariam a ser um perigo maior no período seco do ano, pela escassez de pastagens e o maior contato entre espécies.

São exemplo, desta convivência a região do Pantanal Sul-mato-grossense, onde bovinos, cervídeos, porcos monteiros, capivaras e outros animais silvestres compartilham os mesmos ambientes (FONTANA, 2011). Essas espécies de produção, também foram visualizadas na área de estudo do Maranhão.

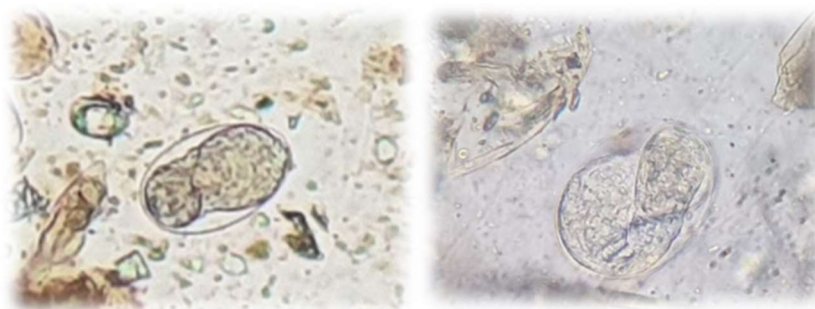


Figura 3. A esquerda um ovo da superfamília Trichostrongyloidea e a direita um de *Strongyloides* sp. (família Strongyloididae). Fotos: Chaves, 2021.

Em Juiz de Fora/MG, Vieira et al. (2006), classificando ovos e larvas de *Strongyloides* sp, identificaram como *Strongyloides chapini*, já que desde os trabalhos de Sandground (1925), sempre foi a única espécie de nematóide *Rhabditida*, que ocorria em capivaras. Portanto, observa-se que os achados do Maranhão, pode tratar-se de *Strongyloides chapini*, apesar deste entendimento, novos estudos devem ser produzidos para confirmar essa afirmação.

Bonuti et al. (2002), estudando 14 helmintos em capivaras no Pantanal do MS, encontraram o *Trichostrongylus axei* (*Trichostrongylidae*) e a *Capillaria hydrochoeri* (*Trichuridae*). Já Sinkoc et al. (2004) avaliando a ocorrência de helmintos parasitos do trato gastrointestinal em Araçatuba/SP, encontraram *Strongyloides* sp. no estômago de capivaras e *Capillaria hydrochoeri* no estômago e no intestino delgado. Estes estudos reforçam os achados dos gêneros *Capillaria* sp. e *Strongyloides* sp. do Maranhão e ampliam a área de ocorrência deste gênero no Brasil e neste hospedeiro.

Como citados por Sinkoc et al. (2009) e Souza et al. (2021), a coabitação entre espécies domésticas e capivaras podem favorecer os ciclos dos endoparasitas em ambientes alagados, mesmo que acidentalmente. Na família *Trichuridae*, Petroneto et al. (2019), citam o *Trichuris vulpis* em um equino no Espírito Santo, que coabitam pastagens com bovinos, e que são geralmente encontrados parasitando o ceco e cólon de mamíferos domésticos (bovinos, ovinos, camelos, suínos e cães). Assim, avigora-se, os esforços de novas avaliações de endoparasitas de forma simultâneas em espécies animais diferentes, em coabitação com capivaras, ou seja, monitoramento ao mesmo tempo e no mesmo espaço físico (mesmo biosistema).

Na estrutura da fauna helmíntica em capivaras do Maranhão, *Trichostrongylidae*; *Strongyloides* sp, *Capillaria* sp e o protozoário *Eimeria* sp, se assemelham com os resultados, descritos no Acre em 2011, quando Santos e colaboradores, avaliaram o controle de parasitas de capivaras em sistema semi-extensivo e em São Paulo em capivaras de vida livre, descritos por Santarém et al. (2006). Na Argentina, Corriale et al., em 2011, já citaram como Nematóides, a *Capillaria hydrochoeri*, o *Strongyloides* sp. e a família *Trichostrongyloidea*, além de *Eimeria* sp., entre outros achados em capivaras comerciais.

Na tabela 2, foram relacionados 15 artigos publicados em endoparasitos na América do Sul, sejam eles, Platelminhos (vermes achatados) ou Nematelmintos (vermes cilíndricos), encontrados em capivaras de ambiente natural no Sul das Américas. Com

várias citações de helmintos da superfamília Trichostrongyloidea, desde Travassos (1922), e citações de *Strongyloides* sp., por Corriale *et al.* (2011) e *Capillaria* sp. por Jones (2021), asseverando, que novos estudos devam ser realizados para avaliação de indivíduos e em ecossistemas pelo Brasil.

Tabela 2. Endoparasitos encontrados em capivaras de ambiente natural na América do Sul (1922 a 2021).

Localidade	Espécie	Autor
Brasil (MT)	<i>Nudacotyle valdevaginata</i> , <i>Neocotyle neocotyle</i> , <i>Taxorchis schistocotyle</i> , <i>Hippocrepis hippocrepis</i>	Travassos (1922)
Brasil (RJ)	<i>Nudacotyle tertius</i>	Travassos (1939)
Venezuela	<i>Vianella hydrochoeri</i> , <i>Capillaria hydrochoeri</i> , <i>Protozoophaga obesa</i> , <i>Dirofilaria acutuscula</i> , <i>Monoecocestus decrescens</i> , <i>Hippocrepis hippocrepis</i> , <i>Taxorchis schistocotyle</i>	Tarbes (1979)
Brasil (MS)	<i>Vianella hydrochoeri</i> , <i>Hydrochoerisnema anomalobursata</i> , <i>Haemonchus</i> sp., <i>Trichostrongylus axei</i> , <i>Cooperia punctata</i> , <i>C. pectinata</i>	Arantes (1983)
Bolívia	<i>Vianella hydrochoeri</i> , <i>P. obesa</i> , <i>Habronema clarki</i> , <i>Monoecocestus hagmanni</i> , <i>M. macrobursatum</i> , <i>M. hydrochoeri</i> , <i>T. schistocotyle</i> , <i>H. hippocrepis</i>	Casas <i>et al.</i> (1995)
Brasil (RS)	<i>Strongyloides</i> sp., <i>C. hydrochoeri</i> , <i>V. hydrochoeri</i> , <i>H. anomalobursata</i> , <i>P. obesa</i> , <i>Trichuris</i> spp., <i>Monoecocestus jacobi</i> , <i>M. hydrochoeri</i> , <i>H. hippocrepis</i> , <i>T. schistocotyle</i> , <i>Neocladorchis cabrali</i>	Sinkoc (1997)
Brasil (MS)	<i>T. axei</i> , <i>V. hydrochoeri</i> , <i>H. anomalobursata</i> , <i>S. chapini</i> , <i>C. hydrochoeri</i> , <i>P. obesa</i> , <i>M. hagmanni</i> , <i>M. macrobursatum</i> , <i>M. hydrochoeri</i> , <i>Nudacotyle valdevaginata</i> , <i>N. tertius</i> , <i>Neocotyle neocotyle</i> , <i>H. hippocrepis</i> , <i>T. schistocotyle</i>	Bonutti (2002)
Venezuela	<i>V. hydrochoeri</i> , <i>P. obesa</i> , <i>Monoecocestus macrobursatum</i> , <i>Monoecocestus hagmanni</i> , <i>H. hippocrepis</i> , <i>T. schistocotyle</i>	Salas e Herrera (2004)
Brasil (SP)	<i>Fasciola hepatica</i>	Santarém <i>et al.</i> (2006)
Brasil (RS)	<i>Capillaria hydrochoeri</i> , <i>Hydrochoerisnema anomalobursata</i> , <i>Protozoophaga obesa</i> , <i>Monoecocestus hagmanni</i> , <i>Monoecocestus macrobursatum</i> , <i>M. hagmanni</i> e <i>M. macrobursatum</i>	Wendt (2009)
Brasil (AC)	Famílias: Trichostrongylidae; Strongyloididae (<i>Strongyloides</i> sp.); Trichuridae (<i>Capillaria</i> sp.)	Santos <i>et al.</i> (2011)
Argentina	<i>Strongyloides</i> sp.	Corriale <i>et al.</i> (2011)

Brasil (MG)	<i>Trematoda: Notocotylidae - Hippocrepis hippocrepis</i>	Assis <i>et al.</i> (2019)
Trindade e Tobago	<i>Trichuris</i> spp.	Jones (2021)
Brasil (SP)	Classes Cestoda (<i>Monoecocestus</i> spp.), Digenea e Nematoda (Trichostrongyloidea, <i>Strongyloides chapini</i> , <i>Protozoophaga obesa</i> e <i>Capillaria hydrochoeri</i>) e <i>Fasciola hepática</i> . Oocistos dos coccídios <i>Eimeria</i> spp. e <i>Cryptosporidium</i> spp.	Souza <i>et al.</i> (2021)

Wendt (2009) avaliando a zooparasitas em capivaras no sistema de criação semi-intensivo na região sul do Rio Grande do Sul, encontrou *Capillaria hydrochoeri* em adultos e filhotes. No mesmo ano, fez referência mais antigas as espécimes encontradas no Brasil e Venezuela, assim, cita outros autores e anos de levantamento (tabela 2), como *Capillaria hydrochoeri*, encontradas por Tarbes (1979) na Venezuela, *Trichostrongylus axei* vistos por Arantes (1983) no Mato Grosso do Sul, já Costa & Catto (1994) e Bonutti *et al.* (2002) visualizaram o *T. axei*, *S. chapini*, *C. hydrochoeri* na região do Pantanal-sul-matogrossense e no Rio Grande do Sul foram visualizados *Strongyloides* sp., *C. hydrochoeri*, *Trichuris* spp., na citação de Sinkoc (1997).

Assim, vislumbra-se a possibilidade, que no estudo do Maranhão, que a *Capillaria* sp., seja a *Capillaria hydrochoeri*, todavia, novos estudos devem ser produzidos para confirmara essa confirmação.

Com relação a Família Trichostrongylidae, Superfamília Trichostrongyloidea, são elas Nematóides delgados e pequenos com cápsula bucal vestigial ou ausente, os machos se apresentam com bolsa copuladora bem desenvolvida. Os gêneros *Haemonchus* e *Ostertagia*, que têm hábito hematófago, causam anemia principalmente em animais jovens, podendo produzir edema submandibular pela hipoalbuminemia (MARTINS, 2019). Pelo poliparasitismo apontado no Estado, entende-se que pode estar existindo, animais com baixo score corporal, alta morbidade e mortalidade, principalmente, em capivaras no Maranhão, sem notificação às autoridades veterinárias, já que não tem um caráter obrigatório e novos estudos podem elucidar os gêneros e espécies, da Família Trichostrongylidae.

Os resultados desta pesquisa chamam atenção, visto que há uma preocupação com a mortalidade por tricostrongilose, tal qual ocorreu, um surto ocorreu no Mato

Grosso do Sul (2016), num rebanho Nelore, onde algumas vacas adultas morreram após apresentarem emagrecimento, diarreia e permanecerem em decúbito. A recuperação de helmintos do abomaso demonstrou que *Trichostrongylus axei* foi o principal agente etiológico (LIMA et al. 2022). Além da presença em capivaras (ARANTES et al., 1983; BONUTI et al., 2002), a presença do *Trichostrongylus axei* é comum nos grandes e pequenos ruminantes (DA SILVA et al. 2018; LIMA et al. 2022), portanto, esses problemas parasitários podem está acometendo as capivaras no Maranhão.

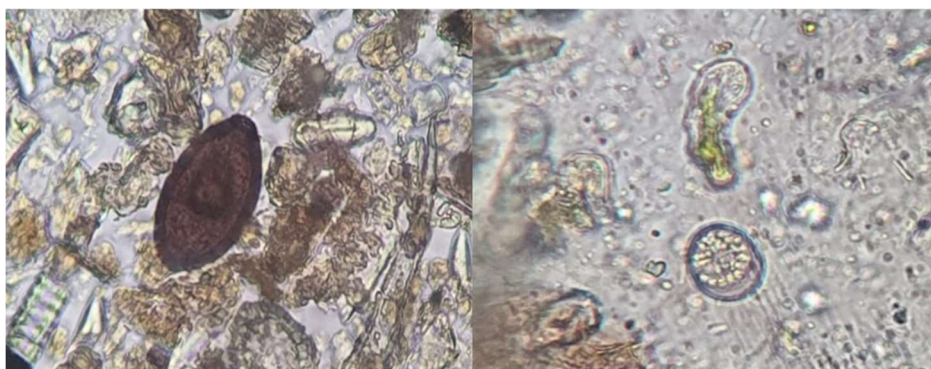


Figura 4. A esquerda um ovo de *Capillaria* sp. e a direita um oocisto de Coccídios sp. Fotos: Chaves, 2021.

No municípios do Maranhão (tabela 3 e figura 5), as capivaras apresentaram duas superfamílias de endoparasitas, Trichostrongyloidea e Trichuroidea, a família Stongyloididae, como também protozoários, assim, as capivaras apresentaram infecção por uma família Eimeriidae, e no município de Balsas/MA, foi onde observou-se, que um dos indivíduos, o nº 09 tinha um quadro de diarreia pela fezes pastosas. A *Eimeria ichiloensis* e a *Eimeria trinidadensis* já foram associados à diarreia em capivaras (JONES et al., 2019). Em Balsas, no bioma de cerrado, a *Eimeria* sp. foi evidente em 43% das amostras.

Pela alta frequência de ocorrência do endoparasitismo (100%) das amostras (tabela 3 e figura 5), levanta-se a suspeita de ocorrência de morbidade e mortalidade por verminose, principalmente, nos capivaras mais jovens e no período seco. Reforça-se a necessidade de novos monitoramentos de endoparasitas de capivaras em vários biomas do Maranhão, para avaliação em períodos secos e chuvosos, com análise observacional de sinais clínicos, score corporal (0 a 5), taxas de morbidade e mortalidade.

Na Ordem *Rodentia*, Jones em 2021 realizou uma revisão de *Trichuris spp* em roedores neotropical, citou a presença em Capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*), Porquinho da Índia (*Cavia porcellus*), Cutia (*Dasyprocta leporina*), e Paca (*Agouti paca*).

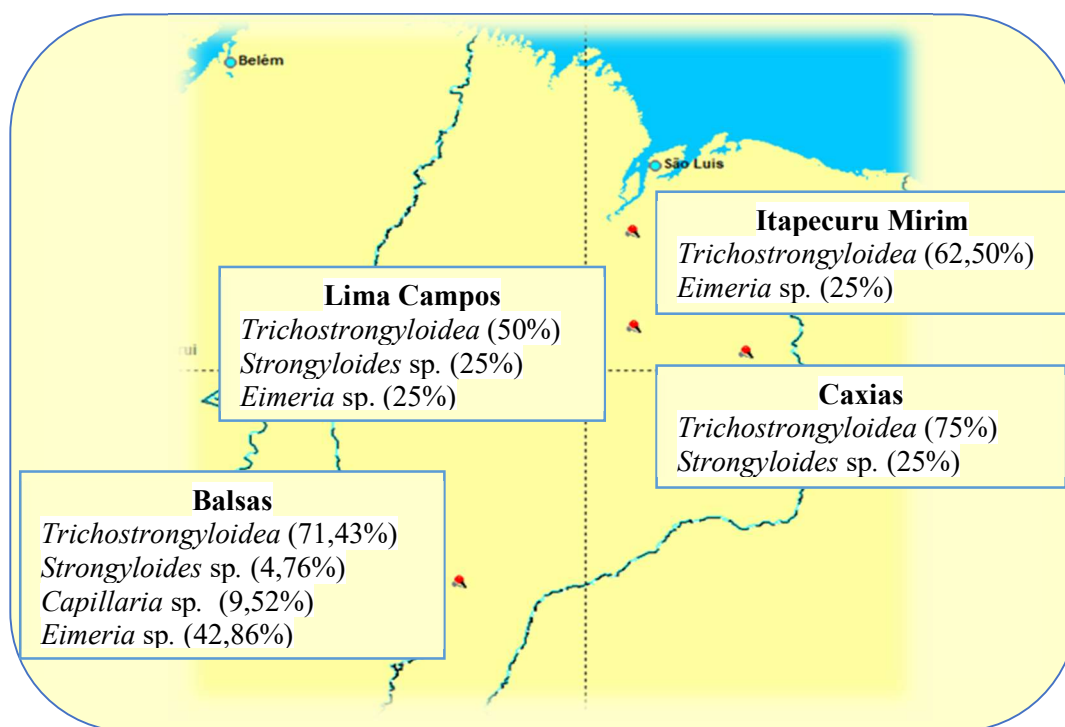


Figura 5. Localizações das coletas apontadas em símbolos vermelhos no TrackMaker, com os respectivos percentuais de parasitas por municípios

Dentre os endoparasitas zoonóticos, o *Cryptosporidium spp* e *Giardia spp*, foram encontrados em excrementos de capivara, pela exposição a esgoto não tratado, no solo do Parque Natural Municipal Chico Mendes/RJ (NORBERG et al., 2020). Portanto, é interessante os levantamentos em áreas antropizadas pela convivência com capivaras e a contaminação ambiental.

Em São Paulo foram detectados oocistos de *Cryptosporidium spp* (SOUZA et al., 2021), como também, no Rio de Janeiro (NORBERG et al., 2020) e no Espírito Santo, detectaram a *Fasciola hepatica* (MARTINS et al., 2021). Assim, deslumbra-se novos monitoramentos nos biossistemas habitados pelas capivaras no Maranhão e a detecção de endoparasitas zoonóticos em novos levantamentos.

Destaca-se o município de Balsas no Maranhão, pela riqueza de endoparasitas em 21 amostras, seja pela presença de helmintos da superfamília *Trichostrongyloidea* (71%), *Capillaria* sp. (92%), *Strongyloides* sp (5%) ou os oocistos de protozoários, *Eimeria* sp (43%) em capivaras, sobressaindo-se na cor azul clara, a visualização de dados analisados na apresentação, exibidos em insights nos blocos do painel no Power BI (figura 6).

Figura 6. Distribuição de helmintos e protozoários em capivaras nos 4 municípios do Maranhão.



Fonte: Microsoft Power BI Desktop. Versão: 2.122.746.0 64-bit (out. 2023)

Na Colômbia numa abordagem de saúde pública dois parasitas zoonóticos, o *Plagiorchis muris* e *Neobalantidium coli*, foram identificados circulando em capivaras sinantrópicas silvestres, assim, consideraram que é muito importante ampliar estudos ecoepidemiológicos para outras espécies de vida selvagem, pois, contribuirá para detectar precocemente e prevenir eventos de repercussão parasitária dentro do conceito *One Health* (URIBE, et al., 2021). O rato-do-campo-listrado (*Apodemus agrarius*) é um hospedeiro natural e definitivo para o *Plagiorchis muris*, e as taxas de infecção e a carga parasitária variam sazonalmente e geograficamente na Coreia do Sul (CHAI et al., 2007).

Considera-se que bovinos e capivaras compartilham os mesmos espaços de alimentação, repouso e água em várias partes da América do Sul e Central. Na Colômbia, Giraldo-Forero & Murcia-Martínez (2019) levantaram a prevalência de parasitas gastrointestinais zoonóticos, numa planta de abatedouro frigorífico de bovinos no município de Fômeque-Cundinamarca, destacaram-se a presença protozoários e helmintos, a saber: *Neobalantidium coli*, *Strongyloides* spp e *Fasciola hepatica* que por sua natureza, são agentes zoonóticos. O *Neobalantidium coli*, foi encontrado em suínos e javalis (*Sus scrofa*) no Irã, como também, em suínos na Venezuela (NOORPISHEH GHADIMI et al., 2014; VALLES, 2021). Assim, chamam atenção esses novos endoparasitas zoonóticos a serem pesquisados, por ocasião de novos levantamentos estaduais em grandes e pequenos roedores silvestres, como os bovinos e suínos citados, por convivência espacial e temporal.

Considera-se que suínos e especialmente aves, as infecções por *nematóides* gastrintestinais estejam aumentando devido aos novos métodos de criação ao ar livre (DISCONTTOOLS, 2023). Tal qual, as capivaras vivem livremente em meios rurais e silvestres tem alto parasitismo e resistência adquirida. OJASTI (2009), cita que a capivara é remanescente de roedores gigantes que evoluíram na América do Sul durante os últimos 10 milhões de anos.

As Coccidioses são conhecidas por lesões no trato digestivo dos animais e perdas econômicas nas fazendas (FITZGERALD, 1980). Alguns patógenos clinicamente podem causar diarreias com sangue e apresentar fibrinas (BUSATO et al., 1998). As capivaras observadas, por ocasião das coletas no Maranhão, apresentavam um bom estado corporal e não eram evidentes sinais clínicos compatíveis com doenças parasitárias por *Eimeria* sp.

Rodríguez-Durán e colaboradores (2015), investigando protozoários (no verão e no inverno) em capivaras selvagens na Colômbia, mencionam que as mães e suas crias, têm maior probabilidade de infecção entre os grupos susceptíveis, e ficou mais evidente, que no período seco havia um maior parasitismo. Alegam que a *Eimeria* sp. no período do seu estudo, não registrou um aumento significativo, possivelmente, pela necessidade de realizar esporulação com oxigênio, em altas temperatura (27 °C) e alta umidade ambiental (>80%). Já Albuquerque et al. (2008) relatam várias espécies de *Eimeria* no Brasil, Bolívia e Venezuela, que são a *E. trinidadensis*, *E. ichiloensis*, *E. boliviensis*, *E. araside*, *E. capibarae* e *E. hidrochoeri*.

Historicamente *Eimeria capibarae*, *Eimeria hydrochoeri* foram reportadas por Carini em 1937, entretanto, mas há poucas referências destes protozoários em capivaras na América do Sul e nada na América Central (tabela 4). Novas pesquisas no Maranhão devem ser desenvolvidas em fezes de capivaras, para levantar gêneros e espécies, relacionadas aos herbívoros em convivência, assim como, apontar outros parasitas com potencial zoonótico.

Tabela 3. Detecção de infecção por protozoários em capivaras na América do Sul.

Localidade	Espécie	Autor
Brasil (SP)	<i>Eimeria capibarae</i> , <i>E. hydrochoeri</i>	Carini (1937)
Venezuela	<i>Eimeria capibarae</i> , <i>Eimeria hydrochaeris</i>	Ruiz e Rivera (1981)
Bolívia, Venezuela	<i>Eimeria trinidadensis</i> , <i>Eimeria ichiloensis</i> , <i>Eimeria boliviensis</i>	Casas, Duszynski e Zalles (1995)
Argentina	<i>Eimeria</i> spp.	Martínez <i>et al.</i> (1998)
Venezuela	<i>Eimeria</i> spp.	Moreno <i>et al.</i> (1999)
Argentina	<i>Eimeria</i> sp.	Ortiz e Rizzello (2004)
Argentina	<i>Eimeria</i> sp.	Santa Cruz <i>et al.</i> (2005)
Brasil (RS)	<i>Eimeria ichiloensis</i> , <i>E. trinidadensis</i> , <i>E. boliviensis</i> , <i>Eimeria</i> sp.	Gurgel (2005)
Brasil (RS)	<i>Eimeria araside</i>	Gurgel, Sartori e Araújo (2007)
Brasil (BA)	<i>Eimeria trinidadensis</i> , <i>E. ichiloensis</i>	Albuquerque <i>et al.</i> (2008)
Brasil (RS)	<i>Eimeria ichiloensis</i>	Silva <i>et al.</i> (2007)
Brasil (RS)	<i>Eimeria</i> sp.	Reginato <i>et al.</i> (2008)

Na figura 7 e na figura 8, podemos observar o bom score corporal apresentados pelas capivaras de vida livre, que foram capturadas em uma propriedade em Santa Inês/MA.



Figura 7. Capivaras de vida livre capturadas em uma propriedade em Santa Inês/MA

Observa-se igualmente, que capivaras são bioindicadores para demonstrar as rotas de dispersão de parasitas para subpopulações, sejam, outros roedores ou animais domésticos, visto que coabitam em ambientes úmidos, compartilham água contaminada e fazem pastejos partilhados, assim, devam ser constantemente monitorados, considerando as zoonoses parasitárias e/ou na disseminação de parasitas para animais.



Figura 8. Filhote de capivara, macho, de aproximadamente 3 meses de vida, capturado em uma propriedade em Santa Inês/MA.

Na avaliação da convivência de capivaras, herbívoros domésticos em área rural do Maranhão, sejam com angulados e/ou solípedes, entende-se que no casos de eimeriose e verminoses, novos estudos devam ser produzidos em várias espécies em convivência, com especificações de gêneros e espécies dos endoparasitas, para serem mais específicos na inferência, pelas interações no ecossistema, bem como, os estudos nos dará a oportunidade de baixar custos de produção com vermifugação e/ou tratamentos terapêuticos, da mesma maneira que, nos dará oportunidades de estabelecer medidas profiláticas satisfatórias, como evitar o contato de vida selvagem por cercas, rotação de pastagens considerando os ciclos parasitários, para assim, promover a diminuição das perdas econômicas por propriedades.

Deste modo, o estudo traz a importância dos médicos veterinários, entre outros profissionais agrários, na temática de *'Uma só saúde' (one health)*, considerando assim, os ciclos biológicos dos parasitas, biosistemas, patologia em hospedeiros e o potencial zoonótico de uma espécie em caráter sinantrópica e o spillover entre espécies.

5.4. CONCLUSÃO

Este estudo revela que as capivaras apresentaram helmintos das superfamílias Trichostrongyloidea e Trichuroidea (*Capillaria* sp.) e Família Strongyloididae (*Strongyloides* sp.) e oocistos de *Eimeria* sp., assim como, a sua potencialidade patogênica pela inter-relação na ‘saúde única’, no meio ambiente, onde coabitam animais domésticos, silvestres e o próprio homem, seja em áreas periurbanas e/ou rurais.

5.5 REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, G. R. *et al.* Eimerid coccidia from capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) in southern Bahia, Brazil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 28, n. 7, p. 323-328, 2008.
- ALVES, L. F. S. *et al.* Revisão de literatura cecotrofia em capivaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*). VI SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS DA UNESP – Dracena. Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, **Anais**, 2010. 3p.
- AMARANTE, Alessandro Francisco Talamini do; RAGOZO, Alessandra; SILVA, Bruna Fernanda da. Os parasitas de ovinos. 2014. 254p. Disponível em <https://static.scielo.org/scielobooks/nv4nc/pdf/amarante-9788568334423.pdf>
- ASSIS, J. C. A. *et al.* A morphological, molecular and life cycle study of the capybara parasite *Hippocrepis hippocrepis* (Trematoda: Notocotylidae). **Plos One**, v. 14, n. 8, e0221662, 2019.
- BASSAN, Lucas Maciel, *et al.* "Estrongilose: revisão de literatura." **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, São Paulo 11.6 (2008): 1-7.
- BONUTI, M. R. *et al.* Helmintos gastrintestinais de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) na sub-região de Paiaguás, Pantanal do Mato Grosso do Sul, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 23, n. 1, p. 57-62, 2002.
- BUSATO A. *et al.* A case control study of potential enteric pathogens for calves raised in cow-calf herds. **Journal Veterinary Medicine**, n. 45, p. 519-528, 1998.
- CHAI, J. Y., Park, J. H., Guk, S. M., Kim, J. L., Kim, H. J., Kim, W. H., ... & Baek, L. J. (2007). Plagiorchis muris infection in Apodemus agrarius from northern Gyeonggi-do (Province) near the demilitarized zone. *The Korean journal of parasitology*, 45(2), 153.
- CORRIALE, M. J. *et al.* Prevalence of gastrointestinal parasites in a natural population of capybaras, *Hydrochoerus hydrochaeris*, in Esteros del Iberá (Argentina). **Revista Ibero-Latino Americana de Parasitologia**, v. 70, n. 2, p. 189-196, 2011.
- COSTA, C.A.F. & CATTO, J.B. Helmintos parasitos de capivaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*) na sub-região da Nhecolândia, Pantanal-sul-matogrossense. *Rev. Bras. Biol.*, v.51, n.1, p.39-48, 1994.
- COSTA, D. S. *et al.* Reprodução de Capivaras. **Arquivos de Ciências Veterinária e Zoologia UNIPAR**, n. 5, p. 111-118, 2002.

CUETO, G. R. Diseases of Capybara. In MOREIRA JR, FERRAZ KMPMB, HERRERA EA, MACDONALD DW. **Capybara. Biology, Use and Conservation of an Exceptional Neotropical Species**. Springer. New York, 2013, Chapter 9, 160-184p.

DA SILVA ROBERTO, Francisca Fernanda et al. Nematoides gastrintestinais na ovinocultura de corte sob regime de pastejo. **Pubvet**, v. 12, p. 147, 2018.

DISCONTTOOLS PROJECT MANAGER. **About us**. 2023. Disponível em <https://www.discontools.eu/about.html>.

FARIKOSKI, IO., Medeiros, LS., Carvalho, YK., Ashford, DA., Figueiredo, EES., Fernandes, DVGS., Silva, PJB., & Ribeiro, VMF. (2019). The urban and rural capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) as reservoir of Salmonella in the western Amazon, Brazil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, 39 (1), 66-69.

FITZGERALD P. R. The economic impact of coccidiosis in domestic animals. **Advances Veterinary Science Comparative Medicine**, n. 4, p. 121-143, 1980

FONTANA, I. **Avaliação do papel do porco monteiro na cadeia epidemiológica da leptospirose em sub-regiões do pantanal sul-mato-grossense**. (Dissertação de Mestrado). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília. 2011. 61 p

FORERO-MONTAÑA, J.; BETANCUR, J.; CAVELIER, J. Hydrochaeris (Rodentia: Hydrochaeridae) en Caño Limón, Arauca, Colombia. **Article in Revista de Biología Tropical**, v.51, n. 2, p. 579-589, 2003.

GIRALDO-FORERO, J. C., & Murcia-Martínez, X. J. (2019). Estudio piloto de frecuencia de parásitos gastrointestinales zoonóticos en bovinos sacrificados en la planta de beneficio del municipio de Fómeque Cundinamarca-Colombia en el primer semestre del 2018.

GONZÁLEZ-Jiménez, E. 1995. **El capibara. Estado atual de su producción**. FAO. Roma. Serie Estudio Producción y Sanidad Animal, 122. 112 pp.

HERRERA, E. A. Growth and dispersal of capybaras, *Hydrochaeris hydrochaeris*, in the llanos of Venezuela. **Journal Zoologia (London)**, n. 228, p. 307–316, 1992.

HOSKEN, F.M.; SILVEIRA, A. C. 2002. **Criação de Capivara**. UFV. Viçosa/MG. 298p.

JONES, Kegan Romelle; LALL, Kavita Ranjeeta; GARCIA, Gary Wayne. Endoparasites of selected native non-domesticated mammals in the neotropics (New World Tropics). **Veterinary sciences**, v. 6, n. 4, p. 87, 2019.

JONES, K R. *Trichuris* spp. in Animals, with Specific Reference to Neo-Tropical Rodents. **Veterinary Science**, v. 8, n. 2, p. 15, 2021.

LIGNON JS, Soares Martins N, Mueller A, et al. **Prevalência de nematódeos intestinais em equinos de tração na cidade de Pelotas/RS, Brasil**. RVZ. 18º de julho de 2020; 27:1-6. Disponível em: <https://rvz.emnuvens.com.br/rvz/article/view/439>

LIMA, Stephanie C. et al. Mortalidade causada por nematódeos gastrintestinais em bovinos de corte submetidos a protocolo sanitário inadequado. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 42, 2022.

MACDONALD, D. W. Dwindling resources and the social behavior of capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) (Mammalia). **Journal Zoology (London)**, n. 194, p. 371–391, 1981.

MARTINS, Isabella Vilhena Freire. **Parasitologia veterinária**. EDUFES. Vitória - ES, 2. ed. 2019. 320 p. Disponível em https://repositorio.ufes.br/bitstream/10/11421/1/parasitologia-veterinaria_livro-digital.pdf

MARTINS, Isabella Vilhena Freire et al. Confirmação molecular de infecção por Fasciola hepatica em capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) do Estado do Espírito Santo, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 30, 2021.

MENDES, A. et al. A note on the cecotrophy behavior in capybara (*Hydrochaeris hydrochaeris*). **Applied Animal Behaviour Science**, n. 66, p. 161–167, 2000.

MERKER BREYER, Gabriela et al. Wild capybaras as reservoir of shiga toxin-producing *Escherichia coli* in urban Amazonian Region. **Letters in Applied Microbiology**, v. 75, n. 1, p. 10–16, 2022.

MONES, A.; MARTINEZ, S. Estudios sobre la familia Hydrochoeridae (Rodentia) XIII. Parasitosis y patologías de *Hydrochoerus* Brisson, 1772. **Revista de la facultad de humanidades y Ciencias**, Serie Ciencias Biológicas, n. 1, p. 297–329, 1982.

MOREIRA, J. R. et al. **Capybara. Biology, Use and Conservation of an Exceptional Neotropical Species**. Springer. New York, 2013. 424p.

MOURÃO, Nadja Maria. Amazônia Maranhense, Cerrado e Comunidades: o “olhar” do design sobre o contexto ambiental. 2022.

NORBERG, Antonio Neres et al. *Cryptosporidium* spp. Oocysts and *Giardia* spp. cysts in faeces of Capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) from Chico Mendes Natural Municipal Park, city of Rio de Janeiro, Brazil: **potential risk for zoonotic transmission**. 2020.

NOGUEIRA MF. CRUZ TF. Doenças da Capivara. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2007. 74 p. <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/805195/1/Livro030.pdf>

NOORPISHEH GHADIMI, Shamsi et al. Neobalantidium coli: first molecular identification from the Eurasian wild boar, *Sus scrofa* in Bushehr province, southwestern Iran. **Veterinary Medicine and Science**, v. 6, n. 1, p. 142–146, 2020.

OJASTI, J. The capybara, its biology and management. **Tropical Biology and Conservation Management**, v. 10, p. 323–340, 2009.

PETRONETO, BS. Callegari, BF. Poncio AC. et al. *Trichuris vulpis* (Nematoda: Trichuridae) em equino (*Equus caballus*): relato de caso. In book: Estudos em Medicina Veterinária 2. April 2019. DOI: 10.22533/at.ed.7081916046

RAMOS, Fernanda Gomes Castelan. Parasitos de mamíferos domésticos da região do Parque Nacional Serra da Capivara, sudeste do Piauí- Brasil. 2011. 107 f. Dissertação (Mestrado). **Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca**, Rio de Janeiro, 2011.

RODRÍGUEZ-DURÁN, A.; PALMA, L. C. B.; FLÓREZ, R. P. Principales protozoarios gastrointestinales en chigüiros silvestres (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en una vereda del municipio de Arauca, Colombia. **Zootecnia Tropical**, v. 33, n. 3, p. 261-268, 2015.

SANTARÉM, V. A. *et al.* Fasciola hepatica in capybara. **Acta Tropica**. v. 98, p. 311-313. 2006.

SANTOS, F. G. A. *et al.* Controle de parasitas intestinais de capivaras (*Hydrochaerus hydrachaeis*) criadas em sistema semi-extensivo, no município de Senador Guimard Santos, Acre. **Acta Veterinária Brasília**, v.5, n.4, p.393-398, 2011.

SHIMABUKURO, Juliana Suieko. Estudo da soroprevalência de *Leptospira* spp. em capivaras (*Hydrochaerus hydrochaeris*) na bacia hidrográfica do Alto Tietê, SP. 2006. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. 2006.

SILVA, Jefferson Noronha Bezerra, et al. "Tratamento farmacológico da estrogiloidíase em humanos: uma revisão integrativa." **Revista de Medicina** 102.5 (2023).

SINKOC A.L. Brum F.A. Muller G. Brum J.G.W. Helminths parasites of capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris* L. 1766) in the region of Araçatuba, São Paulo, Brazil. *Arq. Inst. Biol.*, São Paulo, v.71, n.3, p.329-333, jul./set., 2004

SOUZA, S. L. P. *et al.* Endoparasites of capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) from anthropized and natural areas of Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, n. 30, v. 2, 2021.

VIEIRA, F. M.; LIMA, S. S.; DE A. BESSA, E. C. Morfologia e biometria de ovos e larvas de *Strongyloides* sp. Grassi, 1879 (Rhabditoidea: Strongyloididae) parasito gastrointestinal de *Hydrochaerus hydrochaeris* (Linnaeus, 1766) (Rodentia: Hydrochaeridae), no município de Juiz de Fora, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 15, n. 1, p. 7-12, 2006.

URIBE, M., Hermosilla, C., Rodríguez-Durán, A., Vélez, J., López-Osorio, S., Chaparro-Gutiérrez, J. J., & Cortés-Vecino, J. A. (2021). Parasites circulating in wild synanthropic capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*): a one health approach. *Pathogens*, 10(9), 1152

VALLES, Luis Eduardo Traviezo. *Balantidium nawaraoi* n. sp., en la comunidad warao de Nabasanuka, Venezuela. *Revista Médica Sinergia*, v. 6, n. 02, p. 1-11, 2021.

WENDT, Luciana Welter. **Fauna parasitária de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris* Linnaeus, 1766) em sistema de criação semi-intensivo na região sul do Rio Grande do Sul**. 2009. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2009. 52f.

WILLIS, H. H. A simple levitation method for the detection of hookworm ova. **The Medical Journal of Australia**, v. 2, n. 18, p. 375-376, 1921

CAPÍTULO VI

6. DOENÇAS REPRODUTIVAS BACTERIANAS E ENDOPARASITAS EM CAPIVARAS NO MARANHÃO: AVALIAÇÃO E COMPARAÇÃO PELA PLATAFORMA DISCONTOOLS

6.1. Introdução

Numericamente, o IBGE em 2022, apontava no Maranhão, a criação de 9.428.128 bovinos, 97.157 bubalinos, 257.423 equídeos, 984.666 suínos, 358.464 caprinos e 319.158 ovinos. Entretanto, não temos um monitoramento populacional de animais silvestres, especialmente capivaras. O NUGEO/UEMA (2024), cita que o estado possui 12 bacias hidrográficas, correspondendo a 60,9% da área total, com vários ecossistemas inundados, e isto favorece o povoamento de capivaras devido ao seu comportamento reprodutivo em ambientes com várias espécies de animais domésticos e/ou silvestres, por consequência, ocorre abate para o consumo humano, interações com riscos sanitários as criações e impactos econômicos aos criadores, o que também, favorecem a dispersão de zoonoses.

Vários países alocam uma grande quantidade de recursos humanos e financeiros para a saúde pública e veterinária nas ferramentas de análise de risco, seja num modelo de pontuação para mitigação, caracterização epidemiológica pela definição de prioridades socioambiental, sanidade animal e bem-estar animal quanto as doenças infecciosas e parasitárias. Desta forma, ferramenta como a *DISCONTOOLS - DISease CONtrol TOOLS* (2023), estima que os setores públicos e privados da UE gastem, em conjunto, cerca de € 1 bilhão de euros por ano em investigação relacionada com a saúde pública, bem-estar e sanidade animal.

Já no ano de 2006, havia sido desenvolvido o Sistema Holandês de Informação e Prioridade sobre Zoonoses Emergentes, fornecendo um modelo de pontuação (ou score), que se classificavam em sete categorias de interesse: 1. Probabilidade de introdução nos Países Baixos; 2. Transmissão entre reservatórios animais; 3. Transmissão de animal para humanos; 4. Transmissão entre humanos; 5. Morbidade; 6. Mortalidade; e 7. Danos econômicos e aos animais reservatórios (SCALI, 2014).

A ferramenta de avaliação *DISCONTOOLS* da Comunidade Europeia, aborda as doenças de importância mundial e ampara-se na opinião de vários expertos originários da academia, do governo ou da indústria, assim, consideram três categorias de doenças: ‘epizooticas’ (ex.: febre aftosa, língua azul), ‘complexos por animais produtores de

alimentos' (ex.: diarreia viral bovina (BVD) e mastite por *Staphylococcus aureus*) e as 'doenças zoonóticas' (ex.: tuberculose bovina, brucelose e cisticercose), numa abordagem de inovação de controle por produtos biológicos (vacinas), produtos quimioterápicos para tratamentos veterinários e de diagnósticos acertivos (O' Brien, 2013; Scali, 2014; Charlier; Barkema, 2018; Charlier *et al.*, 2022).

Um sistema para apoiar a priorização de doenças animais para intervenção governamental foi desenvolvida no Reino Unido para cumprir o objetivo da Estratégia de Vigilância Veterinária, assim, lá criou-se a ferramenta de apoio à decisão D2R2 (*Disease briefing, Decision support, Ranking and Risk assessment*) do DEFRA (*Department for Environment, Food and Rural Affairs*), que deriva das suas funções principais, para comparar potenciais impactos diretos e consistentes entre as epidemiologias das doenças, apoio à tomada de decisão, classificação das enfermidades e avaliação de riscos. O módulo analítico é listado na estratégia de saúde, bem-estar animal e refletem os impactos atuais de doenças endêmicas ou transporteiças, como as doenças exóticas. Assim, tanto a D2R2 como a DISCONTOOL baseiam-se essencialmente na elicitação de peritos (Gibbens *et al.*, 2018; Bessell *et al.*, 2020).

Existe também, um 'Banco de dados aprimorado de doenças infecciosas' (*ENHanCED Infectious Diseases Database - EID2*), vide <https://eid2.liverpool.ac.uk/>, que foi desenvolvido pela equipe da LUCINDA (*Liverpool University Climate and Infectious Diseases of Animals*), que integra fontes de dados publicadas sobre patógenos, seus hospedeiros, vetores e distribuição espacial (McIntyre *et al.*, 2014).

Atualmente, os países ou comunidades internacionais avaliam riscos de determinadas enfermidades, incluindo as reprodutivas (ou endoparasitárias), por critérios como escala de impactos e frequência quanto a endemia, epidemia e pandemia. Diante disso, priorizam-se estudos epidemiológicos para importação de animais, produtos e subprodutos através das regras internacionais da OMSA (OMSA, 2023).

A DISCONTOOLS é um banco de dados de acesso aberto para auxiliar financiadores públicos e privados de pesquisas em saúde animal na identificação de lacunas de pesquisa e no planejamento de investigações futuras. Esta base de dados é apoiada por vários financiadores internacionais de investigação em saúde animal na União Européia (27 países), as fundações de cadeias agropecuárias, apoiadores e a indústria privada da Comissão Europeia, que fornecem apoio de secretariado. As informações contidas na base de dados, são geradas por grupos de especialistas em

doenças específicas. Na ferramenta, os expertos contribuíram e ampliaram suas análises de lacunas em artigos de revisão, para 57 doenças com abrangência para doenças zoonóticas, produção e epizooticas pelo mundo (Charlier *et al.*, 2018; DISCONTTOOLS, 2023).

Em nosso estudo, assevera-se o que Scali (2014) sintetizou, que os *animais silvestres* devem ser alvos primários e de programas de vigilância, assim, devem ser monitorados e revisados periodicamente, em benefício de ‘*Uma só saúde*’, por múltiplos profissionais em parcerias. São essenciais em termos de respostas eficientes ou facilidade em consultas aos novos cenários, incluindo os riscos locais, nacionais ou globais de doenças emergentes ou reemergentes.

O modelo de priorização de enfermidades ou parasitas neste estudo, baseia-se num sistema de pontuação fechado da plataforma DISCONTTOOLS, a qual emprega pesos idênticos para seis critérios de avaliação (conhecimento da doença; impacto na saúde e bem-estar animal; impacto na saúde pública; impacto na sociedade em geral; impacto no comércio e ferramentas de controle). O resultado mais importante é a identificação das principais necessidades de investigação por doença. As classificações e as necessidades de investigação, são fornecidas num website público (www.discontools.eu), que está atualmente atualizado com base em novas ponderações dos especialistas (O’Brien *et al.*, 2016).

O modelo de pontuação da DISCONTTOOLS, é utilizado para caracterizar riscos e definir prioridades na saúde pública e veterinária. Assim, neste capítulo avaliou-se os impactos ecológicos e epidemiológicos de enfermidades reprodutivas em animais domésticos como brucelose, leptospirose e febre Q, bem como, endoparasitas com foco nas capivaras de vida livre no Maranhão. Por tanto, seguiu-se uma avaliação por scores pontuados por especialistas na plataforma DISCONTTOOLS (por consulta *on line*), objetivando a priorização de riscos, atenção veterinária e biovigilância com destaque para impactos na ‘*saúde única*’ e lacunas (*gaps*) nas suas ferramentas de controle.

6.2. Material e métodos

O modelo de priorização por risco da DISCONTTOOLS (2023), baseia-se em um sistema de pontuação de especialistas, empregando pesos ou scores, para seis seções usadas nos critérios de avaliação (categorias):

1. Conhecimento epidemiológico de cada doença - os especialistas descrevem e pontuam a relevância e os riscos da enfermidade;
2. Impacto na sanidade e bem-estar animal - distinguindo e ajuizando a duração da doença, frequência, morbidade e mortalidade;
3. Impacto na saúde pública - assinalando as rotas de disseminação, incidência, severidade, contaminação alimentar e atendimento no sistema de saúde;
4. Impacto na sociedade de forma mais ampla - considerando as restrições de atividades humanas, dano ao turismo e ameaça a biodiversidade;
5. Impacto no comércio - ponderando normatização com perda de mercado interno, impacto na exportação, zoneamento e perda de área livre;
6. Ferramentas de controle com diagnósticos - avaliando a especificidade, sensibilidade, capacidade de diferenciar animais infectados de vacinados; produtos terapêuticos e ambiente no uso da prevenção e controle.

6.2.1. O acesso a ferramenta eletrônica DISCONTTOOLS

A *DISCONTTOOLS*, que é um banco de dados de acesso aberto, é formado por um grupo de cinco a dez especialistas por doença, pontuando lacunas ou *gaps* sobre avanços tecnológicos e diminuição das cargas de doenças infecciosas e parasitárias pelo mundo.

Para o acesso a essa ferramenta eletrônica, ingressa-se pelo site <https://www.discontools.eu/database.html> da *DISCONTTOOLS*, e depois direciona-se aos filtros por doenças (*Step 1: select diseases filters*), ou seja, no ‘primeiro passo’, elege-se o item banco de dados (*database*), seleciona-se entre os filtros de doenças, onde aparecem 3 opções, destas, opta-se por todas (*any* = quaisquer), ou seja, entre: ‘doenças zoonóticas’, ‘epizoóticas’, e ‘alimentos produzidos pelo complexo de animais’, bem como, todas (*all*) ou quaisquer espécies susceptíveis (*any* = quaisquer), logo seleciona-se o conglomerado de opções: ‘bovinos’, ‘suínos’, ‘aves’, ‘equídeos’, ‘cães/gatos’ e ‘abelhas’. Para se ter maiores opções de descrições de enfermidades, elege-se a distribuição da doença pelo mundo (*all* = todas), embora tenham outras opções tais como: ‘Global’, ‘Europa’, ‘América’, ‘África/Oriente Médio’ e ‘Ásia/Austrália’. Observa-se que no campo, ‘América’ há ainda poucas opções no banco de dados, ou apenas dez enfermidades.

No ‘segundo passo’, seleciona-se o tipo de relatório por scores de pontuações (*Step 2: select type of report - scoring criteria*). No contexto dos dados de doenças, opta-

se por pontuação de especialistas para: ‘Brucelose em bovinos’, ‘Leptospirose’, ‘Febre Q’, ‘Nematóides’ e ‘Coccídios em aves’ para elucidar novos conhecimentos epidemiológicos e informações técnicas, produzindo uma análise mais robusta, sobre doenças reprodutivas e no levantamento de endoparasitas em capivaras de vida livre no Maranhão, pela possibilidade de ingestões de ovos e larvas acidentalmente, como citado por SINKOC et al. (2009) e SOUZA et al. (2021).

No ‘terceiro passo’, seleciona-se os critérios (*Step 3: select criteria*) - Seleciona-se: verifique tudo (*check all*), ou seja, reporta sobre o conhecimento e relevância das doenças (em 10 critérios); impacto na sanidade e bem-estar animal (3 critérios); impacto na saúde pública e saúde humana (6 critérios); impacto na sociedade de forma mais ampla (3 critérios); impacto no comércio (4 critérios) e ferramentas de controle (3 critérios).

Então para o ‘quarto passo’, clica-se em criar relatório (*Step 4: Create report*) - construindo-se, assim, uma tabela em inglês, que foi traduzida para português em formato de excel, transcrevendo-se as estimativas de riscos por pontuação em scores (sistema de pontuação de cinco seções positivas), para as primeiras cinco seções 0, +1; +2; +3; +4 são utilizados (ex.: 0 - Nulo, 1 - Raro, 2 - Baixo, 3 - Médio e 4 - Alto), para a sexta e última seção, que trata das pontuações das ferramentas de controle de +2;+1; 0; -1; -2 são usadas. Abordam o controle de enfermidades (nível de eficácia, qualidade, segurança e disponibilidade). Abrange a disponibilidade de kits de diagnósticos validados nos países (por protocolos); leis que regulamentam a vigilância; técnicas descritas por organizações internacionais; terapias permitidas; situação da vigilância, prevenção (estratégias de uso de vermífugos e vacinações), controle na região ou zoneamento, como área livre ou não livre (SCALI, 2014).

6.2.2. Escala de pontuação aplicada por especialista na plataforma DISCONTOOLS

Na mitigação de risco, pela *DISCONTOOLS*, os especialistas utilizam uma escala de pontuação (positiva) aplicada, em um sistema de 5 níveis de scores (0, +1; +2; +3; +4) nos 29 itens. Já por critérios de seção: **a** - conhecimento sobre doenças (relevância epidemiológica) - 10 critérios; **b** - sanidade e bem-estar animal - 3 critérios; **c** - impacto à saúde pública - 6 critérios; **d** - impacto na sociedade em geral - 3 critérios; e **e** - impacto sobre o comércio - 4 critérios. Assim, as pontuações positivas são adicionadas à pontuação total acumulada, e isso, significa que a doença será priorizada pela somatória

de todos os critérios, construindo uma lista de doenças a serem priorizadas sanitariamente. Já para a seção **f** - ferramentas de controle - 3 critérios, as pontuações de +2; +1; 0; -1; -2 são usadas, e ao contrário da primeira impressão, esses scores negativos, representam que as ferramentas são eficazes e disponíveis (O' Brien, 2013; DISCONTOOLS, 2023). Considera-se que possam a diminuir os pontos adquiridos na equação geral, ou no somatório, estruturando melhor a priorização por comparação para a atenção veterinária, ou criando critérios como escala de impactos e frequência (endemia, epidemia e pandemia).

6.2.3. Metodologia para o cálculo do coeficiente de ponderação (W) para os somatórios utilizadas nas doenças reprodutivas e endoparasitas pela plataforma DISCONTOOLS

Para o cálculo do coeficiente de ponderação (W) de cada nível dos critérios de impactos, considerou-se os seis elencados na DISCONTOOLS: i - conhecimento da doença; ii - impacto na sanidade e no bem-estar animal; iii - impacto na saúde pública; iv - impacto na sociedade em geral; v - impacto no comércio e vi - ferramentas de controle. Assim, considerando o primeiro, 'conhecimento sobre doença', os seguintes 10 níveis foram avaliados, a saber: 1. velocidade de propagação; 2. número de espécies envolvidas; 3. persistência de agentes infecciosos no meio ambiente; 4. risco de propagação para populações suscetíveis; 5. potencial de propagação silenciosa; 6. reservatório de vida selvagem e potencial propagação; 7. reservatório vetorial e propagação potencial; 8. variabilidade do agente; 9. compreensão da imunidade fundamental e 10. interação do patógeno com os hospedeiros (O'brien *et al.*, 2016), tendo os estatísticos a formula abaixo para os 29 níveis:

$W = 100 / X * I$, onde 'W' é o peso do coeficiente (coef), 'X' o valor máximo do score (4) e 'I' os 10 níveis dentro do critério '*considerando conhecimento sobre doença*', ou seja, do número '1' - *Velocidade de dispersão* ao número '10' - *Interação do patógeno com os hospedeiros*, assim, os cálculos dos critérios de avaliação de impactos, seriam:

1. *Conhecimento epidemiológico da doença* (scores em 5 seções: 0, +1; +2; +3; +4 e 10 critérios questionados) visto na tabela 2:

$$W 1 = 100 / X * I \Rightarrow W 1 = 100 / 4 \times 10 \Rightarrow W 1 = 100 / 40 \Rightarrow W 1 = 2,5$$

2. *Impacto na sanidade e no bem-estar animal* (score: 4 e 3 níveis):

$$W 2 = 100 / X * I \Rightarrow W 2 = 100 / 4 \times 3 \Rightarrow W 2 = 100 / 12 \Rightarrow W 2 = 8,33$$

3. *Impacto na saúde pública* (score: 4 e 8 níveis):

$$W 3 = 100 / X * I \Rightarrow W 3 = 100 / 4 \times 8 \Rightarrow W 3 = 100 / 24 \Rightarrow \mathbf{W 3 = 4,16}$$

4. *Impacto na sociedade em geral* (score: 4 e 3 níveis):

$$W 4 = 100 / X * I \Rightarrow W 4 = 100 / 4 \times 3 \Rightarrow W 4 = 100 / 12 \Rightarrow \mathbf{W 4 = 8,33}$$

5. *Impacto no comércio* (score: 4 e 4 níveis):

$$W 5 = 100 / X * I \Rightarrow W 5 = 100 / 4 \times 4 \Rightarrow W 5 = 100 / 16 \Rightarrow \mathbf{W 5 = 6,25}$$

6. *Ferramentas de controle* (scores em 5 seções: +2; +1; 0; -1; -2 e 3 níveis):

$$W 6 = 100 / X * I \Rightarrow W 6 = 100 / 2 \times 3 \Rightarrow W 6 = 100 / 06 \Rightarrow \mathbf{W 6 = 16,66}$$

Considerando o cenário acima na tabela 1 e de acordo com os scores ‘0’ é o ‘menor risco’, ‘4’ o ‘maior risco’, para as primeiras cinco categorias, assim, o cálculo para cada item é extraído da equação: *Score multiplicado pelo Coeficiente* (Score*Coef., ex.: 4 (score) x 2,5 (W*) = 10) no modelo ilustrativo abaixo na tabela 2, a somatória da base do critério conhecimento da doença foi **52,50**. A base de dados na ferramenta (*database*) tem ciclo de 5 anos, entretanto, informações adicionais podem ser colocadas a qualquer tempo (Scali, 2014, DISCONTTOOLS, 2023).

6. 1.4. Resultados e Discussão

Os resultados e discussão, aqui apresentados, são inteiramente baseados nas opiniões dos especialistas, que se encontram na ferramenta DISCONTTOOLS, assim, pontuam pelas ocorrência das doenças pelo mundo, ou seja, foram visualizados e editados na forma ‘*on line*’ e transcrito para este trabalho.

6.1.4.1. Avaliação por comparação dos impactos da Brucelose, Leptospirose, Febre Q em capivaras de vida livre no Maranhão e a saúde única

As capivaras estão constantemente se deslocando para outros ambientes inundados a procura de alimentação, hidratação, proteção de predadores, abrigo e reprodução, assim, por vezes as movimentações acontecem de 3,4 a 5,6 km (Herrera, 1992; Herrera *et al.*, 2013), no entanto, Rocha *et al.*, (2017) citam, em ambiente favorável, cohabitam com animais domésticos ou silvestres, e raramente, ultrapassam 500 m de distância dos corpos d’água.

As medidas quantitativas para impactos e priorização de riscos para enfermidades, incluem a cálculo de parâmetros epidemiológicos, como incidência de

doenças, prevalência, taxas de mortalidade e morbidade, custos de prevenção, tratamento a controle para doenças humanas (MCINTYRE *et al.*, 2014), bem como, estudos em animais silvestres são parâmetros para sanidade animal.

Para tanto, procurou-se identificar as principais necessidades de investigação (ou monitoramento) destas doenças reprodutivas por comparação. Igualmente, prover um ponto de reflexões para pesquisas direcionadas e possíveis modelagens estatística; onde considerou-se também, os benefícios das ferramentas de controle de doenças para a sanidade e bem-estar animal (BEA), saúde pública e segurança alimentar, assim como, proporcionar benefícios sociais (alívio na pobreza); diretrizes para regulamentação estadual ou municipal (harmonização por legislação) ou não, ou mesmo, a criação de estratégia de prevenção (ex.: biossegurança interna na propriedade e externa) ou controle estratégicos (ex.: com um calendário de vacinação/vermifugações); e a vigilância pelo maior risco, considerando-se a proximidade aos ecossistemas úmidos.

Considerando os resultados obtidos no estudo de ‘brucelose’, ‘leptospirose’, ‘febre Q’ em capivaras no Maranhão, avaliou-se os critérios de pontuação ou score, de acordo com conhecimento epidemiológico de especialistas da Comunidade Européia, através da ferramenta *DISCONTTOOLS*, considerando a atenção do serviço veterinário do estado.

Doenças reprodutivas em herbívoros, como a ‘brucelose’, ‘leptospirose’, ‘febre Q’, entre outras de interesse veterinário global, foram levantadas seguindo novos critérios de avaliação de doenças animais por especialistas em enfermidades, numa perspectiva de conhecimento epidemiológico à ‘saúde única’, ou seja, na sanidade animal, saúde pública e ambiental em prol do bem-estar animal, dando robustez ao estudo ecoepidemiológico das doenças reprodutivas avaliadas em capivaras no Maranhão.

Na tabela 1 apresenta-se o modelo de priorização pelos danos por ‘brucelose, leptospirose e febre Q’ pelo mundo. No caso de ‘leptospirose’ pode ser relacionado por sinais clínicos reprodutivos em grandes animais na propriedade em estudo e testes sorológicos reagentes em capivaras no Maranhão.

Tabela 1 - Modelo de priorização de danos de Brucelose, Leptospirose e Febre Q, em propriedades pelo mundo, na visão de especialistas da Comissão Europeia

CATEGORIAS	Bruc. 271,10	Lepto. 247,39	Feb. Q 210,73
(a direita abreviação de doenças e a somatória dos pontos)			
CONHECIMENTO DA DOENÇA - 10 critérios (score de 0 a +4)	Score		
(1) Velocidade de propagação	2	3	2
(2) Número de espécies pecuárias envolvidas	4	4	2
(3) Persistência do agente infeccioso no ambiente	1	3	4
(4) Risco de propagação para populações suscetíveis	3	3	4
(5) Potencial para propagação silenciosa	3	3	4
(6) Reservatório de vida selvagem e potencial de propagação	1	4	3
(7) Reservatório vetorial e potencial para propagação	0	4	3
(8) Variabilidade do agente	2	3	3
(9) Compreensão da imunologia fundamental	2	1	3
(10) Interação hospedeiro-patógeno	3	1	3
IMPACTO NA SANIDADE E BEM-ESTAR ANIMAL - 3 critérios	Score		
(1) Impacto da doença na produção	2	3	3
(2) Duração do impacto no bem-estar animal	4	4	1
(3) Proporção de animais afetados que sofrem dor/lesão/angústia como resultado da doença	2	1	2
IMPACTO NA SAÚDE PÚBLICA - SAÚDE HUMANA - 6 critérios	Score		
(1) Impacto da ocorrência na saúde humana	3	3	3
(2) Probabilidade de ocorrência	2	3	2
(3) Impacto da ocorrência na segurança alimentar	3	0	0
(4) Transmissibilidade (transmissão de animal para humano)	4	3	4
(5) Disseminação em humanos	1	1	1
(6) Potencial de bioterrorismo	3	1	2
IMPACTO NA SOCIEDADE DE FORMA MAIS AMPLA - 3 critérios	Score		
(1) Impacto econômico direto (incluindo custos cumulativos)	3	2	3
(2) Impacto econômico indireto (social e de mercado)	3	0	1
(3) Potencial de agroterrorismo	3	1	2
IMPACTO NO COMÉRCIO - 4 critérios	Score		
(1) Impacto no comércio internacional devido às regulamentações existentes	1	1	0
(2) Impacto no comércio da CE devido às regulamentações existentes	3	1	0
(3) Potencial para realizar-se zoneamento	3	4	4
(4) Impacto na segurança no abastecimento alimentar	0	0	0
FERRAMENTAS DE CONTROLE - 3 critérios (score de -2 a +2)	Score		
(1) Diagnósticos adequados	0	0	-1
(2) Vacinas adequadas	0	0	-1
(3) Produtos farmacêuticos apropriados	-2	0	-1

Fonte: DISCONTOOLS, 2023

Avaliando os scores quanto ao item *reservatório de vida selvagem* e potencial de propagação (tabela 1), a ‘Leptospirose’ teve o pior cenário, entre as três doenças

avaliada, o score apontado foi 04 (quatro), contribuindo com os estudos de circulação destas bactérias em capivaras do Maranhão.

A antiga OIE, hoje, Organização Mundial de Saúde Animal (OMSA), chama a atenção no fortalecimento de estratégias à ‘saúde única’, através da promoção de levantamentos e monitoramentos na saúde da vida selvagem, devido à necessidade global de melhorar a gestão dos riscos, colocados pelas doenças emergentes e reemergentes na interface entre humanos, animais e ecossistemas, como forma de preservar as espécies selvagens (OMSA, 2023).

Tabela 2 - Relevância da *Brucelose bovina* por categoria de conhecimento e critérios de score, na visão de especialistas descrita no site do DISCONTTOOLS

BRUCELOSE				Total
CONHECIMENTO DA DOENÇA - 10 critérios	Score	Coef.	Score*Coef.	52,50
(1) Velocidade de propagação	2	2,5	5	
(2) Número de espécies pecuárias envolvidas	4	2,5	10	
(3) Persistência do agente infeccioso no ambiente	1	2,5	2,5	
(4) Risco de propagação para as populações suscetíveis	3	2,5	7,5	
(5) Potencial para propagação silenciosa	3	2,5	7,5	
(6) Reservatório de vida selvagem e potencial de propagação	1	2,5	2,5	
(7) Reservatório vetorial e potencial de propagação	0	2,5	0	
(8) Variabilidade do agente	2	2,5	5	
(9) Compreensão da imunologia fundamental	2	2,5	5	
(10) Interação hospedeiro-patógeno	3	2,5	7,5	
Somatória			52,50	

Fonte: DISCONTTOOLS, 2023

Na tabela 3, demonstra-se a relevância da ‘Febre Q’, quanto aos critérios de score na visão de especialistas da Comissão Europeia, em propriedades pelo mundo, assim foram avaliados, os seguintes itens: a velocidade de propagação, número de espécies pecuárias envolvidas, persistência do agente infeccioso no ambiente, risco de propagação para populações suscetíveis, potencial para a propagação silenciosa, reservatório de vida selvagem e potencial de propagação, reservatório vetorial e potencial para a propagação, variabilidade do agente, compreensão da imunologia fundamental e interação hospedeiro-patógeno.

Para a ‘Febre Q’ foram apontados pelos expertos: que a persistência do agente infeccioso no ambiente não é removível, portanto o risco de propagação para populações

suscetíveis seria alta pela infecção transmitida pelo ar; quanto ao potencial para propagação silenciosa é considerada alta e a infecção provavelmente não será detectada por algum tempo; para o reservatório de vida selvagem e potencial de propagação, foi considerado significativo; quanto aos reservatórios de vida selvagem e potencial de propagação, consideraram médio na existência de vetores competentes, mas não seriam considerados capazes de sobreviver e transmitir a infecção; quanto a variabilidade do agente, consideraram alta devido as numerosas espécies ou mutações, baixa especificidade de hospedeiro ou de vetor; pela compreensão da imunologia fundamental, consideraram parcialmente compreendida; e a interação hospedeiro-patógeno, há pouca compreensão.

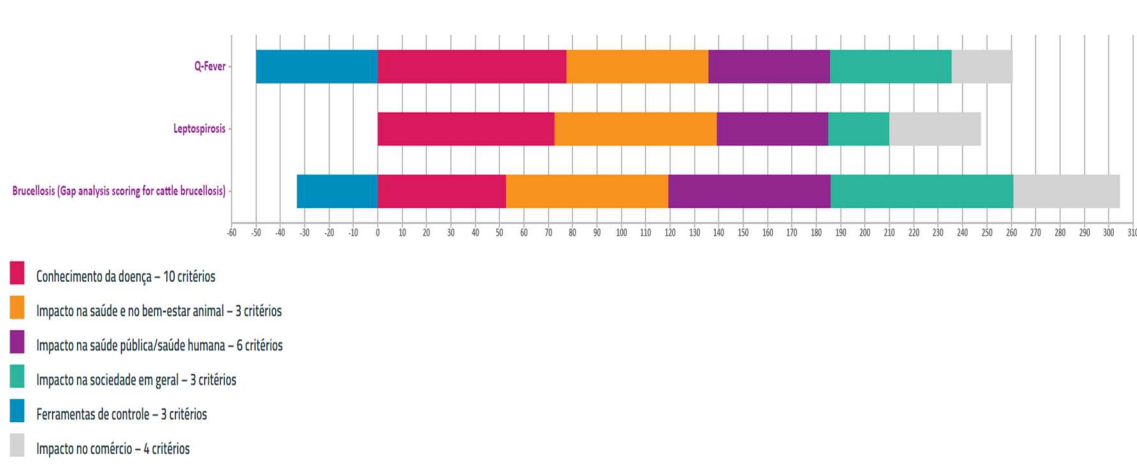
Tabela 3 - Relevância ecoepidemiológica da ‘Febre Q’ e os critérios de score em propriedades pelo mundo, na visão de especialistas da Comissão Europeia.

Relevância da doença	Febre Q					Score
	0	1	2	3	4	
(1) Velocidade de propagação	Nenhum Não transmissível	Muito lento Baixo nível de transmissão dentro das explorações e improvável entre explorações	<i>Lento. Há uma transmissão lenta entre explorações com ou sem movimentos de animais</i>	Média Transmissão rápida entre explorações com ou sem movimentos de animais	Alta Transmissão rápida entre explorações sem movimentos de animais	2
(2) Número de espécies pecuárias envolvidas	Um	ND ou espera-se que seja limitado	<i>Limitado a 2 espécies</i>	Médio 3 espécies	Alta 4 espécies e mais	2
(3) Persistência do agente infeccioso no ambiente	Não, nunca encontrado	Raro Ocasionalmente encontrado	Nada é desconhecido	Reservatório ou vetor animal constante	<i>Não removível do ambiente</i>	4
(4) Risco de propagação para populações suscetíveis	Não Não contagioso	Contato direto de baixa transmissibilidade	Nada é desconhecido	Médio. Contato indireto e contágio	<i>Alta. Infecção transmitida pelo ar</i>	4
(5) Potencial para propagação silenciosa	Nenhum	Negligenciável Sinais de infecção facilmente reconhecidos e prováveis de ocorrer em animais sob supervisão	Baixo Sinais de infecção facilmente reconhecidos, mas dependem do nível de supervisão	Moderado. O diagnóstico específico pode ser difícil em uma ou mais espécies	<i>Alta. Doença/infecção provavelmente não será detectada por algum tempo</i>	4
(6) Reservatório de vida selvagem e potencial para a propagação	Insignificante. Nenhum reservatório de vida selvagem conhecido	Prevalência menor em vida selvagem remota	Reservatório de vida selvagem moderado: sem contato direto com humanos ou	<i>Reservatório significativo de vida selvagem</i>	Reservatório de vida selvagem grave em contato próximo com humanos e/ou	3

			animais domésticos		animais domésticos	
(7) Reservatório vetorial e potencial para a propagação	Nenhum. Nenhum vetor ou reservatório conhecido	Baixa Vetor(es) competente(s) que se acredita existirem no país, mas não são considerados capazes de sobreviver e transmitir a infecção	Médio Existem vetores competentes no país, mas não são considerados capazes de sobreviver e transmitir a infecção	<i>Existem vetores altamente competentes, mas não são considerados capazes de sobreviver, mas podem transmitir a infecção</i>	Existem vetores muito altamente competentes no país e são capazes de sobreviver e transmitir a infecção	3
(8) Variabilidade e do agente	Insignificante. Um tipo, hospedeiro/vetor estável	Baixa Poucos tipos, sem mutação, hospedeiro/vetor estável	Moderado Poucos tipos, sem mutação, baixa especificidade do hospedeiro, vetor estável, se houver	<i>Alta. Numerosas espécies ou mutação, com baixa especificidade de hospedeiro ou vetor</i>	Muito alta Numerosos tipos e mutação, baixa especificidade de hospedeiro ou vetor	3
(9) Compreensão da imunologia fundamental	Totalmente compreendida, imunidade humoral e celular	Compreender totalmente a imunidade humoral e compreender parcialmente a imunidade celular	Compreender parcialmente a imunidade humoral e celular	<i>Compreender parcialmente a imunidade humoral</i>	Nenhum Nada se sabe sobre imunologia	3
(10) Interação hospedeiro-patógeno	Compreender totalmente as interações hospedeiro-patógeno	Compreender alguns aspectos das interações entre hospedeiro e patógeno	Compreender parcialmente as interações hospedeiro-patógeno	<i>Pouca compreensão das interações hospedeiro-patógeno</i>	Nenhuma informação	3

Fonte: DISCONTTOOLS, 2023

Figura 1 - Diagrama que mostra o impacto das doenças reprodutivas, em 6 critérios de pontuação por especialistas da CE, a ‘Brucelose bovina’, como zoonose que teve a maior importância no modelos de priorização de atenção como zoonose.



Fonte: DISCONTTOOLS, 2023

Ao comparar as três doenças utilizando o modelo de prioridade apresentado pelo DISCONTTOOLS (figura 1), a ferramenta classifica a ‘brucelose bovina’ como a mais importante, com score total igual a 271,10 pontos, seguida da ‘leptospirose’ com 247,39 pontos e da ‘febre Q’ com 210,73. Considerando-se o impacto na saúde pública, a brucelose foi a que apresentou maior score, ou seja, 66,56 pontos (DISCONTTOOLS, 2023).

Acrescenta-se que o Brasil possuiu um programa nacional de controle da brucelose em bovinos e bubalinos, com fins a erradicação, visto que inclui testes e vacinas padronizados no rebanho, que são avaliados constatemente por missões internacionais. Na Sanidade animal e BEA, a brucelose e a leptospirose ficam empatadas com 66,64 pontos em termos de impactos.

6.1.4.2. Avaliação dos impactos de coccídeos e nematóides em capivaras de vida livre no Maranhão e a saúde única

Considerando os resultados obtidos no levantamento de endoparasitas em capivaras no Maranhão, realizou-se uma síntese das análises de especialistas da Comunidade Européia, sobre ‘coccídeos’ e ‘nematóides’, por comparação para um atendimento estatal, através da ferramenta *DISCONTTOOLS*, de forma a levantar possíveis lacunas ecoepidemiológicas e riscos pelo compartilhamento do mesmo ecossistema.

6.1.4.3. Interpretação da utilização de critérios de pontuação para nematóides e coccídeos

As priorizações na avaliação de introdução ou permanência de doenças ou parasitas ajudam a compreender o impacto dos agentes na vigilância, mitigação de risco e biossegurança, assim requer um significativo julgamento sanitário pelas autoridades constituídas (Mcintyre e *et al.*, 2014).

Os peritos usam os critérios de pontuação, contidos na tabela 5, com scores por eventos para análise de risco ou impactos da permanência de coccídios e nematóides em ambiente de convívios entre espécies, tais como: velocidade de propagação, número de espécies pecuárias envolvidas, persistência do agente no ambiente, risco de propagação para as populações susceptíveis, potencial para propagação de forma silenciosa, potencial de propagação para reservatórios de vida selvagens e potencial de propagação para

reservatórios vetoriais, variabilidade do agente, compreensão da imunologia fundamental e interação hospedeiro-patógeno.

Pelos scores estabelecidos por especialistas contidos na tabela 5, a velocidade de propagação de endoparasitas, coccídeos em aves (por equivalência ecológica e epidemiológicas, relacionou-se como a eimeriose em herbívoros, considerando-se os gêneros e espécies e as especificidades de hospedeiros) e os nematoides em geral, de tal modo, foi considerada com score médio para ambas, com transmissão rápida entre fazenda com ou sem movimentação de animais.

Quanto ao número de espécies pecuárias envolvidas na dispersão de endoparasitas, sejam coccídeos ou nematoides, consideram alto para os dois, visto o envolvimento de 4 espécies ou mais na mesma área circunscrita, já pelas persistências dos agentes infecciosos no meio ambiente, pontuaram como alto e não removível.

Quanto aos reservatórios de vida selvagens e potencial de propagação, consideraram na dispersão para a coccidiose uma prevalência menor na vida selvagem, ou mesmo remota. Já para os nematóides, os reservatórios de vida selvagem seriam considerados como moderado pela ausência de contato direto com humanos ou animais domésticos (o que não seria essa realidade no Maranhão, já que se encontrou as capivaras em ambiente de vida livre próximas às propriedades).

Com relação ao reservatório vetorial e potencial de propagação para ambas doenças parasitárias em estudo, nenhum vetor é conhecido. Quanto a variabilidade do agente, consideraram alto com numerosas espécies (com possibilidade de mutação) e de baixa especificidade de hospedeiro para a coccidiose. Já para nematóides, baixa variabilidade do agente, sem mutação e com hospedeiros estáveis.

Quanto à compreensão da imunologia fundamental, a coccidiose, necessita-se compreender totalmente a imunidade humoral (anticorpos, linfócitos 'B' e 'A') e compreender parcialmente a imunidade celular (linfócitos 'T'). Já para nematóides, em outro ponto de vista, compreender parcialmente a imunidade humoral e celular.

Tabela 4 - Critérios de pontuação ou score, por conhecimento epidemiológico de 'coccídios em aves' e 'nematóides' em propriedades rurais, na visão de especialistas

<i>Critérios de pontuação</i>	<i>Coccidioses (eimeroses)</i>		<i>Nematóides</i>
		Score	Score
<i>CONHECIMENTO DA DOENÇA - 10 critérios</i>			

Velocidade de propagação	Médio; Transmissão rápida entre explorações com ou sem movimentos de animais	3	3	Médio; Transmissão rápida entre explorações com ou sem movimentos de animais
Número de espécies pecuárias envolvidas	Alto; 4 espécies ou mais	4	4	Alto; 4 espécies ou mais
Persistência do agente infeccioso no meio ambiente	Não removível do ambiente	4	4	Não removível do ambiente
Risco de propagação para populações suscetíveis	Alto; Infecção transmitida pelo ar	4	3	Alto; Contato indireto médio (contágio)
Potencial para propagação silenciosa	Alto; Doença/infecção provavelmente não será detectada por algum tempo	4	4	Doença/infecção provavelmente não será detectada por algum tempo
Reservatório de vida selvagem e potencial de propagação	Prevalência menor na vida selvagem remota	1	2	Reservatório de vida selvagem moderado: sem contato direto com humanos ou animais domésticos
Reservatório vetorial e potencial de propagação	Nenhum; Nenhum vetor ou reservatório conhecido	0	0	Nenhum; Nenhum vetor ou reservatório conhecido
Variabilidade do agente	Alto; Numerosas espécies ou mutações, baixa especificidade de hospedeiro ou vetor	3	1	Baixo; Poucas espécies, sem mutação, hospedeiro/vetor estável
Compreensão da imunologia fundamental	Compreender totalmente a imunidade humoral e compreender parcialmente a imunidade celular	2	2	Compreender parcialmente a imunidade humoral e celular
Interação hospedeiro-patógeno	Pouca compreensão das interações hospedeiro-patógeno	3	2	Compreender parcialmente as interações hospedeiro-patógeno

Fonte: DISCONTOOLS, 2023

Quanto à interação hospedeiro-patógeno, há pouca compreensão das interações para os coccídios, e para nematóides se compreende parcialmente.

Observou-se pelos critérios de pontuação (score), contidos na tabela 6, para análise do impacto na sanidade animal, bem-estar animal (BEA) e saúde pública com relação aos coccídios e nematóides em ambiente com coabitação entre espécies. Os peritos relatam que o risco do impacto da doença na produção seria de médio para os coccídios, com grande perda de rendimento aos criadores; e nematóides como baixo, além de produção reduzida em mais de 20%. Quanto à duração do impacto no bem-estar animal, médio prazo com 15 dias a 24 meses aos coccídios, ou no caso de nematóides como permanente ou maior que 24 meses.

Quanto à proporção de animais afetados que sofreriam dor/lesão/angústia como resultado da doença, os peritos concluíram que os coccídios, são um problema mais sério

ou mais de 50% dos animais sofreriam sérios impactos, enquanto os nematoides, como médio, ou de 21 a 50% dos animais com sérios impactos.

Tabela 5 - Critérios de pontuação por impacto na sanidade animal, BEA e saúde pública por ‘coccídios (em aves)’ e ‘nematóides’ em propriedades (DISCONTOOL)

Critérios de pontuação		Coccidioses (eimerioses)		Nematóides
		Score	Score	
IMPACTO NA SANIDADE E BEM-ESTAR ANIMAL - 3 critérios				
Impacto da doença na produção	Médio; Produção reduzida em mais de 20%. Grande perda de rendimento	3	2	Baixo; Produção reduzida em menos de 20%. Grande perda de rendimento
Duração do impacto no bem-estar animal	Médio prazo; 15 dias a 24 meses	3	4	Permanente; Maior que 24 meses
Proporção de animais afetados que sofrem dor/lesão/angústia como resultado da doença	Sério; >50% dos animais sofrem sérios impactos	4	3	Médio; 21 a 50% dos animais sofrem sérios impactos
IMPACTO NA SAÚDE PÚBLICA - SAÚDE HUMANA - 6 critérios				
Impacto da ocorrência na saúde humana	Nenhum; Humanos não considerados suscetíveis à infecção	0	1	Leve; Sintomas leves, transitórios, sem efeitos duradouros
Probabilidade de ocorrência	Nenhum; Impossibilidade comprovada de transmissão aos seres humanos através de animais vivos, produtos de origem animal, vetores ou alimentos	0	2	Ocasional; Ocorre com incidência inferior a 1/10.000
Impacto da ocorrência na segurança alimentar	Insignificante; Nível muito baixo de contaminação dos alimentos, mas pouco provável de causar problemas	1	2	Baixo; Baixo nível de contaminação e pode causar doenças/infecções se os organismos forem ingeridos em grande número
Transmissibilidade (transmissão de animal para humano)	Insignificante; Nenhuma transmissão conhecida para humanos ou nenhuma informação	1	2	Baixo; Possível transmissão e contatos existentes com animais vivos
Dispersão em humanos	Nenhuma; Não transmissível	0	1	Insignificante; Nenhuma transmissão conhecida entre humanos ou nenhuma informação
Potencial de bioterrorismo	Nenhum; Agente indisponível ou impossível de lidar ou nenhum dano	0	2	Baixo; Agente disponível e fácil de manusear por profissionais e laboratórios, mas com baixo potencial de dano

Fonte: DISCONTOOLS, 2023

Já o impacto da ocorrência na saúde humana para as duas enfermidades, consideraram que para os coccídios não se produz nenhum efeito maléfico, ou seja, não é um problema, já que os humanos não são considerados suscetíveis à infecção. Para os nematóides, o impacto foi considerado leve e transitório, sem por tanto, efeitos duradouros.

Quanto à probabilidade de ocorrência de infecção por coccídios, haveria uma impossibilidade comprovada de transmissão aos seres humanos através de animais vivos, produtos de origem animal, vetores ou alimentos, e no caso dos nematóides, ocorreriam ocasionalmente numa incidência inferior a 1/10.000 pessoas. Com relação aos impactos da ocorrência na segurança alimentar, é insignificante ou com nível muito baixo de contaminação dos alimentos, mas pouco provável de causar problemas para os humanos. Não há relatos confiáveis de infecção em humanos por coccídios de aves. O potencial zoonótico indireto, por aves, é pela infecção por *Eimeria tenella* de origem alimentar. O critério é baixo para os nematóides, já que o nível de contaminação pode causar doenças/infecções se os ovos ou larvas forem ingeridos em grandes quantidades.

Quanto à transmissibilidade (transmissão de animal para humano), no caso de coccídios seria insignificante, ou nenhuma transmissão é conhecida para humanos. Quando apontam os nematóides, consideram baixa, ou seja, com possível transmissão por contatos existentes com animais vivos. A dispersão entre humanos não ocorre ou não é transmissível tanto aos coccídios quanto aos nematóides, sendo estimada como insignificante.

Como potencial de bioterrorismo, nenhum efeito, para os coccídios, já que o agente está indisponível. Embora para os nematóides sejam considerados baixo, ou seja, o agente é disponível e fácil de manusear por profissionais de laboratórios, mas com baixo potencial para causar danos.

No impacto na sociedade de forma mais ampla, obteve-se critérios de pontuação, contidos na tabela 7, para análise de impactos na sociedade (econômico direto e indireto), na comercialização e as ferramentas de controle que podem ser usadas para a análise dos efeitos nocivos de coccídios e nematóides em ambiente com coabitação entre espécies.

Quanto ao impacto econômico direto (incluindo custos cumulativos aos criadores, transportadores, abatedouros, fornecedores de leite, ração, etc), o critério foi médio, isto é a produção poderá ser reduzida ou parcialmente banida, com teste e abate nos casos de coccídios em aves (em casos exóticos e/ou alguns países). No caso de

nematóides, o critério foi baixo devido a produção ser reduzida, mas não proibida, considerando que há tratamento, vermifugação e vacinação em alguns países.

Quanto ao caso de coccídios em aves, o impacto econômico indireto (restrições de atividades humanas no setor industrial e financiamentos governamental em alguns países pelo mundo, o critério é alto, com possibilidade de redução em mais de 30% ao longo de um mês (proibição de comercialização em alguns em países). No caso de nematóides, não há nenhum impacto e os produtos ou alimentos produzidos continuam a ser distribuídos.

Já para o potencial como agroterrorismo, no comércio internacional devido às regulamentações para os coccídios é insignificante, pois o agente está disponível, porém é difícil de manusear ou causam baixos danos econômicos. Para os nematóides, é baixo e o agente pode estar disponível sendo de fácil manuseio por profissionais e nos laboratórios, além de baixa propagação ou baixos danos econômicos.

O impacto no comércio internacional devido às regulamentações existentes, segundo os peritos, tanto coccídios quanto nematóides são menores ou somente estão ao nível de rebanhos. Quanto ao impacto no comércio à Comunidade Europeia (países) devido às normatizações impostas, ‘coccídios’, não têm nenhum impacto ou estão sem restrição (apenas ao nível de rebanho ou propriedade). Já para os nematóides somente relacionado ao rebanho e ao estabelecimento de criação.

Potencial para zoneamento (zonas livres ou zonas infectadas) com restrições de trânsito ou movimentação, não há nenhuma necessidade, tanto para os coccídios como para os nematóides.

O impacto na segurança do abastecimento alimentar, para os ‘coccídios’, seria alto, se em algumas áreas do país estiverem sem estoque alimentar, e para os ‘nematóides’ é moderado, se algumas áreas remotas estiverem temporariamente sem alimentos estocados. Não é o caso do Maranhão ou do Brasil.

Quanto às ferramentas de controles, as pontuações dos especialistas variam de +2; +1; 0; -1; -2, assim, quanto ao diagnóstico apropriado, consideraram para os coccídios que há necessidade de validação de testes por normas internacionais, não há disponibilidade de teste rápidos para parasitas resistentes, mas teria potencialidade para mercado na Europa (possibilidade de vários rebanhos serem analisados). Já para os ‘nematóides’, há necessidade de análise laboratorial para vários hospedeiros e estandardização, há disponibilidade de diagnóstico, porém, não totalmente eficazes nas

especificações de parasitas e quantificação, assim, tem potencial para aberturas de mercado na Europa. Além de exames coproparasitológicos em bovinos, a base imunológica para o diagnóstico de nematoides, são anticorpos e os antígenos no sangue, leite, fezes e suco de carne, que podem ser usados, por exemplo, para detectar infecções por testes moleculares e isolamentos.

Tabela 6 - Critérios de pontuação por impacto na sociedade, comércio internacional e ferramentas de controle para ‘coccídios (em aves)’ e ‘nematóides’

Critérios de pontuação		Coccidioses (eimeroses)	Nematoides	
		Score	Score	
IMPACTO NA SOCIEDADE MAIS AMPLA - 3 critérios				
Impacto económico direto (incluindo custos cumulativos ao criador)	Médio; Produção reduzida e parcialmente proibida. Teste e abate	3	2	Baixo; Produção reduzida, mas não proibida. Tratamento e vacinação
Impacto económico indireto (social, mercado regional)	Alto; Redução de mais de 30% ao longo de um mês ou proibição em todo o país	4	1	Insignificante; Impacto menor na distribuição de produtos
Potencial de agroterrorismo	Insignificante; Agente disponível mas difícil de manusear ou baixo spread ou baixos danos económicos	1	2	Baixo; Agente disponível e fácil de manusear por profissionais e laboratórios, mas com baixa propagação ou baixos danos económicos
IMPACTO NO COMÉRCIO - 4 critérios				
Impacto no comércio internacional devido às regulamentações existentes	Menor; Somente ao nível rebanho	1	1	Menor; Somente ao nível de rebanho
Impacto no comércio da CE devido às regulamentações existentes	Nenhum; Sem restrição ou apenas no nível animal	0	1	Menor; Somente no ao nível de rebanho
Potencial para zoneamento	Nenhum; Somente compartimentos	4	4	Nenhum; Somente compartimentos
Impacto na segurança do abastecimento alimentar	Alto; Algumas áreas do país podem estar esgotadas	3	2	Moderado; Algumas áreas remotas podem estar temporariamente fora de estoque
FERRAMENTAS DE CONTROLES - 3 critérios				
Diagnóstico apropriado	Necessidade: Sim; Disponibilidade: Não; Potencial de mercado: Sim	1	0	Necessidade: Sim; Disponibilidade: Sim (não totalmente eficaz). Potencial de mercado: Baixo a Médio
Vacinas apropriadas	Necessidade: Sim; Disponibilidade: Não; Potencial de mercado: Baixo	-1	1	Necessidade: Sim; Disponibilidade: Sim (não totalmente eficaz); Potencial de mercado: Sim
Produtos farmacêuticos apropriados	Necessidade: Sim; Disponibilidade: Não; Potencial de mercado: Baixo	-1	-1	Necessidade: Sim; Disponibilidade: Não. Potencial de mercado: Sim

Fonte: DISCONTOOLS, 2023

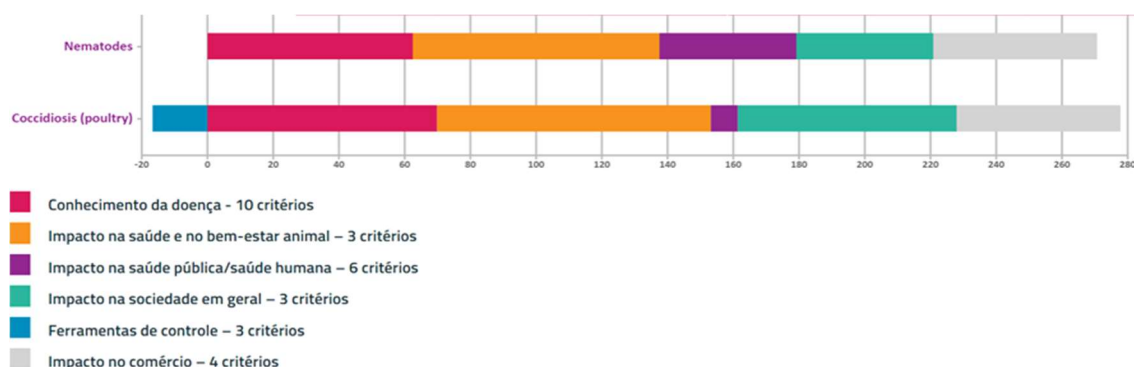
Quanto à necessidade de vacinas de forma apropriada, estas foram consideradas como não eficazes (mesmo vacinas vivas, virulentas ou atenuadas) para coccídios em aves, contudo, foram eficientes em estimular a imunidade protetora. No entanto, dependem do repovoamento de oocistos através das fezes na cama para desenvolver uma imunidade robusta. Para os nematóides, em alguns casos (*Haemonchus*, *Ostertagia*) podem ter um mercado como vacinas monovalentes, seja na Austrália, África do Sul e Reino Unido. Uma lacuna ou *gap*, não possuem imunidade cruzada entre os endoparasitas, bem como, na prevenção e controle, não há diferenciação de animais vacinados e infectados, chamados DIVA (*Differentiation of infected from vaccinated*).

Quanto aos produtos farmacêuticos apropriados para coccídios, há necessidade de prevenção e controle com anticoccidianos, porém, nem sempre há disponibilidade e há um baixo potencial para o mercado Europeu. Já para os nematóides, sim, haveria uma necessidade real, entretanto, os parasitas têm tido resistências aos anti-helmínticos, assim, não são totalmente eficazes, embora, tenham potencial para o mercado externo.

Esta abordagem por comparação, foi concebida para ajudar os profissionais, entidades ou estruturas de governos na priorização de riscos, tomada de decisões e na melhoria dos sistemas de controle de doenças a nível regional (Scali, 2014), ou mesmo, utilizar-se-à em ecossistemas onde a capivara seja residente.

Em síntese, os critérios de pontuação por especialistas na ferramenta, apontam que há impactos diversos na ‘saúde única’, tanto, na permanência de parasitas na área ambiental, efeitos negativos à sanidade animal e BEA (significando um aumento de custos ao criador), mesmo com baixo risco à saúde pública pelas ocorrências de coccídios e/ou nematóides próximas às propriedades rurais (figura 3). Assim, assevera-se o papel das capivaras como reservatório de endoparasitas em ecossistemas quentes, úmidos e propenso a alagamento, principalmente, em ambientes densamente povoados e com coabitação entre espécies domésticas, silvestres ou exóticas como em zoológicos ou conservacionista.

Figura 3 - Diagrama que mostra o impacto de endoparasitas em 6 critérios de pontuação por especialistas da CE, à saúde humana é visto em lilás, onde observa-se que é maior para os nematóides do que para os coccídios, como resultado em modelos de priorização.



Fonte: DISCONTOOLS, 2023

De tal modo, observou-se a ferramenta pelo site (*on line*), que a pontuação final ponderada para os nematóides foi de 270,72, e para os coccídeos 260,60. Com esses dados, acredita-se que foram relevantes as prioridades aos nematóides, seja pela alta prevalência quanto a resistencia aos anti-helmínticos, seja pela diversidade de hospedeiros e endoparasitas, baixa defesa imunológica e ausências de vacinas eficazes para melhorar o controle.

O resultado mais importante foi a identificação das principais necessidades de investigação por cada doença reprodutiva ou parasitismo em nosso estudo. Asseverando os dados de Enetwild-Consortium *et al.* (2022) que as classificações e as necessidades de pesquisas ecoepidemiológicas, são fornecidas em um website público (DISCONTOOLS), que estão sendo atualizado por especialistas. Já segundo Charlier *et al.*, 2022, o aumento de investigação sobre a ‘saúde única’, é um pré-requisito para abordar questões globais sobre epidemias e pandemias.

Portanto, no estado do Maranhão, foram identificadas as relevâncias das doenças sobre os impactos socioeconômicos com repercussão à saúde pública, bem-estar animal e pelos instrumentos de controle, assim como, foi demonstrado em outros estudos, por exemplo, na Itália (Zecconi *et al.*, 2019). Segundo McIntyre *et al.*, 2014, estas priorizações de doenças ou patógenos auxiliam na compreensão dos impactos dos agentes infecciosos na vigilância, mitigação de risco e no trabalho de biossegurança, o que deve ser relevantes na biovigilância periódica das capivaras pelo ecossistemas de convívio entre espécies.

6.1.5. Conclusão

Ao comparar os impactos na ‘saúde única’ entre as doenças reprodutivas neste estudo através da plataforma DISCONTTOOLS, a ‘brucelose’ foi classificada como a mais importante e com maior prioridade na atenção veterinária, e para as endoparasitoses, especialmente os ‘nematóides’, demonstraram que necessitam de melhorias em inovações no diagnóstico, estudos sobre resistência parasitária, bem como, o desenvolvimento de novas vacinas.

6.1.6. Referências

BESSELL, Paul R. et al. A tool for prioritizing livestock disease threats to Scotland. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 7, p. 223, 2020.

CHARLIER J, Barkema H.W. DISCONTTOOLS supplement: Current research gaps for advancing control of infectious diseases in production animals. *Transbound Emerg Dis*. 2018 May;65 Suppl 1:5-8. doi: 10.1111/tbed.12878. PMID: 29878664.

CHARLIER J, Barkema HW, Becher P, De Benedictis P, Hansson I, Hennig-Pauka I, La Ragione R, Larsen L.E., Madoroba E, Maes D, Marín C.M., Mutinelli F., Nisbet A.J., Podgórska K, Vercruysse J, Vitale F, Williams D.J.L., Zadoks R.N. Disease control tools to secure animal and public health in a densely populated world. **Lancet Planet Health**. 2022 Oct;6(10):e812-e824. doi: 10.1016/S2542-5196(22)00147-4.

DISCONTTOOLS PROJECT MANAGER. **How to use the database. 2023**. Disponível em <https://www.discontools.eu/database.html>

DISCONTTOOLS PROJECT MANAGER. **How to use the database. 2023**. Disponível em <https://www.discontools.eu/database.html?rid=9433&v=html>

ENETWILD-CONSORTIUM et al. Literature review on disease ranking tools, their characterisation, and recommendations for the method to be used by EFSA. **EFSA Supporting Publications**, v. 19, n. 9, p. 7578E, 2022.

GIBBENS, J. C. et al. D2R2: an evidence-based decision support tool to aid prioritisation of animal health issues for government funding. **Veterinary Record**, v. 179, n. 21, p. 547-547, 2016.

GORIS, Marga. **Disease in focus: Leptospirosis**. DISCONTTOOLS Project Management Board meeting. DISCONTTOOLS. 30 April 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agropecuária do Maranhão**. 2022. disponível em <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/ma>

MCINTYRE, K. Marie et al. A quantitative prioritisation of human and domestic animal pathogens in Europe. **PloS one**, v. 9, n. 8, p. e103529, 2014.

MORIYÓN, I. Alcalá, CMM.. Garin-Bastuji, B., et al. Brucellosis (gap analysis scoring for cattle brucellosis). **DISCONTTOOLS Project Management**. 21/06/2018. Disponível em <https://www.discontools.eu/database/42-brucellosis.html>

NUGEO. Núcleo Geoambiental da Universidade Estadual do Maranhão. **Bacias hidrográficas maranhenses**. 2024. disponível em https://www.nugeo.uema.br/?page_id=255

O' BRIEN D. DISCONTTOOLS. **Project title: Development of the most effective tools to control infectious animal diseases**. 2013. 35p. disponível em <https://cordis.europa.eu/docs/results/211316/final1-discontools-project-final-report-20131014.pdf>

O'BRIEN, Declan et al. DISCONTTOOLS: a database to identify research gaps on vaccines, pharmaceuticals and diagnostics for the control of infectious diseases of animals. **BMC veterinary research**, v. 13, p. 1-10, 2016.

SCALI, Federico. **A Scoring Model For Risk Characterisation And Setting Priorities In Veterinary Public Health**. 2014. Università Degli Studi di Milano.113p.

OMSA - ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE SANIDAD ANIMAL. **Marco para la salud de la vida silvestre**. 2023. Disponível em <https://www.woah.org/es/documento/marco-para-lasanidad-de-la-fauna-silvestre/>

ZECONI, Alfonso et al. Risk prioritization as a tool to guide veterinary public health activities at the regional level in Italy. La prioritizzazione del rischio come strumento per la sanità pubblica veterinaria a livello regionale. **Veterinaria Italiana**, v. 55, n. 2, p. 113-121, 2019.

CAPÍTULO VII

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer do estudo observou-se que as ocorrências de *Orthopoxvirus* em animais no Brasil mostrou-se que filogeneticamente existem 02 (dois) clados de *Vaccinia virus* brasileiros (Grupo 1 e 2) ambos com vários reservatórios animais (silvestres e domésticos). As capivaras sem sinais clínicos podem ter baixíssimo impacto na dispersão do vírus, a outros animais domésticos, silvestres ou ao próprio homem, exceção em área de um surto. Por consequência, o estudo com poxvírus também nos mostrou falhas de manejo e biossegurança, assim recomenda-se implementar medidas de biossegurança e boas práticas de produção nas propriedades rurais.

Ponderando as bacterioses em estudo, os sorovares prevalentes de *Leptospira* spp. nas capivaras tiveram altas titulações na área amazônica, e em particular na propriedade em Santa Inês, que teve problemas reprodutivos em equídeos e bovinos durante as coletas, já quanto a *Brucelose* e *Febre Q*, para fins de ‘*Uma só saúde*’, ressalta-se que deve haver melhora na biovigilância com novos monitoramento, entretanto, é necessário educar melhor as fontes de informação, bem como, é necessário estabelecer medidas para prevenir o contacto com animais selvagens, como as melhorias na manutenção ou construção de cercas reforçadas e capivarodutos. Necessita-se implementar outras medidas de biossegurança, como combater pequenos roedores nas propriedades, não compartilhar alimentos com animais silvestres, prover águas de boa qualidade, como também, deve-se evitar desmatamentos, controlar infestações de moscas, piolhos e carrapatos.

Observando os endoparasitos encontrados no Maranhão, considerou-se a capivara como mantenedoras e disseminadoras até de forma acidental, das superfamílias trichostrongyloidea e Trichuroidea (*Capillaria* sp.), da família Strongyloidae (*Strongyloides* sp.), e os oocistos de *Eimeria* sp., assim, novos estudos devam ser produzidos, com especificações de gêneros e espécies de parasitos num comparativo coproparasitológico de espécies animais em coabitação, num mesmo período e espaço físico.

Ao comparar as três doenças reprodutivas utilizadas por scores apresentada na plataforma DISCONTTOOLS, os especialistas classificam a *Brucelose* como a zoonose mais importante, e entre os endoparasitas, os nematóides foram apontados quanto a necessidade de melhoria no diagnóstico em novas pesquisas de antiparasitários,

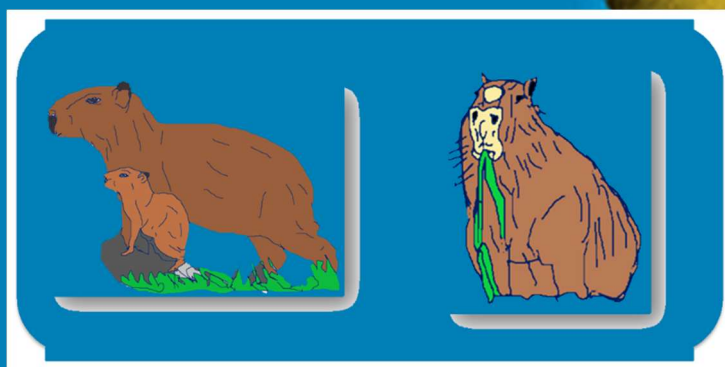
tratamentos específicos e novas vacinas. Como abordagens futuras, pode-se utilizar ferramenta para oferecer direcionamento no controle e/ou priorização de enfermidades dos animais no Maranhão. Desta forma, um estudo observacional (*projeto piloto*) com a opinião de 10 especialistas do próprio estado do Maranhão para formentar ações específicas de vigilância em zoonoses seria de grande importância, visto que estima-se as zoonoses prioritárias, assim, dar suporte à decisão por *score*, de acordo com a classificação de dados da avaliação de risco, por vários espectros, prevalecendo o modelo científico, quantitativo e qualitativo, com a colaboração de médicos veterinários com 10 anos de experiência, de tal modo, poderiam ser três peritos em zoonoses da academia, um veterinário do serviço veterinário federal, dois veterinários da agência estadual da defesa sanitária, dois veterinários do centro de controle de zoonose e dois da iniciativa privada com experiência em zoonoses. Por conseguinte, discutiriam e pontuavam sobre as enfermidades a serem priorizadas pela atenção veterinária estatal dentro de um elo interinstitucional.

Este estudo releva as capivaras como bioindicador de enfermidades de interesse veterinário, propondo reflexões sobre direcionamentos à '*saúde única*'. Portanto, sugerimos monitoramentos, realizados com ajudas de tecnologias não invasivas como câmeras traps, drones, coletas de excretas, deste modo, diminuindo a necessidade de menos intervenção na apanha, ou mesmo, caso necessário, usar tecnologias de colares GPS para geolocalização, e edição de novos estudos de dispersão de microorganismos e possíveis cenários de disseminação em km, assim como, promovam suportes e auxílios nos calendários de vermifugação e vacinação definidos pela ocorrência de doenças na região. Igualmente, baixando custos por perdas nas explorações pecuárias.

Com o monitoramento contínuo da espécie pode-se impulsionar as detecções precoces de enfermidades, em áreas e/ou propriedades de maior risco pela coabitação, auxiliando na adoção de medidas sanitárias preventivas, viabilizando a '*saúde única*'.

APÊNDICES - MATERIAL DIDÁTICO ELABORADO
CAPIVARAS NO MARANHÃO: GUIA ORIENTATIVO PARA FINS
EDUCATIVOS, DE PRESERVAÇÃO OU CONTROLE

CAPIVARAS NO MARANHÃO:
*GUIA ORIENTATIVO PARA
FINS EDUCATIVOS,
DE PRESERVAÇÃO OU CONTROLE*



*Roberto Carlos Negreiros de Arruda, Helder de Moraes Pereira,
Viviane Correia Silva Coimbra, Hamilton Pereira Santos,
Francisco Borges Costa & Hermes Ribeiro Luz*

Arruda, Roberto Carlos Negreiros de

Capivaras no Maranhão: Guia orientativo para fins educativos, de preservação ou controle / Roberto Carlos Negreiros de Arruda, Helder de Moraes Pereira, Viviane Correia Silva Coimbra, Hamilton Pereira Santos, Francisco Borges Costa & Hermes Ribeiro Luz- São Luís: [s.n], 2023.

15 p.

O material informativo é produto do Curso de Doutorado Profissional em Defesa Sanitária Animal, da Universidade Estadual do Maranhão.

1.*Hydrochoerus hydrochaeris*. 2.Saúde animal. 3.Animais silvestres. 4.Animais domésticos. I.Pereira, Helder de Moraes II.Coimbra, Viviane Correia Silva III.Santos, Hamilton Pereira IV.Costa, Francisco Borges V. Hermes Ribeiro Luz VI.Título.

ISBN nº 978-65-01-03762-2

Sumário

<i><u>APRESENTAÇÃO</u></i>	<i><u>..... 4</u></i>
<i><u>CARACTERÍSTICAS</u></i>	<i><u>..... 5</u></i>
<i><u>HABITAT E COMPORTAMENTO</u></i>	<i><u>..... 5</u></i>
<i><u>REPRODUÇÃO</u></i>	<i><u>..... 7</u></i>
<i><u>ENFERMIDADES</u></i>	<i><u>..... 8</u></i>
<i><u>CONTROLE ECOLÓGICO</u></i>	<i><u>..... 9</u></i>
<i><u>MANEJO DE CAPIVARAS EM CATIVEIRO</u></i>	<i><u>..... 10</u></i>
<i><u>CONSIDERAÇÕES FINAIS</u></i>	<i><u>..... 12</u></i>
<i><u>REFERÊNCIAS</u></i>	<i><u>..... 12</u></i>

Apresentação

A obra “Capivaras no Maranhão: Guia orientativo para fins educativos, de preservação ou controle” tem como foco principal descrever características comportamentais e enfermidades das capivaras, como forma de compreender e preservar esse maravilhoso animal. As capivaras são os maiores roedores do mundo e pelo hábito natural de permanecer em corpos hídricos (represas, açudes, lagos, lagoas, rios e riachos), recebeu o nome no gênero *Hydrochoerus*, que é uma referência a um porco d’água. São da genealogia de outros roedores americanos, como preá, mocó, paca, cutia, entre outros da família Caviidae. Em tupi-guarani “*kapibara*” significa “*comedor de capim*”, esses animais residem em áreas alagadas ou áreas firmes com aguadas, no Brasil, só não habitam o bioma caatinga.

Semiaquáticas, apresentam membranas entre os dedos dos membros dianteiros e traseiros que facilitam a natação, normalmente, convivem bem com animais domésticos nas propriedades, com os animais selvagens no meio rural ou em ambiente silvestre. Tendem a ser dóceis, mas, em áreas próximas ao ambiente urbano, se sentirem acuadas, podem atacar humanos, cães, ou outros pets. Em vida livre na natureza podem viver até doze anos.

O seu ambiente natural está se degradando, e estão se aproximando do convívio humano. Normalmente em seus deslocamentos, mudam constantemente à procura de locais com água e alimentação (em média de 3 a 5 km nesta dispersão). Porém, no geral são poucos exigentes e seus rebanhos estão crescendo próximos aos ambientes aquáticos em vários municípios do Estado. Seus predadores no Maranhão, estão desaparecendo, antes eram facilmente encontrados, onças, jacarés e sucuris. Utilizam corpos d’água para se protegerem de ataques carnívoros e do homem e conseguem ficar sob a água por mais de 05 minutos. A água em abundância ajuda na perda de calor, na reprodução e evita contato com predadores.

A espécie vive em sociedade fechada, com um macho dominante, um grupo de fêmeas e filhotes, assim, são por volta de 20 a 30 animais, contudo, podem ser encontrados em grupos menores ou maiores. Os machos lutam por territórios, fêmeas, e os machos subalternos que não são expulsos do bando, permanecem, e ajudam na vigilância promovendo um estalido ou latido de alerta frente aos perigos detectados. Com alta competência reprodutiva pela fecundidade e fertilidade, tem um alto potencial de ter duas gestações ao ano, com média de 4 filhotes por parto, e boa taxa de sobrevivência das crias.

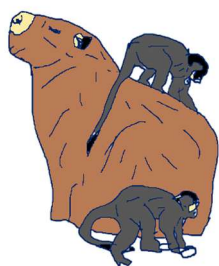
Por vezes, encontra-se esses animais comendo as suas próprias fezes, o que é comum nos coelhos, lebre e outros roedores, ou seja, uma forma natural e adaptada de efetuar a digestão de fibras e nutrientes que seriam eliminadas, mas, poderia ser favorável também na manutenção de alguns tipos de infecções e/ou parasitismo interno.

Por fim, esta obra se destina a estudantes e profissionais de carreiras ambientais e de ciências agrárias, como mais uma fonte bibliográfica de consulta sobre o tema.

Capivaras

(Hydrochoerus hydrochaeris ou porco-d'água)

CARACTERÍSTICAS



São mamíferos e herbívoros rústicos, gregários de vida livre, e representam o maior roedor conhecido no mundo, em tupi-guarani "*kapibara*" significa "*comedor de capim*". As fêmeas pesam em média 50 kg e os machos 60 kg. Dependendo do ambiente que estão, medem de 1,0 a 1,30 m de comprimento, por 0,50 a 0,60 m de altura, entretanto, já foram relatados espécimes com mais de 100 kg de peso vivo (kg/PV) em ambientes antropizados. Já ao nascer o filhote pesa aproximadamente 2 kg, já o desmame acontece entre 8 a 12 semanas de 5 a 15 kg/PV.

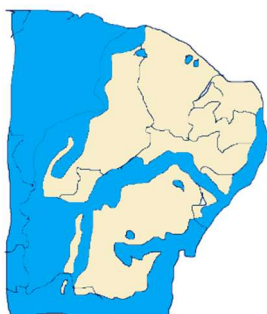
São animais semiaquáticos, com quatro (04) dígitos nos membros dianteiros e três (03) nos traseiros. Os espaços interdigitais são unidos por uma membrana que facilita a natação, grandes e longos mergulhos.

Com a curvatura da coluna vertebral, o corpo tem a forma mais arredondada. Os membros são curtos em relação ao corpo. A cabeça é grande e o focinho largo, com o pescoço volumoso e curto. A pelagem varia de castanho-avermelhada a cinzenta, e suas genitálias estão escondidas (protegidas) em um saco anal e não possuem cauda.

O lábio superior tem fendas parecidas com as dos coelhos, os olhos são grandes e desenvolvidos para visão noturna. Quando estão nadando equilibram a cabeça acima d'água, e pela posição dos olhos, orelhas e narinas facilitam a observação e visão ao ambiente externo na natação. Os dentes incisivos dos adultos chegam de 5 a 7 cm, e precisam ser gastos no dia a dia, ou quebrados espontaneamente, se o desgaste natural não ocorresse poderia causar ferimentos na boca dos animais.

HABITAT E COMPORTAMENTO

Vivem em grupos com um macho alfa (dominante), múltiplas fêmeas, indivíduos jovens e machos beta (subalternos). O macho alfa é significativamente mais pesado do que os subordinados, de tal forma, a preservar a espécie, os machos, betas ou satélites, não são expulsos do grupo e servem para alertar os perigos com chamados de alta frequência, como um latido. Na comunicação usam também assobios, cacarejos, bater de dentes e estalidos.



Nativas do continente americano, são animais que vivem até 12 anos às margens de rios, açudes e lagos em grupos familiares, e utilizam a água para todas as atividades vitais, como reprodução e de proteção, podem ser encontradas da América do Sul a Central, mais especificamente, do Norte da Argentina ao Panamá, de preferência em áreas com abundância de água. Não são vistas nas áreas áridas do Brasil, como a caatinga nordestina e na América do Sul, está ausente no Chile.

Devido às evoluções em ambiente aquático e em seu sistema digestivo de um herbívoro, a capivara consome especialmente as gramíneas, porém desfruta de pastagens adjuntas às águas em ambientes naturais. Habitam também cerrados, matas, manguezais, florestas úmidas e secas, e se a alimentação fica limitada, promovem deslocamentos de 3 a 5 km entre áreas. Nas trilhas ou carreiros encontram-se fezes em forma de sílabas ou bolotas e pegadas, devido ao deslocamento quase sempre em fila indiana.

Utilizam a água como abrigo de carnívoros predadores, pois conseguem ficar mergulhadas por mais de 05 (cinco) minutos. Com os desmatamentos e as plantações, alguns de seus predadores (onças, jacarés, cobras, ou carnívoros silvestres) estão diminuindo, exceção ao homem como caçador.

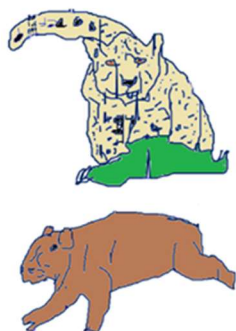
Em áreas onde há grande densidade de indivíduos, elas podem competir com os rebanhos pelas forragens, ou mesmo, invadir e destruir plantações, além de deteriorar a qualidade da água de provimento aos animais domésticos, ou mesmo tornando-se sinantrópica.

Deve-se considerar também, as amplas consequências negativas da degradação de seu habitat, pois, para a sua permanência em ambientes naturais, necessita-se de uma agricultura favorável com a preservação dos biomas. Assim, é importante a conservação das capivaras em ambiente natural e evitar convívios

com humanos e disseminação de doenças.

Observou-se que os animais se movimentam pelos rios e aguadas pelo interior do Maranhão, conforme a disponibilidade de alimentação. Assim, alternando a sua localização no decorrer do ano ou ciclos climáticos secos ou chuvosos.

Um ato singular das capivaras é comer as fezes moles, que consiste na ingestão de um tipo específico de excremento produzido no ceco (cecotrofos) extraído do final do reto, tem sido muito observada em coelhos e lebres, que são da família dos lagomorfos, mas, também ocorre em outros roedores. As diferenças entre estas duas famílias, é que os lagomorfos possuem 02 pares de dentes incisivos superiores e 01 par de dentes incisivos inferiores (06 dentes), já os roedores possuem 04 dentes incisivos.



A capivara tem uma boa fertilidade e fecundidade, e no Estado do Maranhão, o número de indivíduos vem aumentando, pois, temos poucos predadores naturais na cadeia alimentar, e boas condições de pastagens no período chuvoso, assim, naturalmente, ocorrem interações com animais domésticos e silvestres, como também no período seco, há escassez de pastagens e alimentos trazendo proximidade entre as várias espécies num mesmo ambiente.

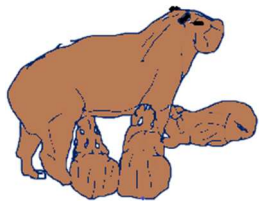
REPRODUÇÃO

A capivara é um dos herbívoros com maior fertilidade e fecundidade. O macho adulto é caracterizado por uma protuberância glandular na parte superior do focinho, que tem forma oval e é desprovida de pêlos, e que na verdade são constituídas por um aglomerado de glândulas sebáceas que expõem feromônios. Os machos atingem a maturidade sexual acima dos 12 meses, pesando em média 30 a 40 kg.

Uma prega cutânea recobre os órgãos genitais e o ânus, dando um aspecto de cloaca no animal, assim, os testículos não ficam numa bolsa escrotal, e só podem ser apalpados pelo abdômen.

As Fêmeas em período reprodutivo possuem seis pares de tetas e tendem a reproduzir durante o ano todo. Estão sexualmente ativas e férteis de 01 (um) até os 07 (sete) anos de idade, bem como, estas fêmeas são mais gregárias.

Os Machos betas, vez por outra, formam outros subgrupos com fêmeas e por vezes seguem em outras direções em buscas de pastagens e oportunidade de reproduzir-se. As cópulas ocorrem principalmente na água, e em terra ocasionalmente. O macho é capaz de realizar até 10 montas em uma hora (o cio dura menos de 24h).



O tempo de gestação da fêmea é de aproximadamente 150 dias, e o número de crias variam de 1 a 8 filhotes. Podem ocorrer até dois (02) partos por ano, com pelo uma média de 4 filhotes por parto e uma alta taxa de crias são desmamadas.

O período de nascimentos pode ocorrer nos meses chuvosos em algumas áreas e ao nascer, os filhotes pesam em torno de 2 kg. A mortalidade em adultos giram abaixo de 1% em condições normais, a predação e mortalidades são maiores nos infantes, ou seja, por volta de 15%.

O comportamento de alimentar crias que não são suas, favorecem a sincronização de ciclos reprodutivos das fêmeas, e na natureza, procuram matas para terem uma parição mais tranquila.

ENFERMIDADES

As capivaras têm sido caçadas para o consumo da carne vermelha e gordura com baixo nível de colesterol, e para a comercialização do couro. Têm-se evidências que desde a época pré-colombiana (antes da chegada dos europeus), faziam parte essencial da dieta das comunidades indígenas. Portanto, considera-se a convivência com humanos e o consumo de carne, importantes sob o ponto de vista da saúde pública, bem como, são importantes também pela coexistência à sanidade dos animais.

As capivaras apresentam infestações por carrapatos do gênero *Amblyomma* (*A. dubitatum*, *A. aureolatum*, *A. ovale* e *Amblyomma sculptum*) e, este último, é o principal vetor e reservatório da bactéria *Rickettsia rickettsii*, causadora da Febre Maculosa Brasileira (FMB) na região sudeste do Brasil, entretanto, no Estado do Maranhão não foi confirmada esta enfermidade ainda, assim como, o *Amblyomma cajennense* (sensu stricto) é a principal espécie parasitando as capivaras, mas, não tem sido associada com a FMB.



A Febre Q já foi apontada na Guiana Francesa, assim realizou-se uma

pesquisa em nosso Estado, pelas fezes frescas de alguns indivíduos, mas, pela técnica molecular de PCR, não se encontrou o agente dessa enfermidade, a bactéria *Coxiella burnetti*.

Nos anos 2014 e 2020, demonstrou-se que capivaras apresentaram anticorpos contra *Orthopoxvirus*, assim, poderiam ser o elo entre o ambiente selvagem e urbano, na manutenção viral da varíola animal e bovina. No Maranhão, através de exames de PCR em fezes e sangue, não foi detectada ainda.

Em Anchieta/SP em 2020, 03 (três) capivaras foram mortas pelo vírus da raiva transmitida pelo morcego, *Desmodus rotundus*, a dita ‘raiva desmodina’, em decorrência, da mortandade de animais domésticos e retirada dos outros herbívoros da área.

Relato de morte súbita, estresse em cativeiro, e septicemia por *Salmonella* sp, já ocorreu em Botucatu/SP, bem como, em áreas urbanas e rurais no Oeste da Amazônia.

As capivaras foram apontadas como reservatórios de *Leptospira* spp em Pernambuco, assim como, no Maranhão também no ano de 2021.

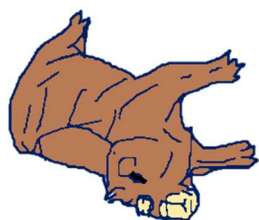
A primeira descrição da brucelose em capivaras foi realizada na Argentina, o qual teria isolado a *Brucella melitensis*. No Maranhão, anticorpos contra *Brucella abortus* não foram encontrados em capivaras.

Há muito tempo duas capivaras, importadas para um jardim zoológico na Alemanha, após apresentarem tosse e perda de peso, foram diagnosticadas com tuberculose, sendo isolado o *Mycobacterium bovis*.

Em capivaras de vida livre em São Paulo, já isolou-se nas fezes, bactérias como *Escherichia coli* 19, e nas análises coproparasitológica revelou-se ainda, parasitas como o *Protozoophaga* sp., *Strongyloides* sp, *Viannella* spp, e ovos e larvas de Ancilostomídeos.

No Estado do Maranhão têm sido detectados parasitas intestinais da Superfamília Trichostrongyloidea, Trichuroidea, (ovos de *Capillaria* sp.) e família Strongyloididae (ovos de *Strongyloides* sp.), e protozoários (*Eimeria* sp.), observou-se também, o carrapato-estrela (*Amblyomma cajennense sensu stricto*) em ambiente amazônico.

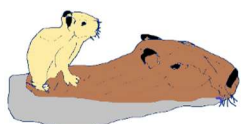
Há relatos de *Fasciola hepática* no RS, SC, SP e MG, surtos causando alta



de mortalidade em capivaras, porém, não há relatos em território maranhense.

Já encontrou-se o *Trypanosoma* sp, em capivaras de vida livre no DF, assim, indicando que poderiam participar como vetores de espécies de tripanossomatídeos.

CONTROLE ECOLÓGICO



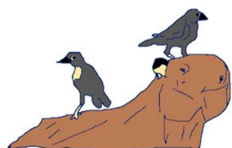
O controle pode ser realizado pelo potencial de risco econômico aos animais de criação, ou mesmo, pode ser uma espécie sinantrópica, em razão da saúde pública, principalmente, pela *R. rickettsii* e ocorrência da FMB.

O controle ecológico acontece ao contrário do controle reprodutivo cirúrgico, seja ele realizado pela vasectomia (deferentectomia) ou ligadura de trompas (tubária), é o controle ecológico recomendado pela ESALQ/USP, que determinam mapeamentos das trilhas das capivaras através de pegadas, fezes e a presença de carrapatos-estrela.

Áreas com cultura ou pastos, devem ser cercadas com alambrados (telas de 1,70 m e malhas de 2,5 polegadas) e linhas de passagens tubulares subterrâneas (capivarodutos), para a separação de ambientes silvestres com aguadas, de tal forma a evitar o contato ou convívio com pessoas e/ou animais domésticos, ou mesmo, atropelamentos.

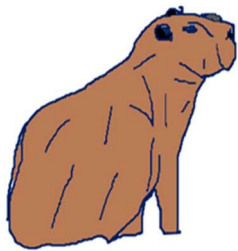
As cercas elétricas não letais podem ser utilizadas em 3 fios ou mais, evitando-se o contato com matas ou vegetais, pois roubam corrente.

MANEJO DE CAPIVARAS EM CATIVEIRO



Segundo Nogueira Filho (2023) e Cleber Alho (1986), pode-se contribuir para a conservação, preservação ou controle da espécie, tratando-as em sistema intensivo em pequenas propriedades de forma sustentável, para fins de produção de couro e carne com baixo teor de gordura, alcançando bons preços de mercado numa demanda de consumidores específicos e mais capitalizados.

Nogueira Filho (2023) recomenda que no manejo intensivo dar-se-à preferência por grupos familiares, e dá exemplo, de uso de 01 macho para 08 fêmeas, numa área de 350 a 400 m², com boa aguada em tanque que pode ter 20 m² (4 x 5 m), ou que se aproveite uma lagoa, poça ou lago já existente na propriedade.



As coberturas de telhas ou palhas devem ter até 1,5 m de altura numa área de pelo menos 40 m² de comprimento, ou mesmo, que se tenha à disposição abrigos de árvores ou arbustos para descanso.

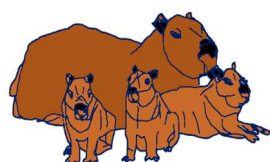
Recomendações da EMBRAPA em criação semi-extensivas onde a densidade pode chegar a 5 capivaras por hectare, que se tenha a presença de açudes ou lagoas, com oferta de pastagem sem competição com bovinos e equinos, tendo ainda, uma mancha de mata para repouso e parição. Geralmente, consideram propriedades de 10 a 50 ha de extensão, ou seja, sítios ou chácaras.

As capivaras alimentam-se de plantas aquáticas, capineiras como o capim elefante e pastejam gramíneas, adaptando-se também, com restos de culturas e grãos, ou subprodutos do arroz, feijão, soja, milho, milheto e cana. Na Venezuela animais em cativeiro alimentavam-se de ração para suínos com 15% de proteína bruta.

As capivaras consomem em média 40 l/animal/dia, daí o cuidado com água de boa qualidade em bebedouro com bóia, já os alimentos devem estar em mais de um comedouro, na proporção de 500 g por fêmeas em gestação e 200 a 300 g/dia para as outras categorias, lembrar, que ao iniciar o tratamento deve-se fazer uma adaptação de 15 dias, com metade da oferta final.

No Brasil, o pesquisador da EMBRAPA Pinheiro (2007) cita o regime intensivo, fêmeas sexualmente maduras por volta de 10 a 12 meses, produziu 3 a 4 crias/parto, e tem peso ao nascer acima de 2 kg, e citou também que a mortalidade até a desmama girava em torno de 30,0 % e até um ano 15,0 %. Os animais eram abatidos com 30 kg aos 12 meses, com rendimento de carcaça de 50 a 60%.

Ao se considerar projetos para criação, o ideal é separação por categorias, ou grupo de 1 macho para 5 a 8 fêmeas separadas por piquetes, em outras áreas, deve-se calcular 20 m²/animal até a terminação em um ano.



Recomenda-se cercas com tela de arame (fio 12 com 1 m de altura) e malha 2,5” e arame liso até 1,5 m de altura para contenção dos animais. Esses animais são muito fortes. Há necessidade de ter uma outra área para fazer quarentenas de animais doentes ou recém-chegados de 50 a 100 m², ou mesmo, piquetes para parição com 10 m².

Os desmamados de 02 até 03 meses, podem ser alojados em currais de 25



m², e lá devem permanecer até atingirem o peso de abate por volta de 30 Kg.

Segundo Cleber Alho, pesquisador da EMBRAPA (1986), o *Trypanosoma evansi* podem causar entraves ao sistema de criação em cativeiro e aconselham a semestralmente fazer um tratamento anti-helmíntico polivalente, como os utilizados para bovinos e equídeos, seja por via oral com aplicador de bovinos, em sal mineral ou alimento de acordo com o seu peso vivo, já a ivermectina a 1% por via subcutânea para verminoses, carrapatos e/ou sarna. Recomenda-se verificar diariamente os casos de míases e casos de coccidiose (ou eimeriose) que são comuns.

No Acre no geral aconselha-se 06 vermifugações ao ano, sendo de 02 em 02 meses para os adultos, as crias 01 semana após o nascimento e uma repetição um mês depois. Utilizando por via oral oxfendazole como princípio ativo, e cloridrato de Levamisol de forma injetável.

Ter biosseguridade na criação é investimento em saúde, mantendo-se os locais de criação sempre limpos, com remoção de dejetos, e os equipamentos, roupas limpas e calçados desinfetados, bem como, recomenda-se evitar contato com ratos, moscas, aves ou animais domésticos (ou mesmo selvagens), mantendo-se controle de acesso de pessoas e veículos em fichas, pois, podem trazer microrganismos de outras áreas, em outra linha de pensamento, nos proporciona rastreabilidade de origem.

Como espécie de interesse econômico, existem materiais em literatura científica e adequações de procedimentos em atenção à legislação ambiental.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, entende-se que levantamentos, avaliações e monitoramentos de enfermidades em capivaras, devam ser realizados com constância para avaliar a possibilidade de disseminação de enfermidades ou parasitas aos animais, ou mesmo, zoonoses às pessoas.



Os estudos precisam trazer soluções e equilíbrio de criação em cativeiro ou em ambiente natural para que se promova criações controladas ou harmônicas entre capivaras, animais e humanos.

As pesquisas podem ser realizadas em ambientes silvestres com auxílio de câmeras traps, drones e/ou uso de colares GPS.

Animais mortos em acidentes com veículos, podem ser uma ferramenta de avaliação das condições de saúde da espécie, num determinado período e área de convivência com outras espécies.

REFERÊNCIAS

ALHO, CIR. Criação e manejo de capivaras em pequenas propriedades rurais. - Brasília: EMBRAPA-DDT, (EMBRAPA-DPP. Documentos,13) 1986. 48p.

ALMEIDA, AR. Biondi, D. Área de uso de *Hydrochoerus hydrochaeris* L. Cienc. anim. bras., Goiânia, v.15, n.3, p. 369-376, jul./set. 2014.

ALVES, RO. 2009. Criação, abate e comercialização de animais silvestres. Monografia de conclusão de curso de especialização em vigilância sanitária e controle da qualidade de alimentos. Universidade Castelo Branco. Brasília, DF.

ANTONUCCI, AM e Ribeiro, TS. Criação comercial de capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) no Brasil. Revisão bibliográfica. Arch. Zootec. 63(R): 189-198. 2014. Arch. Zootec. 63(R): 189-198. 2014.

ANTUNES, JMAP. Borges, IA. Trindade, GS. Kroon, EG. Cruvinel, TMA. Peres, MG. Megid, J. Exposure of free-ranging capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) to the vaccinia virus. Transbound Emerg Dis. 2020;67:481–485.

CHIACCHIO, Rosely Gioia Martins Di. Avaliação sanitária de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) de vida livre presentes na região da Cantareira - zona norte de São Paulo. 2012. Dissertação (Mestrado em Patologia Experimental e Comparada) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP, São Paulo, 2012.

COSTA, FB. Gerardi, M. Binder, LC. Benatti, HR. Serpa, MCA. Lopes, B. Luz, HR. Ferraz, KMPMB. Labruna, MB. *Rickettsia rickettsii* (Rickettsiales: Rickettsiaceae) Infecting *Amblyomma sculptum* (Acari: Ixodidae) Ticks and Capybaras in a Brazilian Spotted Fever-Endemic Area of Brazil. Journal of Medical Entomology, 2019, Vol. 00, No. XX. doi: 10.1093/jme/tjz141

COSTA, D.S.; Paula, T.A.R.; Fonseca, C.C. e Neves, M.T.D. 2002. Reprodução de Capivaras. Arq Ciên Vet Zool UNIPAR, 5: 111-118.

CREED, JC. Capybara (*Hydrochaeris hydrochaeris* Rodentia: Hydrochaeridae): A Mammalian Seagrass Herbivore. Estuaries Vol. 27, No. 2, p. 197–200 April 2004.

DE MELO EVANGELISTA, Luanna Soares et al. Amblyomma spp. e a relação com a febre maculosa brasileira. Veterinária e Zootecnia, v. 28, p. 1-15, 2021.

DIAS TC, Stabach JA, Huang Q, Labruna MB, Leimgruber P, Ferraz KMPMB, et al. (2020). Habitat selection in natural and human-modified landscapes by capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*), an important host for Amblyomma sculptum ticks. PLoS ONE 15(8): e0229277. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229277>

GONZÁLEZ-Jiménez, E. 1995. El capibara. Estado actual de su producción. FAO. Roma. Serie Estudio Producción y Sanidad Animal, 122. 112 pp.

FARIKOSKI, IO., Medeiros, LS., Carvalho, YK., Ashford, DA., Figueiredo, EES., Fernandes, DVGS., Silva, PJB., & Ribeiro, VMF. (2019). The urban and rural capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) as reservoir of Salmonella in the western Amazon, Brazil. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 39(1), 66-69.

FELIX, G.A. 2012. Comportamento alimentar e qualidade de carne de capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris* Linnaeus, 1766) de vida livre, em áreas agrícolas. Dissertação de Mestrado (Zootecnia). Universidade Federal da Grande Dourados.

- FORERO-MONTAÑA, J. Betancur, J. Cavelier, J. Hydrochaeris (Rodentia: Hydrochaeridae) en Caño Limón, Arauca, Colombia. Article in Revista de biología tropical · July 2003.
- GONÇALVES, F. Magioli, M. Bovendorp, R. S. Ferraz, K. M. P. M. B. Bulascoschi, L. et al. Moreira, MZ. Galetti, M. Prey Choice of common vampire bat (*Desmodus rotundus*) on an Atlantic Forest land-bridge island. Acta Chiropterologica, 22(1): 167–174, 2020.
- HERREIRA, EA. Macdonald, DW. Aggression, dominance, and mating success among capybara males (*Hydrochaeris hydrochaeris*). Behavioral Ecology Vol. 4 No. 2.
- LABRUNA M. B., Costa, F. B. Port-Carvalho, M. Oliveira, A. S. Souza, S. L. P. and Castro. M. B. Lethal Fascioliasis in Capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) in Brazil. American Society of Parasitologists 2018. J. Parasitol., 104(2), 2018, pp. 173–176.
- LUZ HR, Costa FB, Benatti HR, Ramos VN, de A. Serpa MC, Martins TF, et al. (2019) Epidemiology of capybara-associated Brazilian spotted fever. PLoS Negl Trop Dis 13(9): e0007734.
- MAGIOLIA M. Moreira, MZ. Fonseca, RCB. Ribeiro, MC. Rodrigues, MG. Ferraza, KMPMB. Human-modified landscapes alter mammal resource and habitat use and trophic structure. PNAS Latest Articles. 2019. www.pnas.org/lookup/suppl/doi:10.1073/pnas.1904384116/-/DCSupplemental.
- MENDES, A. Nogueira, SSC. Nogueira-Filho, S. A note on the cecotrophy behavior in capybara (*Hydrochaeris hydrochaeris*). Article in Applied Animal Behaviour Science · February 2000.
- MONES, A.; Ojasti, J. *Hydrochoerus hydrochaeris* Mammalian Species, No. 264, *Hydrochoerus hydrochaeris*. (Jun. 16, 1986), pp. 1-7.
- MOREIRA JR, Ferraz KMPMB, Herrera EA, Macdonald DW. Capybara Biology, Use and Conservation of an Exceptional Neotropical Species. DOI 10.1007/978-1-4614-4000-0. Springer. New York 2013. 424p.
- NOGUEIRA, MF. Cruz, TF. Doenças da Capivara. Embrapa Pantanal. Corumbá, MS. 2007. 74 p. ISBN 978-85-98893-08-2..
- NOGUEIRA FILHO, S.L.G. Capivara: piquetes de reprodução em sistema intensivo de criação. 2023 <https://www.cpt.com.br/cursos-animais-silvestres/artigos/capivara-piquetes-de-reproducao-em-sistema-intensivo-de-criacao>
- PEREIRA, H. Da F. A.; Eston, M. R. De. Biologia e manejo de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) no Parque Estadual Alberto Löfgren, São Paulo, Brasil. Rev. Inst. Flor., São Paulo, v. 19, n. 1, p. 55-64, jun. 2007.
- PEREIRA, FERNANDA MARA ARAGÃO MACEDO. Estudo do crânio de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*): craniometria, radiografia e tomografia computadorizada 3D. 2019. 61 f. Dissertação (mestrado da UNESP). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Botucatu – SP. 2019.
- PINHEIRO, Max Silva. Criação de capivara em sistema intensivo. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 200). 2007. 41 p.
- RAMÍREZ-HERNÁNDEZ, A. Uchoa, F. Serpa, MCA. Binder, LC, Souza, CE. Labruna, MB. Capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) as amplifying hosts of *Rickettsia rickettsii* to *Amblyomma sculptum* ticks: Evaluation during primary and subsequent exposures to *R. rickettsii* infection. Ticks and Tick-borne Diseases 11 (2020) 101463.
- REGO, George Magno Sousa do. Pesquisa de tripanossomatídeos em capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) de vida livre do Distrito Federal. 2020. 72 f., il. Dissertação (Mestrado em Ciências Animais). Universidade de Brasília, Brasília, 2020.
- ROCHA VJ. Sekiama, ML. Gonçalves, DD. Sampieri, BR. Barbosa, GP. Dias, TC. Rossi, HR. Souza, PFP. Capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) e a presença do carrapato (*Amblyomma sculptum*) no campus da UFSCAR-Araras, São Paulo. Anim. Bras., Goiânia, v.18, 1-15, e-44671, 2017.

RODRÍGUEZ, JP. Peña, MJ. Góngora AO. Murillo RP. Obtención y evaluación del semen de capibara *Hydrochoerus hydrochaeris*. REVISTA MVZ CÓRDOBA. Volumen 17(2), Mayo - Agosto 2012.

SANTIAGO, Claudia da Silva Infecção por *Leptospira spp.* em capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris* Linnaeus, 1766) de vida livre em Pernambuco / Ana Claudia da Silva Santiago. – 2019. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, Recife, BR-PE, 2019.

SCHMIDT, SEM., and GABRIEL, EMN. Capivara: *Hydrochoerus hydrochaeris* (Linnaeus, 1766) - (Capybara). In: Escola do Meio Ambiente Com Vida [online]. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2016, pp. 27-28.

STRUZA, V.S.; Machado, S.L.O.; Silva, K.S. e Santos, A.B. 2011. Qualidade forrageira do capimcapivara em áreas de várzea, na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. *Ciênc Rur*, 41: 883-887.

SUZUKI, C. T. A complexidade do repertório acústico das capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) 2015. 100 f. Dissertação (Mestrado em Psicobiologia) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

VARGAS, FC. Baldi, SCV. Moro, MEG. Carrer, CRO. Monitoramento populacional de capivaras (*Hydrochaeris hydrochaeris* Linnaeus, 1766) em Pirassununga, SP, Brasil. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.37, n.4, p.1104-1108, jul-ago, 2007.

UIEDA, W. Septicemia por *Salmonella* sp em capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*). Article in *Semina Ciências Agrárias* · January 1995.

CONTATO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA
Programa de Pós-graduação profissional em Defesa Sanitária Animal
 Cidade Universitária Paulo VI, Av. Lourenço Vieira da Silva, nº 1000. Bairro: Jardim São
 Cristóvão, CEP 65.055-310.

Roberto C. N. de Arruda - Doutorando da UEMA e Auditor Fiscal Federal Agropecuário do MAPA
Helder de Moraes Pereira - Professor Doutor da Universidade Estadual do Maranhão
Viviane Correia Silva Coimbra - Professora Doutora da Universidade Estadual do Maranhão
Hamilton Pereira Santos - Professor Doutor da Universidade Estadual do Maranhão
Francisco Borges Costa - Professor Doutor da Universidade Estadual do Maranhão
Hermes Ribeiro Luz - Professor Doutor da Universidade Federal do Maranhão

*. Os desenhos são obras de Arruda, mas, em modelagem oriunda de fotos ou imagens encontradas na internet

APOIO



AGRADECIMENTO



Departamento de Saúde Animal do MAPA

ARQUIVOS FOTOGRÁFICOS

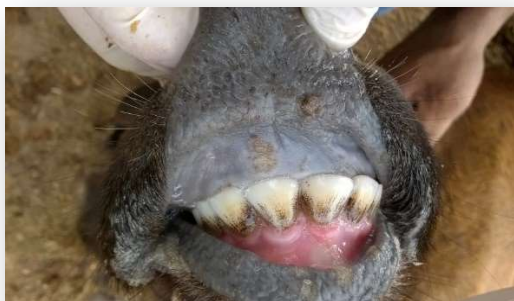
A. VARÍOLA E PSEUDOVARÍOLA NO MARANHÃO



Foco de varíola (*Vaccinia virus*) em Açailândia/MA, observar, os detalhes de crostas na teta e mastite, com rompimento de tecido a direita detalhes com ferimento na teta de outra vaca. (Crédito das Fotos Arruda e Ferreira, 2009).



Foco de varíola (*Vaccinia virus*) em Açailândia/MA, verificar, os detalhes da ferida em cicatrização no polegar, e na face (Crédito das Fotos: Arruda e Ferreira, 2009).



Lesões vesiculares de pseudovaríola (*Pseudocowpox virus*) de forma circular na cavidade oral de bezerros e descamação crostosa na teta numa vaca girolanda em Pedreiras/MA (Crédito de Costa Filho e Carvalho, 2015).

B. COLETAS DE FEZES DE CAPIVARA



Em sacos plásticos com fezes coletadas em Balsas/MA. A amostra BAL 01 A, é para análise de poxvírus e BAL 01 B para endoparasitas (foto Arruda, 2021). A direita fezes secas não utilizadas na amostragem em Porto Franco/MA (Fotos: Segundo, 2021).



Coleta de fezes de capivara em ambiente próximo a um tanque de piscicultura em Balsas/MA. A direita o recolhimento em sacos plásticos (Fotos: Pedroza, 2021).



Coleta de sangue equino e fezes de capivara em ambiente próximo a uma lagoa em Porto Franco/MA. A direita o recolhimento em sacos plásticos (Fotos: Segundo, 2021).

C. REAÇÃO EM CADEIA PELA POLIMERASE (PCR), AAT E SAM



Amostras de sangue equinos de
P. Franco/MA (Fotos: Arruda, 2021)



Conservação de amostras a -20°C
Vista do Dr. E. Takashi (Arruda, 2021)



Preparação para extração de genoma viral pelo Dr. E. Takashi e mostra da bancada de
fluxo laminar no LACEN-MA em São Luís/MA (Fotos: Arruda, 2021).



Extração do DNA viral a partir de amostras fecais no LAMP/UEMA



Controles positivos: (*Orthopoxvirus*: Cantagalo; *Parapoxivirus* Araputanga) e termobloco e vortex (LAMP/UEMA).



Processamento de oligonucleotídeos iniciadores (primers). Amplificação em termociclador, ciclo da PCR (desnaturação (92°C), anelamento (50 a 68°C) e extensão (50 a 72°C)).



Preparação do gel de agarose para a detecção do DNA do poxvírus por eletroforese



Pipetagem da amostra já amplificada e os resultados da análise no transluminador de cor ultravioleta, presença do *Francisco Borges* (Fotos: Arruda, 2021).

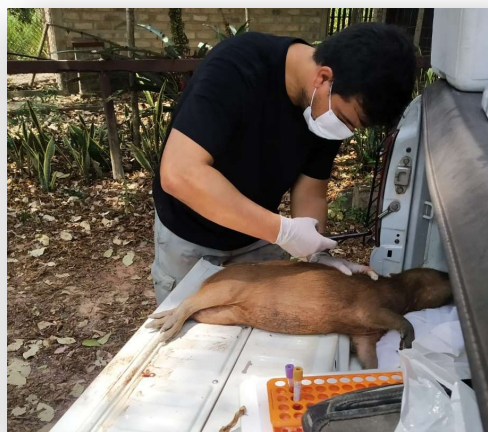


Técnica de soroprecipitação microscópica (SAM), a esquerda materiais que foram utilizados: soro e o antígeno vivo, a direita reação uma positiva em capivara (Fotos: Jesus, 2022).

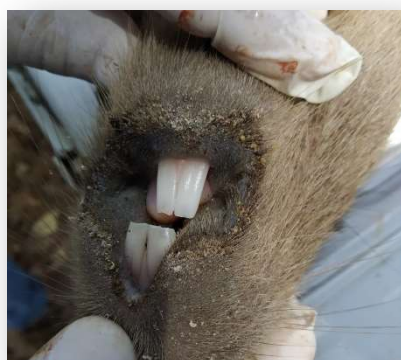


Diagnóstico sorológico para *Brucella* spp, através do Antígeno Acidificado Tamponado (AAT), soros não reagentes ou sem aglutinação de antígeno com anticorpos, a primeira foto de Jesus, 2022 e a segunda de Fabrício, 2022 (alunos da veterinária da UEMA).

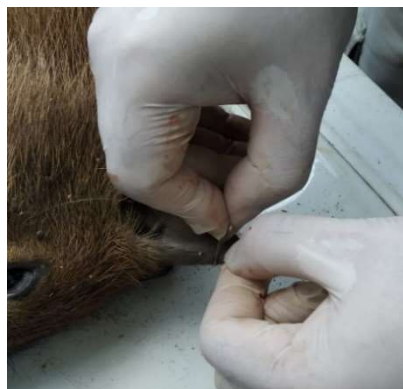
D. COLETAS DE CARRAPATOS E SANGUE, ANATOMIA E TAXIDERMIA



Capivara anestesiada com Xilazina e Cetamina em uma única dose por via intramuscular para coleta do carrapato-estrela (*Amblyomma cajennense* stricto sensu) e sangue em Santa Inês/MA (Fotos: *Hermes Luz*; *Roberto Arruda*)



Detalhe dos dentes do roedor, pata com três unhas e com membrana que facilita a natação e uma cloaca, que esconde o órgão reprodutivo (*Hermes Luz*; *Roberto Arruda*)



Picote de orelha para exame de DNA e novo detalhe da pata com membrana e da cloaca de uma capivara em Santa Inês/MA (Fotos: *Hermes Luz*; *Roberto Arruda*)



Parque Estadual do Turvo em Derrubadas/RS, a 498 Km de Porto Alegre (Fotos: Arruda, Jun. 2022).



Capivara, Gato-Maracajá e Rato-do-Banhado todos empalhados (Fotos: Arruda, Jun. 2022).



Crânio de capivaras no Parque Estadual do Turvo de Derrubadas/RS (Fotos: Arruda, Jun. 2022).

CRONOLOGIA DOS SURTOS DE *Orthopoxvirus* E *Parapoxvirus* NO PAÍS.

ANO	2005	2005	2007	2007	2008	2008	2008 a 2010	2009	2010 a 2011
Detecção ou Vírus isolado	<i>Serro virus</i> (S2V)	Co-infecção VACV e <i>Parapoxvirus</i>	Co-infecção VACV e <i>Parapoxvirus</i>	<i>Vaccinia virus</i> (VACV)	<i>Pelotas 1 virus</i> (P1V) e <i>Pelotas 2 virus</i> (P2V)	<i>Cantagalo virus</i> (CTGV)	Alta homologia ao <i>Cantagalo virus</i> (CTGV)	<i>Maranhão virus</i> (MRV)	<i>Swinepox virus</i>
Origem	Bovinos e humanos	Bovinos e humanos	Bovinos	Vacas e humanos	Equinos da Raça Crioulo	Vacas e humanos	Bovinos e humanos	Bovinos e humanos	Varíola suína
Localidade	Cidade de Serro Estado de Minas Gerais	Cidade de Resplendor Estado de Minas Gerais	Estado de Espírito Santo	Cidade de Guareí, Torre de Pedra Estado de São Paulo	Cidade de Pelotas Estado de Rio Grande do Sul	Cidade de Muricilândia, Santa Fé do Araguaia Estado do Tocantins	Estado do Mato Grosso e Rondônia	Cidade de Açailândia Estado do Maranhão	São Paulo
Referência	Trindade et al., 2009	Abrahão et al., 2010b	Donatele et al. 2007	Megid et al., 2008	Brum et al., 2010 Campos et al., 2011	Medaglia et al., 2009	Quixabeira-Santos et al., 2011	Oliveira et al., 2013	Medaglia et al., 2011

CRONOLOGIA DOS SURTOS DE *Orthopoxvirus* E *Parapoxvirus* NO PAÍS.

ANO	2001	2001	2001 - 2003	1976 a 2001	2002	2003	2005	2005	2005
Detecção ou Vírus isolado	<i>Guarani P1 virus</i> (GP1V) e <i>Guarani P2 virus</i> (GP2V)	DNA e teste de neutralização com soro anti-OPV	VACV (CTGV)	<i>Swinepox virus</i>	<i>São Francisco de Itabapoana vírus</i> VACV-SFI	<i>Passatempo virus</i> (PSTV)	OPV (DNA, PRNT)	Coinfecção VACV/PCPV	<i>Mariana virus</i> (MARV)
Origem	Bovinos e humanos	<i>Mus musculus</i> – <i>Swiss</i>	Bovinos e humanos	Surtos de varíola suína	Bovinos e humanos (humano - humano)	Bovinos e humanos	<i>Mus musculus</i> , bovinos e ordenhadores	Bovinos e ordenhadores	Vacas e humanos. Positividade em <i>Mus musculus</i>
Localidade	Cidade de Guarani Estado de Minas Gerais	Biotério da UFMG - Belo Horizonte, MG (Curitiba)	Vale do Paraíba Estado de São Paulo e Vale de São Patrício Estado de Goiás	São Paulo e Tocantins	Cidade de São Francisco de Itabapoana Estado do Rio de Janeiro	Cidade de Passatempo Estado de Minas Gerais	Mariana, Minas Gerais	Resplendor, Minas Gerais	Cidade de Mariana Estado de Minas Gerais
Referência	Trindade et al., 2006	Diniz, 2001; Trindade 2004	Nagasse-Sugahara et al., 2004	Bersano et al., 2003	Oliveira et al., 2014	Leite et al., 2005	Abrahão, 2009a	Abrahão, 2009b	Abrahão et al., 2009a

CRONOLOGIA DOS SURTOS DE *Orthopoxvirus* E *Parapoxvirus* NO PAÍS.

ANO	2007	2008	2008	2008 a 2010	2009	2009 a 2010	2010	2010	2011
Vírus isolado	Vaccinia Virus (VACV)	Pelotas 1 Vírus (P1V) e Pelotas 2 Vírus (P2V)	Cantagalo Vírus (CTGV)	Alta homologia ao Cantagalo Vírus (CTGV)	Maranhão Vírus (MRV)	Homologia ao ARAV e CTGV	Pará Vírus (PARV)	Doresópolis Vírus (VACV - DOR2010)	Mundo Novo Vírus (MUNV)
Espécies afetadas	Vacas e humanos	Equinos da Raça Crioulo	Vacas e humanos	Bovinos e humanos	Bovinos e humanos	Bovinos e humanos	Bovinos e humanos	Bovinos e humanos	Bovinos e humanos
Municípios e Estado	Cidade de Guareí, Torre de Pedra Estado de São Paulo	Cidade de Pelotas Estado de Rio Grande do Sul	Cidade de Muricilândia, Sta Fé do Araguaia Tocantins	Estado do Mato Grosso e Rondônia	Cidade de Açailândia Estado do Maranhão	Cidade de Itatinga e Torre de Pedra Estado de São Paulo	Cidade de Bom Jesus do Tocantins Estado do Pará	Cidade de Doresópolis Estado de Minas Gerais	22 municípios do Estado da Bahia
Referência	Megid et al., 2008	Brum et al., 2010 Campos et al., 2011	Medaglia et al., 2009	Quixabeira-Santos et al., 2011	Oliveira et al., 2013	Megid et al., 2012	Assis et al., 2013b	Abrahão et al., 2015	Assis et al., 2015

CRONOLOGIA DOS SURTOS DE *Orthopoxvirus* E *Parapoxvirus* NO PAÍS.

ANO	2010 a 2012	2011	2013 a 2015	2015 a 2016	2010 a 2012	2007 a 2012	2007 a 2010	2011 a 2014	2015 a 2018
Vírus isolado	VACV	Carangola Vírus (CARV)	Vaccinia Vírus (VACV)	Coinfecções VACV/PCPV/BSPV	Anticorpos neutralizantes para Orthopoxvirus por PRNT	Vaccinia Vírus (VACV)	Vaccinia Vírus (VACV) nas fezes (5,8%) e na urina (1,8%)	Coinfecções OPV/PPV	27 VACV, 09 PCPV, 08 BSPV, 05 Coinfecções PCPV/BSPV, 03 não identificados
Espécies afetadas	Bovinos e humanos	Vacas e humanos	Cães e quatis	Bovinos e humanos	Bovinos e humanos	Bovinos e humanos	Roedores selvagens	Leite de vacas infectadas	Bovinos e humanos
Municípios e Estado	Cidades de Varjão, Buriti Alegre, S. J. da Paraúna, Pontalina, Edéia, Mineiros Goiás	Cidade Carangola, Estado de Minas Gerais	Cidade de Belo Horizonte Estado de Minas Gerais	Diferentes localizações Brasil	Curvelo, Serro e Carangola, Estado de Minas Gerais	15 estados brasileiros	Cidade de Torre de Pedra, Bofete e Anhembi em São Paulo	Região de Serro Estado de Minas Gerais	Distrito Federal (DF)
Referência	Sant'Ana et al., 2013	Assis et al., 2013	Costa et al., 2018	Laguardia-Nascimento et al., 2017	Borges et al., 2017	Silva et al., 2018	Peres et al., 2018	Rehfeld et al., 2018	Alonso et al., 2020

CRONOLOGIA DOS SURTOS DE *Orthopoxvirus* E *Parapoxvirus* NO PAÍS.

ANO	2016	2017	2018	2018	2010 a 2018	2018	2014 a 2019	2021
Detecção ou Vírus isolado	Varíola suína (Suipoxvirus)	Vaccinia Vírus Pernambuco (VACV-PE)	Detecção de VACV	Cetacean poxviruses (CePV)	VACV, PCPV, BSPV, Coinfecções VACV/ <i>Orf virus</i>	<i>Porcupinepox Virus</i>	VACV	<i>Reptilian poxvirus</i>
Origem	Suínos presença de moscas e piolhos	Búfalos jovens	Bovinos e humanos	Botos-cinza <i>Sotalia guianensis</i>	Bovinos	Ouriço cacheiro (<i>Coendou prehensilis</i>)	Capivaras (<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>)	<i>Crocodylus amazonicus</i>
Localidade	Jucurutu e Felipe Guerra, Rio Grande do Norte	Cidade de Ribeirão, Estado Pernambuco	15 Estados brasileiros	Rio de Janeiro	Estado de Goiás	Uberlândia Estado de Minas Gerais	São Paulo	<i>Crocodylus amazonicus</i> (criado na Suíça)
Referência	Olinda et al., 2017	Lima et al., 2019	Silva et al., 2018	Sacristán et al., 2021	Silva et al., 2022	Hora et al., 2021	Barbosa et al, 2014. Dutra et al, 2017 e Antunes et al., 2019	Seitz et al., 2021