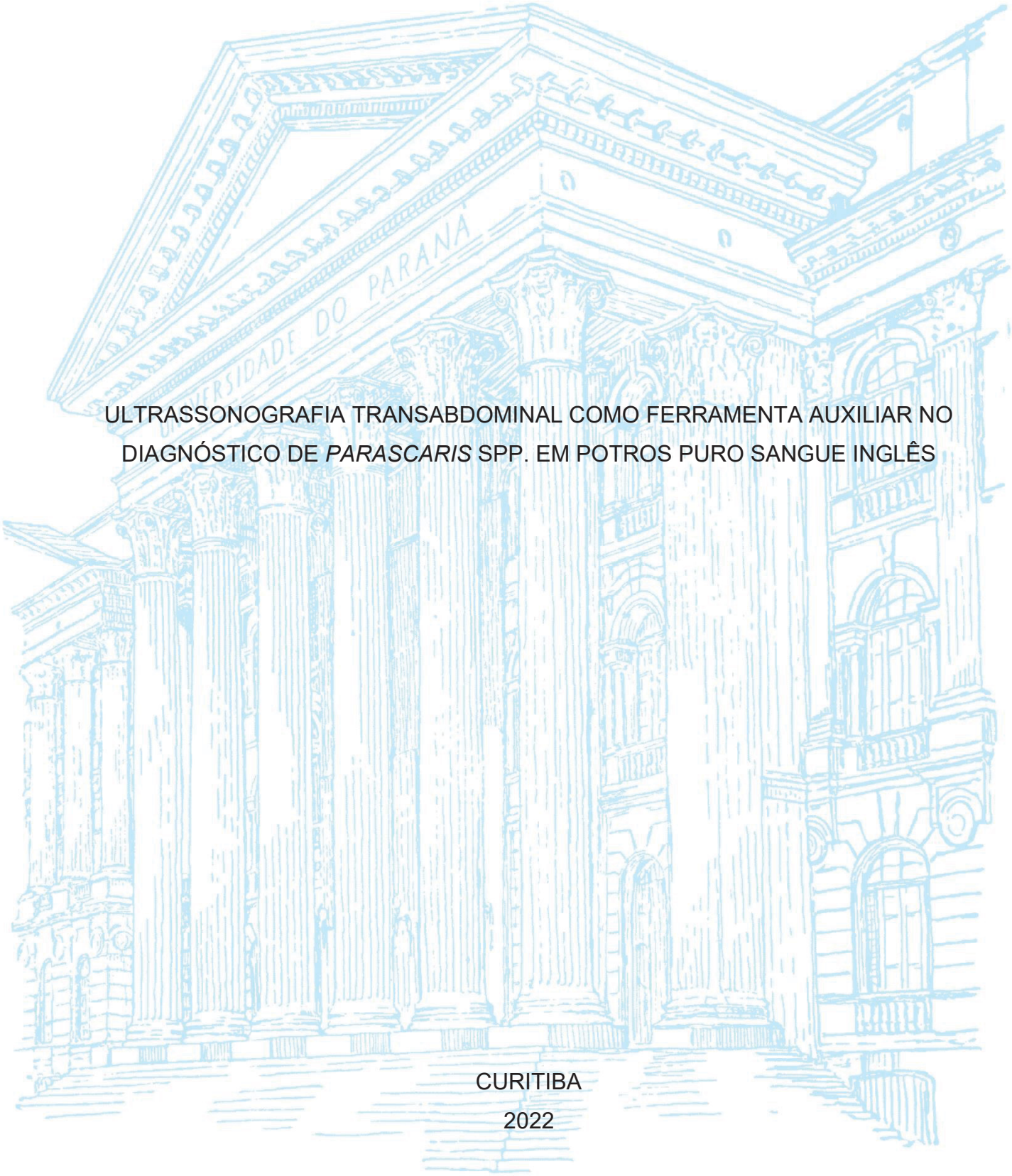
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JULIA DALL'ANESE



ULTRASSONOGRAFIA TRANSABDOMINAL COMO FERRAMENTA AUXILIAR NO DIAGNÓSTICO DE *PARASCARIS* SPP. EM POTROS PURO SANGUE INGLÊS

CURITIBA

2022

JULIA DALL'ANESE

ULTRASSONOGRAFIA TRANSABDOMINAL COMO FERRAMENTA AUXILIAR NO DIAGNÓSTICO DE *PARASCARIS* SPP. EM POTROS PURO SANGUE INGLÊS

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias Setor de Ciências Ágrarias da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Marcelo Beltrão Molento

CURITIBA

2022

Ficha catalográfica

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Dall'Anese, Julia
Ultrassonografia transabdominal como ferramenta auxiliar no diagnóstico de *Parascaris spp.* em potros Puro Sangue Inglês/ Julia Dall'Anese. – Curitiba, 2022.
1 recurso online: PDF.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.
Orientador: Prof. Marcelo Beltrão Molento

1. Equino. 2. Diagnóstico por ultrassom. 3. Parasito. 4. Enteroparasitose. I. Molento, Marcelo Beltrão. II. Universidade Federal do Paraná. Programa Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. III. Título.

Bibliotecária: Telma Terezinha Stresser de Assis CRB-9/944

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO CIÊNCIAS VETERINÁRIAS - 40001016023P3

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação CIÊNCIAS VETERINÁRIAS da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **JULIA DALLANESE** intitulada: **Ultrassonografia transabdominal como ferramenta auxiliar no diagnóstico de *Parascaris* spp. em potros Puro Sangue Inglês.**, sob orientação do Prof. Dr. MARCELO BELTRÃO MOLENTO, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 01 de Junho de 2022.

Assinatura Eletrônica
07/06/2022 12:41:47.0
MARCELO BELTRÃO MOLENTO
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica
10/06/2022 16:54:56.0
CARLOS EDUARDO WAYNE NOGUEIRA
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS)

Assinatura Eletrônica
08/06/2022 13:42:30.0
DANILO GIORGI ABRANCHES DE ANDRADE
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE EST.PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO)

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.
Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 192233
Para autenticar este documento/assinatura, acesse https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp e insira o codigo 192233

Àqueles por quem eu me esforço para ser uma pessoa melhor: os cavalos

AGRADECIMENTOS

Começo, obviamente, nomeando minha família. Minha base, meu cerne. Aqueles que me deram estrutura para enfrentar o mundo, ideais a perseguir, a vontade de transformar sonhos em objetivos e, então, em realidade. Paps, mams: vocês se sentem distantes, mas estão presentes em cada um dos meus dias. Não se passa um sem que eu pense em vocês. Seja uma lembrança, uma frase, um “causo” ou só uma imagem gostosa que me esquenta o coração e me ajuda a seguir adiante. Irmã, sempre do meu lado – e muitas vezes, à minha frente, sentadinha do lado de lá da tela do computador enquanto nos fazemos companhia trabalhando, ou então em conversas intermináveis sobre TeckPix. Obrigada.

Rodolfo, minha família escolhida. Parceiro, companheiro. Ombro e às vezes pernas. Amo, você sonhou junto comigo e me ajudou, me empurrou, me estimulou e apoiou para que eu chegasse lá. Este mestrado é nosso. Você está em cada potro examinado, cada imagem avaliada. Em muitas amostras analisadas e muitos, muitos, muitos quilos de amostras peneiradas. Obrigada por todos os cafés da manhã na cama quando eu estava capotada de mais para sair de lá (almoços e jantares, também, hehehe). Pelas horas de conversa ao telefone enquanto dirigíamos para casa, cansados de mais para conseguir esperar e falar tudo quando estivéssemos juntos. Obrigada por entender minha ausência em todos os dias da semana, de finais de semana, feriados e datas importantes. Seu apoio, tão gratuito e incondicional, foi uma dádiva neste período da minha vida.

Professor Molento, o senhor levou para dentro de seu laboratório uma mulher que não sabia por onde ligar o microscópio. E me ensinou, ajudou, estimulou, guiou e vibrou com cada pequena conquista. Deu risada e se divertiu com as minhas descobertas. Me perguntou como e onde eu estava enquanto eu chafurdava e me estendeu a mão quando eu coloquei a cabeça para fora d(~~a~~)o... limbo. Agradeço, imensamente, por tudo.

Xuxuuuuuu!!!! Eu nem sei por onde começar, Yara. Aliás, sei: começo pelas 120 amostras que chegaram de uma vez ao laboratório, levadas por alguém que tinha a mais absoluta certeza que ia dar conta de fazer tudo sozinha. Daí para frente, correu muita amostra por baixo da nossa ponte. Xu, eu não teria conseguido sem você. Sem o seu apoio incondicional, sem o seu “coragem, xuxu, só mais um pouquinho”. Sem

toda a ajuda, sem todos os cafés, pitos, lanches em horários indecentes e muitas horas de sono a menos e de trabalho a mais. Sua companhia tornou tudo isso possível, leve, gostoso e extremamente divertido. Obri, xuxu!

Aos médicos veterinários Alan, André, Erika, Joaquin e Betina, Fernando, Joaquim e Monalisa e à gerente e proprietária Raquel. Todos eles e elas responsáveis pelas propriedades em que estive, sou grata por permitirem meu acesso a todas as intermináveis informações e amostras coletadas.

Aos “meus meninos” dos haras, que colaboraram com a contenção dos animais em todos os momentos e sempre com um sorriso no rosto. Em especial ao sr. Pedro (*in memorian*), Marcelo Joel Gude, Gervásio Pazzeto, Nilson Alaico Costa e Paulo Soares; e ao Paulo César de Pontes, João Carvalho de Lima, Orlandino Salvador, Orlando Pontes e Valdevino Moraes do Santos. Agradeço por terem topado este desafio enorme junto comigo e por terem se divertido com as minhas birutices, por terem providenciado todo o café do mundo, por terem coletado *Parascaris* spp. durante estes anos e sempre, sempre, sempre terem demonstrado apoio e boa vontade. Sem vocês junto comigo, a realização dos ultrassons, das coletas de fezes, a “catação de vermes” e tudo o mais teria sido impossível. Muito obrigada!

À toda a equipe do laboratório, com estrelinhas para Thayany e Irineu, os “mi” que chegaram ao laboratório como mais um presente de mestrado; Ursolina, meu pequeno gênio da bancada, que me ensinou a fazer tudo – absolutamente tudo – o que eu sei dentro do “lab” de parasitologia; Desire, que me fez companhia durante todas as intermináveis aulas da pós e me ajudou em cada uma delas; Doug, meu poço de azedume (que não é azedo coisa nenhuma) favorito; Inara com seus brocotomas que evoluíram para parasito, bem-estar e horas fenomenais de boa conversa e raciocínio. Carol, Duda, Léo, Lu, Luan, Maressa, Maria Alice, Maurício, Renata, a todos vocês eu agradeço!

E sem dúvidas, meus sinceros agradecimentos à CAPES, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior em nosso país, que por meio do pagamento de bolsa viabilizou a realização deste curso.

Dai, dai, ragazza! SU!
Cesca, Ivana. *In memorian*

RESUMO

Parascaris spp. acomete potros e é de especial relevância quando estes animais têm entre 5 e 8 meses de idade, com prognóstico ruim em animais acometidos pela forma obstrutiva da doença. Décadas de tratamento supressivo, com uso frequente e alternado de antiparasitários em intervalos curtos e fixos conduziu estes parasitos a um estado difuso de resistência. Técnicas habituais de diagnóstico preveem a contagem do número de ovos eliminados juntamente com as fezes do hospedeiro. Todavia, estas técnicas apresentam limitações que geram a demanda por alternativas que permitam a identificação não só do parasito, mas também da doença parasitária de forma independente à contagem de ovos. A ultrassonografia transabdominal deve ser considerada como possível ferramenta no diagnóstico de *Parascaris* spp., uma vez que é bem tolerada pelos potros e exige pouco preparo do animal. Ela pode ser realizada em condições de campo e traz resultados significativos na identificação de alças de intestino delgado. Sendo assim, a execução deste trabalho teve como objetivos validar a técnica ultrassonográfica para o diagnóstico de *Parascaris* spp. e descrever achados ultrassonográficos relacionados com a identificação de *Parascaris* spp. intraluminal. Para isso, potros da raça PSI com idade entre 5 e 8 meses de propriedades da região metropolitana de Curitiba tiveram suas fezes coletadas e avaliadas pela técnica mini-FLOTAC® com sensibilidade de 5 OPG. Realizou-se teste de eficácia (TRCOF) do princípio ativo febendazol, com coleta de fezes após 14 dias da administração do vermífugo. Os animais foram submetidos à ultrassonografia percutânea pelo lado esquerdo da cavidade abdominal e tiveram a região ventral escaneada nos dias zero e 14. Alças de intestino delgado foram adequadamente visualizadas e seus parâmetros posteriormente avaliados. Espessura média de parede (EMP) e diâmetro médio de lúmen foram mensurados, tipo de conteúdo (CT) e presença (USTA P+) ou ausência (USTA P-) de imagens sugestivas de *Parascaris* spp. foram identificados e todos estes dados foram comparados entre si e com valores de contagens de ovos de cada animal por meio de modelo de regressão logística dicotômico, curva ROC e seus parâmetros, além de cálculo da razão de chances (OR). Foram incluídos 159 potros provenientes de quatro diferentes propriedades, sendo que 67 deles apresentaram OPG positiva para *Parascaris* spp. Destes, 13 apresentaram imagens sugestivas para este parasito. O exame ultrassonográfico se mostrou sensível ao diagnóstico de *Parascaris* spp. e alterações em EMP e CT foram apontadas como fatores de maior efeito na identificação de imagens positivas, com OR indicando que espessamento de parede em animais de propriedades positivas para *Parascaris* spp. aumenta em 12 vezes a chance de se obter USTA P+, enquanto a presença de conteúdo heterogêneo (normal) diminui a chance de USTA P+ a 0,025 quando comparada com a probabilidade de se obter USTA P-. Foi encontrada resistência parasitária ao febendazol em todas as propriedades incluídas no estudo. Inicialmente com o objetivo de validar a técnica para a execução a campo e aplicação no diagnóstico de *Parascaris* spp., este curso de mestrado e os estudos consequentes a ele permitiram a identificação do parasito de forma adequada, e prospectar a possibilidade de uso desta ferramenta no momento da tomada de decisão pelo uso de vermífugos, com futuras investigações a serem feitas neste campo e em sua aplicação no reconhecimento da resistência parasitária.

Palavras-chave: equino; febendazol; resistência parasitária; sensibilidade; ultrassom.

ABSTRACT

Parascaris spp. primarily targets young foals and is particularly concerning when they fall within the age range of 5 to 8 months, often leading to a poor prognosis for those afflicted by the obstructive variant of the disease. Decades of suppressive treatment, with frequent and alternating use of anthelmintics at short and fixed intervals, have led these parasites to a widespread state of resistance. Common diagnostic techniques involve counting the number of eggs eliminated in the host's feces. However, these techniques have limitations, which create a demand for alternatives that allow not only the identification of the parasite but also the parasitic disease independently of egg counting. Transabdominal ultrasonography should be considered as a possible tool in the diagnosis of *Parascaris* spp., as it is well-tolerated by foals and requires little animal preparation. It can be performed in field conditions and provides significant results in identifying segments of the small intestine. Therefore, the purpose of this work was to validate the ultrasonographic technique for the diagnosis of *Parascaris* spp. and to describe ultrasonographic findings related to the identification of intraluminal *Parascaris* spp. For this purpose, Thoroughbred foals aged between 5 and 8 months from farms in the metropolitan region of Curitiba, had their feces collected and evaluated using the mini-FLOTAC® technique with a sensitivity of 5 EPG (eggs per gram of feces). An efficacy test (FECRT) of febendazole was conducted, with feces collected 14 days after dewormer administration. The animals underwent percutaneous ultrasound on the left side of the abdominal cavity, and the ventral region was scanned on days zero and 14. Segments of the small intestine were adequately visualized, and their parameters were subsequently evaluated. The average wall thickness (AWT) and average lumen diameter were measured, the type of content (CT) and the presence (US P+) or absence (US P-) of images suggestive of *Parascaris* spp. were identified, and all this data was compared with each other and with egg counts of each animal through a dichotomous logistic regression model, ROC curve and its parameters, as well as the odds ratio (OR). A total of 159 foals from four different properties were included, with 67 of them testing positive for *Parascaris* spp. Of these, 13 had images suggestive of this parasite. The ultrasonographic examination proved to be sensitive for diagnosing *Parascaris* spp., and changes in AWT and CT were identified as factors with the most significant effect on the identification of positive images, with the OR indicating that thickening of the wall in animals from properties positive for *Parascaris* spp. increases the chance of obtaining US P+ by 12 times, while the presence of heterogeneous (normal) content reduces the chance of US P+ to 0.025 when compared to the probability of obtaining US P-. Parasitic resistance to febendazole was found in all farms included in the study. The initial goal was validating the technique for field implementation and application in the diagnosis of *Parascaris* spp., however this master's course and the subsequent studies allowed for the proper identification of the parasite and explored the possibility of using this tool while making decisions about anthelmintic use, with future investigations to be conducted in this field and its application in recognizing parasitic resistance.

Keywords: ascarid burden; foals; horses; parasitology; sonography.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Fotografia do abdômen esquerdo de um cavalo, ilustrando seis regiões (janelas) ultrassonográficas avaliadas 44

FIGURA 2 – Comparação entre achados ultrassonográficos e histológicos de intestino delgado 45

FIGURA 3 – Cortes transversal e longitudinal de *Ascaris lumbricoides* visualizados no interior de alça de intestino delgado em exame ultrassonográfico realizado em paciente humano.....47

FIGURA 4 – Cortes transversal e longitudinal de intestino delgado (ID), com camadas ultrassonográficas identificadas por setas. Potro da raça PSI com 155 dias de idade e pesando 235 kg. Imagem obtida na região média com transdutor transretal multifrequencial (3 a 5 MHz), profundidade de 86 mm e pontos focais em 25 e 40 mm. Posição esquerda da figura é cranial. 68

FIGURA 5.A – Cortes transversais de intestino delgado (ID) e imagens sugestivas de *Parascaris* spp. Potro da raça PSI com 149 dias de idade e pesando 186 kg. Imagem obtida na região xifoide com transdutor transretal multifrequencial (3 a 5 MHz), profundidade de 86 mm e pontos focais em 25 e 40 mm. Posição esquerda da figura é cranial. 69

FIGURA 5.B – Cortes transversais de intestino delgado (ID) e imagens sugestivas de *Parascaris* spp. Potro da raça PSI com 149 dias de idade e pesando 186 kg. Imagem obtida na região xifoide com transdutor transretal multifrequencial (3 a 5 MHz), profundidade de 86 mm e pontos focais em 25 e 40 mm. Posição esquerda da figura é cranial. 69

FIGURA 6.A – Cortes transversais de intestino delgado (ID) e imagens sugestivas de *Parascaris* spp. Potro da raça PSI com 169 dias de idade e pesando 270

kg. Imagem obtida na região média com transdutor transretal multifrequencial (3 a 5 MHz), profundidade de 86 mm e pontos focais em 25 e 40 mm. Posição esquerda da figura é cranial. 70

FIGURA 6.B – Cortes transversais de intestino delgado (ID) e imagens sugestivas de *Parascaris* spp. Potro da raça PSI com 169 dias de idade e pesando 270 kg. Imagem obtida na região média com transdutor transretal multifrequencial (3 a 5 MHz), profundidade de 86 mm e pontos focais em 25 e 40 mm. Posição esquerda da figura é cranial. 70

FIGURA 7 – Imagem abdominal, com corte transversal de intestino delgado (ID), próximo ao baço e ventral à alça de intestino grosso (IG). Potro da raça PSI com 91 dias de idade e pesando 150 kg. Imagem obtida na região média com transdutor transretal multifrequencial (3 a 5 MHz), profundidade de 62 mm e pontos focais em 25 e 40 mm. Posição esquerda da figura é cranial.....71

FIGURA 8 – Corte transversal de intestino delgado (ID). Potro da raça PSI com 174 dias de idade e pesando 205 kg. Imagem obtida com transdutor transretal multifrequencial (3 a 5 MHz), profundidade de 86 mm e pontos focais em 25 e 40 mm. Posição esquerda da figura é cranial. 72

FIGURA 9 – Corte transversal de intestino delgado (ID). Potro da raça PSI com 226 dias de idade e pesando 285 kg. Imagem obtida com transdutor transretal multifrequencial (3 a 5 MHz), profundidade de 86 mm e ponto focal em 22 mm. Posição esquerda da figura é cranial. 73

FIGURA 10 – Corte transversal de intestino delgado (ID). Potro da raça PSI com 180 dias de idade e pesando 210 kg. Imagem obtida na região umbilical com transdutor transretal multifrequencial (3 a 5 MHz), profundidade de 86 mm e pontos focais em 25 e 40 mm. Posição esquerda da figura é cranial. 74

FIGURA 11 - Corte longitudinal de intestino delgado (ID). Potro da raça PSI com 145 dias de idade e pesando 205 kg. Imagem obtida na região média com transdutor transretal multifrequencial (3 a 5 MHz), profundidade de 74 mm e pontos focais em 25 e 40 mm. Posição esquerda da figura é cranial 74

FIGURA 12 – Curva ROC e área sob a curva (AUC), com respectivos intervalos de confiança, e ponto ótimo de corte obtidos a partir dos parâmetros de exames ultrassonográficos transabdominais (EMP, DML, conteúdo, identificação de *Parascaris* spp.), valores de OPG e dados de potros (peso e idade) da raça PSI na região metropolitana de Curitiba. 76

FIGURA 13 – Localização geográfica das propriedades com indicações referentes ao tipo de cobertura vegetal e clima da região alvo do estudo. 89

FIGURA 14 – Histograma representando as frequências relativas de espessura média de parede, tipo de conteúdo intraluminal, presença ou ausência de imagem sugestiva de *Parascaris* spp. e OPG nos grupos controle e tratamento nos dias D-1 e D-14. Potros da raça PSI de três propriedades da região metropolitana de Curitiba 91

FIGURA 15 – Cortes transversais de intestino delgado (ID) preenchido por conteúdo anecoico com espessura de parede e imagens sugestivas de *Parascaris* spp. mensuradas. Potro PSI com 149 dias de idade e pesando 186 kg. Imagem obtida na região média com transdutor transretal multifrequencial (3 a 5 MHz), profundidade de 86 mm e pontos focais em 25 e 40 mm. Posição esquerda da figura é cranial. 92

FIGURA 16 – Cortes transversais de intestino delgado (ID) preenchidos por conteúdo anecoico com espessura de parede e imagens sugestivas de *Parascaris* spp. mensuradas. Potro PSI com 155 dias de idade e 235 kg. Imagem obtida na região xifoide com transdutor transretal multifrequencial (3 a 5

MHz), profundidade de 86 mm e pontos focais em 25 e 40 mm. Posição esquerda da figura é cranial. 93

FIGURA 17 – Imagem obtida por USTA na região média com transdutor transretal multifrequencial (3 a 5 MHz), profundidade de 86 mm e ponto focal em 25 mm. Posição esquerda da figura é cranial. Corte transversal de ID preenchido por conteúdo heterogêneo e espessura de parede (mm) e diâmetro do lúmen (cm) mensurados. Potro HS1-A da raça PSI com 241 dias de idade e pesando 260 kg..... 109

FIGURA 18 – Imagem obtida por USTA na região inguinal com transdutor transretal multifrequencial (3 a 5 MHz), profundidade de 86 mm e ponto focal em 25 mm. Posição esquerda da figura é cranial. Corte transversal de ID preenchido por conteúdo heterogêneo e espessura de parede (mm) e diâmetro de lúmen (cm) mensurados. Potro HS1-F da raça PSI com 267 dias de idade e pesando 283 kg..... 110

FIGURA 19 – Imagem obtida por USTA na região umbilical com transdutor transretal multifrequencial (3 a 5 MHz), profundidade de 86 mm e ponto focal em 25 mm. Posição esquerda da figura é cranial. Corte transversal de ID preenchido por conteúdo anecoico e espessura de parede mensurada (mm). Setas indicam imagem de *Parascaris* spp. Potro HS1-M da raça PSI com 175 dias de idade e pesando 230 kg. 111

FIGURA 20 – Imagem obtida na região média com transdutor transretal multifrequencial (3 a 5 MHz), profundidade de 86 mm e ponto focal em 25 mm. Posição esquerda da figura é cranial. Corte longitudinal de ID preenchido por conteúdo anecoico e espessura de parede mensurada (mm). Potro HS1-X da raça PSI com 173 dias de idade e pesando 235 kg.. 112

FIGURA 21 – Imagem obtida por USTA na região média com transdutor transretal multifrequencial (3 a 5 MHz), profundidade de 86 mm e ponto focal em 25

mm. Posição esquerda da figura é cranial. Corte transversal de ID com mensurações de espessura de parede (mm) e lúmen preenchido por conteúdo anecoico. Seta indica imagem sugestiva de *Parascaris* spp. Potro HR2-B da raça PSI com 214 dias de idade e pesando 261 kg. 112

FIGURA 22 – Imagem obtida por USTA na região média com transdutor transretal multifrequencial (3 a 5 MHz), profundidade de 86 mm e ponto focal em 25 mm. Posição esquerda da figura é cranial. Corte longitudinal de ID com conteúdo intraluminal heterogêneo. Setas indicam imagens sugestivas de *Parascaris* spp. Potro HS1-Q da raça PSI, 235 dias de idade pesando 260 kg. 113

FIGURA 23-A – Imagem obtida por USTA na região umbilical com transdutor transretal multifrequencial (3 a 5 MHz), profundidade de 74 mm e ponto focal em 25 mm. Posição esquerda da figura é cranial. Corte transversal de ID preenchido por conteúdo anecoico e espessura de parede mensurada (mm). Setas indicam imagens sugestivas de dois *Parascaris* spp. Potro HR2-S da raça PSI com 170 dias de idade e pesando 230 kg. 114

FIGURA 23-B – Imagem obtida por USTA na região umbilical com transdutor transretal multifrequencial (3 a 5 MHz), profundidade de 74 mm e ponto focal em 25 mm. Posição esquerda da figura é cranial. Corte transversal de ID preenchido por conteúdo anecoico e espessura de parede mensurada (mm). Seta indica imagem de *Parascaris* spp. Potro HR2-S da raça PSI com 170 dias de idade e pesando 230 kg 114

FIGURA 23-C – Imagem obtida por USTA na região umbilical com transdutor transretal multifrequencial (3 a 5 MHz), profundidade de 74 mm e ponto focal em 25 mm. Posição esquerda da figura é cranial. Corte transversal de ID preenchido por conteúdo anecoico. Setas indicam imagens de dois *Parascaris* spp. Potro HR2-S da raça PSI com 170 dias de idade e pesando 230 kg. 114

FIGURA 23-D – Imagem obtida por USTA na região umbilical com transdutor transretal multifrequencial (3 a 5 MHz), profundidade de 74 mm e ponto focal em 25 mm. Posição esquerda da figura é cranial. Corte transversal de ID preenchido por conteúdo anecoico e espessura de parede (mm) e diâmetro de lúmen (cm) mensurados. Potro HR2-S da raça PSI com 170 dias de idade e pesando 230 kg..... 114

FIGURA 24 – Estatística descritiva da variação dos valores de espessura média de parede (EMP), diâmetro médio do lúmen (DML) e contagem de ovos de *Parascaris* spp. por grama de fezes (OPG) antes e após tratamento com 10 mg/kg por via oral de febendazol em oito potros da raça Puro Sangue Inglês na região metropolitana de Curitiba. 116

FIGURA 25 – Espécimes de *Parascaris* spp. eliminados por potros da raça PSI alojados na região metropolitana de Curitiba. Em A e B, respectivamente, por potro HR2-S (170 dias de idade, peso 230 kg) e potro HR2-B (214 dias de idade, pesando 261 kg). 119

FIGURA 26 – Árvore de decisão para a identificação de animais com alterações ultrassonográficas condizente com *Parascaris* spp..... 121

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Critérios de inclusão usados para a escolha de propriedades de cria e recria de cavalos da raça Puro Sangue Inglês na região metropolitana de Curitiba. 64

QUADRO 2 – Dados relativos ao manejo sanitário, nutricional e ambiental conduzido nas propriedades de cria e recria de cavalos da raça Puro Sangue Inglês na região metropolitana de Curitiba com mais de 15 cavalos adultos..... 67

QUADRO 3 – Idade média, peso médio, valores médios da contagem de OPG e número de exames positivos (USTA P+) e negativos (USTA P-) para a visualização de imagens de *Parascaris* spp. em cada uma das propriedades selecionadas..... 67

QUADRO 4 – Estimativa dos coeficientes provenientes do ajuste do modelo de regressão logística dicotômico e cálculo da razão de chances (OR) das variáveis preditoras peso (kg), idade (dias), espessura média de parede (EMP), diâmetro médio do lúmen (DML), OPG (convertido em log) e tipo de conteúdo intraluminal para ultrassonografia transabdominal positiva (USTA P+). Os valores estatisticamente significativos a nível de 10% (α < 10%) estão destacados. 75

QUADRO 5 – Medianas da medida de melhor desempenho do modelo logístico dicotômico 2 e medianas de intervalo de confiança de 95% com base no melhor *threshold*..... 77

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Número de animais e frequência relativa de potros de 4 haras da região metropolitana de Curitiba em que foram encontradas imagens sugestivas de *Parascaris* spp. divididos de acordo com as categorias de OPG (alto: ≥ 200 OPG e baixo: ≤ 195 OPG) 68

TABELA 2 – Dados obtidos no exame ultrassonográfico transabdominal individual de potros da raça Puro Sangue Inglês tratados e não tratados com 10 mg/kg de febendazol em três propriedades da região metropolitana de Curitiba. 90

TABELA 3 – Frequência (%) relativa dos parâmetros avaliados (espessura média de parede, tipo de conteúdo intraluminal, identificação de imagens de *Parascaris* spp. e OPG) em potros Puro Sangue Inglês tratados e não tratados com 10 mg/kg de febendazol em três propriedades da região metropolitana de Curitiba. 91

TABELA 4 – Tipo de conteúdo (CT) e valores e suas variações de espessura média de parede (EMP), diâmetro médio do lúmen (DML) observados em USTA de potros PSI e número de ovos de *Parascaris* spp. por grama de fezes (OPG) antes e após o tratamento com 10 mg/kg de febendazol por via oral. 116

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 21
1.1 CONTEXTO E PROBLEMA 21
1.2 OBJETIVOS 23
1.2.1 Objetivos gerais 23
1.2.2 Objetivos específicos 23
1.3 HIPÓTESES 24
2 CAVALOS, DOENÇAS PARASITÁRIAS E DIAGNÓSTICO: O QUÊ PROCURAMOS? 25
2.1 INTRODUÇÃO 25
2.2 PARASITOS E DOENÇAS PARASITÁRIAS EM CAVALOS 29
2.2.1 Ciatostomíneos 29
2.2.2 *Parascaris* spp. 30
2.3 DIAGNÓSTICO NA PARASITOLOGIA VETERINÁRIA 34
2.4 CONTROLE, TRATAMENTO E A RESISTÊNCIA PARASITÁRIA AOS ANTI-HELMÍNTICOS 36
2.5 NOVAS TECNOLOGIAS DIAGNÓSTICAS 41
2.5.1 A ultrassonografia transabdominal em potros 42
2.6 A APLICAÇÃO DA ULTRASSONOGRAFIA TRANSABDOMINAL NA PARASITOLOGIA 46
REFERÊNCIAS 49
3 EXAME ULTRASSONOGRÁFICO TRANSABDOMINAL EM POTROS NATURALMENTE INFECTADOS POR *PARASCARIS* SPP. 60
3.1 INTRODUÇÃO 62
3.2 MATERIAIS E MÉTODOS 63
3.3 RESULTADOS 66
3.4 DISCUSSÃO 77
3.5 CONCLUSÃO 80
REFERÊNCIAS 81
4 EXAME ULTRASSONOGRÁFICO TRANSABDOMINAL COMO MÉTODO AUXILIAR DE DIAGNÓSTICO DE INFECÇÕES POR *PARASCARIS* SPP. 83
4.1 INTRODUÇÃO 85

4.2 MATERIAIS E MÉTODOS 87
4.3 RESULTADOS 89
4.4 DISCUSSÃO 93
REFERÊNCIAS 98
ANEXOS 101
5 EXAME ULTRASSONOGRÁFICO TRANSABDOMINAL COMO MÉTODO COADJUVANTE NA TOMADA DE DECISÃO EM POTROS INFECTADOS POR *PARASCARIS* SPP. 102
5.1 INTRODUÇÃO 104
5.2 MATERIAIS E MÉTODOS 107
5.3 RESULTADOS 108
5.4 DISCUSSÃO 119
REFERÊNCIAS 123
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS 125
REFERÊNCIAS 128

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO E PROBLEMA

Por sua habilidade em se adaptar às mais diferentes condições ambientais, parasitos apresentam distribuição ubiquitária (Molento, 2005 e Pfister; Van Doorn, 2018). Resumidamente, a população parasitária gastrintestinal dos equinos é composta por nematodas: pequenos e grandes estrôngilos, *Parascaris* spp. *Oxyuris equi*, *Strongyloides westeri*; e pelos cestodas pertencentes à família dos anoplocefalídeos (Peachey *et al*., 2017 e Pfister; Van Doorn, 2018).

A maior parte da população parasitária é representada pelos pequenos estrôngilos, que podem provocar doença parasitária em todas as fases de vida do animal (Lyons *et al*., 2008; Molento, 2005 e Nielsen *et al*., 2010). Por sua vez, *Parascaris* spp. é tido como o parasito de maior relevância para potros (Lyons *et al*., 2008 e Nielsen *et al*., 2010) e seu ciclo prevê a ingestão de ovos larvados que eclodirão no intestino delgado e, via sistema porta, alcançarão o fígado e de lá migrarão para o pulmão (Clayton, 1986 e Clayton; Duncan, 1978). Do pulmão migram para a traqueia por onde, graças ao reflexo de tosse, são deglutidos, retornando ao intestino delgado onde alcançarão o estágio adulto e produzirão ovos. Seu tamanho, na fase larvária, é de aproximadamente 2 mm e a taxa de crescimento até o tamanho adulto varia de forma inversamente proporcional à taxa de infecção (Clayton, 1986 e Clayton; Duncan, 1978), podendo alcançar comprimento que varia entre 20 e 50 cm, com diâmetro de 4 a 6 mm (Biocca *et al*., 1978).

Os sinais clínicos apresentados pelos potros que desenvolvem doença parasitária por *Parascaris* spp. refletem o ciclo do parasito e são: fraqueza, pelos foscos e arrepiados, tosse e secreção nasal purulenta bilateral, perda de peso com consequente diminuição de escore de condição corporal, queda no ganho de peso diário e cólica (Clayton; Duncan, 1977, 1978). Esta é decorrente da presença de *Parascaris* spp. e resulta da obstrução da alça do intestino delgado por uma massa de parasitos (Cribb *et al*., 2006 e Southwood *et al*., 1998), que podem ser adultos ou em suas formas imaturas (Clayton; Duncan, 1977 e Cribb *et al*., 2006).

O controle e tratamento destes parasitos baseia-se em anti-helmínticos que, de forma tradicional, são usados de forma supressiva. Este sistema prevê a

administração de vermífugos para todos os animais, com rotação de princípios ativos em um intervalo curto de tempo, seguindo-se protocolos previamente fixados (Lyons *et al*., 2008 e Molento, 2005).

A aplicação deste manejo por décadas a fio conduziu a população parasitária a um estado de resistência amplamente difundida (Lyons *et al*., 2008; Molento, 2005 e Nielsen *et al*., 2010). A resistência parasitária é o resultado de um mecanismo de seleção genética, portanto hereditária, em que os parasitos são capazes de tolerar doses de um composto anti-helmíntico, que também atua como fator de pressão seletiva (Molento, 2005).

O diagnóstico deste parasito é feito por meio da identificação e contagem de ovos por grama de fezes do hospedeiro (OPG) (Lyons *et al*., 2008 e Pfister; Van Doorn, 2018). Todavia, formas imaturas pulmonares não eliminam ovos e a obstrução do intestino delgado está estritamente ligada à carga parasitária e não há correlação linear direta entre a OPG de *Parascaris* spp. e o número de parasitos presentes no intestino (Nielsen *et al*., 2010), uma vez que um único potro é capaz de eliminar até 50 milhões de ovos por dia (Clayton, 1986).

Há necessidade de novas técnicas de diagnóstico, que permitam a identificação direta dos parasitos, bem como das consequências de sua presença para o hospedeiro. A técnica de ultrassonografia transabdominal (USTA) pode servir a este propósito, por ser dinâmica, pouco invasiva, não depender de sedação dos animais, e permitir manter os animais em sua posição quadrupedal fisiológica (Kirberger *et al*., 1995).

Nielsen *et al*. (2016) afirmaram que este exame é viável para o diagnóstico de *Parascaris* spp. e descrevem-no como uma estrutura hiperecóica com aparência de ‘trilhos de trem’ (linhas paralelas). A identificação de parasitos intraluminais permite que uma medida terapêutica adequada seja estabelecida já desde o início da manifestação dos primeiros sinais de desconforto abdominal no potro, melhorando o prognóstico do animal afetado (Husted; Nielsen, 2010).

Sugere-se que a aplicação da UTSA possa ir além do diagnóstico, uma vez que a identificação do parasito e das alterações gastrintestinais correspondentes permitem estabelecer novos parâmetros de avaliação para a decisão pelo uso de vermífugos e reconhecimento de resistência parasitária.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivos gerais

Os objetivos deste trabalho são: (1) validar a técnica ultrassonográfica para o diagnóstico de *Parascaris* spp. e (2) descrever achados ultrassonográficos relacionados com a identificação de *Parascaris* spp. intraluminal.

1.2.2 Objetivos específicos

Estabelecer se é possível a utilização de transdutor linear transretal na aquisição de imagens ultrassonográficas de intestino delgado pela técnica transabdominal em potros.

Estabelecer se é possível identificar a presença de *Parascaris* spp. por meio de exame ultrassonográfico transabdominal.

Estabelecer se há correlação entre o número de parasitos identificados durante exames ultrassonográficos e a contagem de OPG.

Estabelecer se há correlação entre alterações identificadas nas alças de intestino delgado quanto à espessura média de parede, diâmetro médio de lúmen e tipo de conteúdo intestinal com a identificação de *Parascaris* spp. em seu interior.

Identificar por meio de ultrassonografia transabdominal alterações no tamanho da população parasitária após a administração de vermífugo.

Estabelecer se há resistência parasitária ao vermífugo utilizado na população avaliada.

Determinar se há correlação entre a eficácia do vermífugo e as imagens obtidas por ultrassonografia transabdominal.

1.3 HIPÓTESES

Acredita-se que a execução da técnica ultrassonográfica transabdominal seja viável com uso de transdutor linear transretal, bem como a identificação de parasitos do gênero *Parascaris* spp.

É possível que exista correlação positiva entre o número de parasitos identificados durante os exames ultrassonográficos e a contagem de OPG.

Espera-se que alterações em espessura média de parede, diâmetro médio de lúmen e tipo de conteúdo intraluminal tenham correlação com a identificação de imagens sugestivas de *Parascaris* spp.

Assume-se que ocorrerá alteração na população parasitária e que esta será identificada por meio de ultrassonografia transabdominal após a administração de vermífugo.

É provável que seja possível identificar a presença de resistência parasitária ao anti-helmíntico escolhido.

2 CAVALOS, DOENÇAS PARASITÁRIAS E DIAGNÓSTICO: O QUÊ PROCURAMOS?

2.1 INTRODUÇÃO

Cavalos evoluíram ao longo de 65 milhões de anos até chegarem ao que hoje reconhecemos e identificamos como indivíduos da espécie *Equus caballus (*Goodwin, 2007; Macfadden, 1986; McHorse *et al*., 2019 e Pickett, 2009). Milhares de anos de evolução tornaram este animal cada vez mais rápido, ágil e pronto a fugir de seus predadores por longas distâncias em terrenos secos, acidentados e de vegetação rasteira (McHorse *et al*., 2019). O desaparecimento dos dígitos até que se tornassem monodáctilos (Macfadden, 1986 e McHorse *et al*., 2019), a coroa dentária bastante proeminente, recoberta por uma espessa camada de cemento formada por um complexo padrão de dobras e cumes, o ganho em altura e alterações nas configurações de crânio e fossas nasais são exemplos das adaptações que os conduziram ao estado de evolução atual (Macfadden, 1986). O desenvolvimento do pastoreio em pastagens baixas, duras e fibrosas, típicas de regiões frias e secas moldou os hábitos alimentares do cavalo, que gastam cerca de 16 horas de seu dia se alimentando, podendo consumir até 50 espécies de forragens e outras plantas em um único dia (Goodwin, 2007 e Pickett, 2009).

Estima-se que a interação entre seres humanos e cavalos tenha se iniciado há cerca de 15.000 anos, como fonte de alimento e couro (Goodwin, 2007 e Klecel; Martyniuk, 2021). A partir de 4.000 a.C. os sinais de domesticação começam a ser identificados e já nos idos de 2.000 a.C. estes animais passaram a ter uma utilidade para o ser humano, primeiro como força de tração, depois como montaria de guerra, esporte e diversão (Klecel; Martyniuk, 2021).

Para os seres humanos esta interação significou maior agilidade no transporte, a capacidade de percorrer maiores distâncias e maior poder bélico (Goodwin, 2007 e Klecel; Martyniuk, 2021). Os cavalos influenciaram e impulsionaram inclusive o surgimento da medicina veterinária, sendo objeto de primeiros estudos anatômicos desde o início do século XVI (Bols; De Porte, 2016 e Lönker *et al*., 2020).

Para os cavalos, entretanto, a História conta uma estória diferente. Embora tidos desde os primórdios como símbolo de riqueza, poder e coragem, ocupando os

mais altos níveis sociais, eles se viram confinados a espaços restritos, com limitação no tempo de acesso e ao tipo de alimentos e, também, no exercício de seu comportamento social natural (Goodwin, 2007 e Klecel; Martyniuk, 2021). Curiosamente, estes animais que sempre foram associados às mais altas camadas econômicas da sociedade, não fazem parte de nenhuma religião ou culto, tendo sempre sido vendidos ou descartados quando não apresentavam mais serventia (Lönker *et al*., (2020). A estrutura de baias, cocheiras, piquetes e até mesmo práticas relacionadas à reprodução e criação destes animais ainda tem pontos coincidentes com os primórdios de sua domesticação, há cerca de 6.000 anos atrás (Klecel; Martyniuk, 2021).

Em uma escala de tempo muito menor, há cerca de 60 anos, as primeiras preocupações com relação à qualidade de vida de animais de produção começaram a solidificar (Broom, 1988). O termo “bem-estar animal” foi cunhado e, desde então, amplamente estudado. Apesar das distorções sofridas por mau uso em consequência de uma abordagem pouco prática e objetiva, bem-estar descreve uma qualidade potencialmente mensurável de um animal vivo em um determinado momento e, portanto, é um conceito científico (Broom, 1988; Cooper; Mason, 2010 e Dalla Costa *et al*., 2014).

As “cinco liberdades” descritas por Broom (1986) ão os primórdios da busca por parâmetros objetivos na avaliação de qualidade de vida dos animais (Broom, 1986; Cooper; Mason, 2010 e Dalla Costa *et al*., 2014). Embora seja nítido o contrassenso ao avaliarmos “liberdades” em animais cativos, estima-se que indivíduos livres de fome, sede e má nutrição; livres de desconforto; livres de medo; livres para expressar seu comportamento natural e livres de dor e doenças sejam animais com bons índices de bem-estar (Broom, 1986).

Bem-estar é um dos conceitos elencados na definição de saúde dada pela Organização Mundial de Saúde em sua Constituição de 1946: “um estado de completo bem-estar físico, mental e social e não apenas a ausência de doença” (WHO, 1946). Entre os níveis de determinantes da saúde existe uma interação contínua, cuja dinâmica é estudada pela disciplina de ecologia das doenças (Hawley; Altizer, 2011 e Honigsbaum, 2016). Este conceito surgiu com Karl Friedrich Meyer, importante médico veterinário infectologista que, ao longo de suas descobertas sobre a encefalomielite equina descreveu o surto ocorrido em 1931 em Kern County

(Califórnia, Estados Unidos) como uma consequência direta das alterações ambientais em favor da disseminação da população de insetos vetores (Honigsbaum, 2016).

A ecologia das doenças reconhece e enfatiza o papel do ambiente e das relações que se estabelecem entre parasita e hospedeiro ao longo do tempo. Ela busca entender a dinâmica de transmissão e o comportamento epidêmico do patógeno e, juntamente com a imunologia ecológica, a resposta individual do hospedeiro e quais fatores podem desestabilizar o complexo equilíbrio que se forma entre eles para que ocorra doença (Hawley; Altizer, 2011).

O reconhecimento do papel da resposta imune do hospedeiro no contexto da complexidade desta interação ocorre ao mesmo tempo em que surgem os conceitos de indivíduos resistentes, resilientes (tolerantes) e susceptíveis às infecções, e com a identificação de diferentes níveis de resistência de parasitos aos mais variados medicamentos (Garnier *et al*., 2016; Hawley; Altizer, 2011 e Klemme; Karvonen, 2017).

Indivíduos são classificados como resilientes (ou tolerantes), susceptíveis e resistentes de acordo com as diferentes respostas imunes que apresentam (Bishop, 2012; Klemme; Karvonen, 2017 e Woolaston; Baker, 1996). O sistema imune de animais resistentes não permite que a infecção se estabeleça ao impedir que larvas parasitas infectantes se estabeleçam ou, até mesmo, eliminando aquelas já implantadas (Woolaston; Baker, 1996). Animais resilientes ou tolerantes, por sua vez, apresentam os mesmos índices zootécnicos de desempenho esperados para aquela espécie ou categoria, apesar de apresentarem altos níveis de infecção (Bishop, 2012 e Woolaston; Baker, 1996). Na contramão estão os indivíduos susceptíveis: estes não contam com resiliência, tolerância ou resistência e apresentam sinais de desequilíbrio entre hospedeiro e parasito, com quedas de índices de bem-estar animal, desempenho zootécnico, além de desenvolvimento de doença parasitária (Bishop, 2012 e Woolaston; Baker, 1996).

O conceito de resistência parasitária foi definido por Prichard *et al*. (1980) como uma característica hereditária de indivíduos capazes de tolerar doses de um composto anti-helmíntico, em um cenário em que os primeiros relatos de falta de eficácia dos medicamentos foram feitos. Assim como Prichard *et al*. (1980), Woolaston; Baker (1996) (1980) tinham por objetivo definir meios que permitissem o

uso racional de anti-helmínticos, de acordo com a necessidade de cada animal, uma vez que até então o controle e tratamento de parasitos baseava-se no uso intensivo e maciço de antiparasitários, levando a um estado difundido e grave de resistência.

Estas definições surgiram associadas ao conceito de que a contagem de ovos por grama de fezes (OPG) correspondia à carga parasitária dos animais e a classificação dos animais em resistentes ou susceptíveis estava vinculada a técnicas coproparasitológicas de contagem e identificação de ovos de parasitos (Woolaston; Baker, 1996). Animais resistentes eram entendidos como aqueles que eliminavam poucos ovos, o exato oposto de animais susceptíveis (Bishop, 2012 e Woolaston; Baker, 1996).

Talvez o método diagnóstico que melhor una os conceitos de patogenicidade do parasito, relação hospedeiro-parasito e resposta do hospedeiro seja a avaliação por meio do cartão FAMACHA© amplamente utilizada em ovinos e adaptada para caprinos (Van-Wyk; Bath, 2004), associada à contagem de ovos por grama de fezes (Burke; Miller, 2008). Embora o conceito de carga parasitária ser representada pela contagem de ovos por grama de fezes tenha sido abandonado, identificar os animais responsáveis pela maior parte da contaminação do ambiente com ovos de parasitos e que desenvolvem doença parasitária cria a perspectiva de selecionar indivíduos que favoreçam um manejo mais racional e equilibrado de medicamentos (Bishop, 2012 e Burke; Miller, 2008).

Ao retornarmos ao ponto de partida – os cavalos, em quem Prichard *et al*. (1980) já reconhecem a presença de resistência parasitária a partir de relatos publicados anteriormente ao seu trabalho – as verminoses nesta espécie aparentam ter um caráter subclínico, provavelmente pela patogenicidade dos parasitos ser suplantada por nutrição adequada e alimentação com produtos de boa qualidade (Peregrine *et al*., 2014), que permitem ao hospedeiro o desenvolvimento de resposta imune adequada. Entretanto, quando o equilíbrio da relação entre parasitos e hospedeiro é perdido em favor dos primeiros, as consequências podem conduzir à síndrome cólica, severa perda de peso e colite associada a diarreia, quadros que representam risco de morte para o animal (Matthews, 2011).

A escalada da resistência anti-helmíntica tornou essencial o desenvolvimento de formas alternativas de manejo para reduzir a seleção para resistência, e uma das abordagens mais promissoras é tratar apenas os animais incapazes de lidar com o

desafio dos parasitos, favorecendo aqueles originários de animais não tratados (Burke; Miller, 2008 e Van-Wyk; Bath, 2004).

Dentro do contexto de relação entre hospedeiro e parasito, do uso indiscriminado de antiparasitários e da consequente solidificação do fenômeno de resistência parasitária, faz-se necessário que técnicas diagnósticas e práticas de manejo tenham por objetivo comum a identificação, controle e tratamento da doença parasitária e não do parasito, como mais uma tentativa de diminuir o uso de vermífugos, para que eles sigam como alternativas viáveis de tratamento para animais que possam estar com sua saúde e bem-estar em perigo.

2.2 PARASITOS E DOENÇAS PARASITÁRIAS EM CAVALOS

A população parasitária que habita o sistema gastrintestinal de cavalos é ampla e constitui-se de famílias e gêneros distintos de nematodas, sendo eles: pequenos estrôngilos (ciatostomíneos), grandes estrôngilos, *Parascaris* spp., *Oxyuris equi*, *Strongyloides westeri*, *Habronema* spp. e, dentre os cestodas, os anoplocefalídeos (Molento, 2005).

Literalmente todos os cavalos que pastam tem algum nível de infestação por parasitos, que se mantém ao longo de toda a sua vida (Matthews, 2011). Na maior parte das vezes, entretanto, os animais não desenvolvem doença parasitária e a infecção se mantém de forma subclínica (Peregrine *et al*., 2014).

Ciatostomíneos e *Parascaris* spp. se destacam como indivíduos capazes de levar à ocorrência de sinais clínicos que comprometem a saúde, bem-estar e desempenho dos cavalos em diferentes fases de vida (Matthews, 2011; Molento, 2005; Nielsen *et al*., 2014 e Peregrine *et al*., 2014).

2.2.1 Ciatostomíneos

O complexo dos pequenos estrôngilos é formado por mais de 50 espécies diferentes que ocorrem em infecções mistas de prevalência variável (Love *et al*., 1999 e Molento, 2005) e compõe o principal grupo de parasitos em animais adultos (Love *et al*., 1999). Os ovos, típicos de estrongilídeos, desenvolvem-se na pastagem até alcanç

arem o estágio de larva L3 infectante, que será ingerida pelo cavalo (Baudena *et al*., 2000 e Love *et al*., 1999). No período em que está se desenvolvendo na pastagem, estas larvas ficam expostas a condições climáticas que lhes confere um caráter sazonal de infecção: as formas infectantes são mais frequentes nos meses do ano em que a temperatura varia entre 5 e 18ºC (Baudena *et al*., 2000).

Após sua ingestão, as larvas L3 penetram na mucosa de alças do intestino grosso (ceco e cólon) formando cistos onde se desenvolvem do estágio L3 para o estágio L4. Durante esta fase, as larvas podem entrar em um estado de hipobiose que pode durar até dois anos. Quando grandes quantidades de larvas emergem concomitantemente para a luz intestinal, causam enteropatia inflamatória grave, reconhecida como ciatostominose larval, com taxa de letalidade de até 50% (Love *et al*., 1999).

A relação entre estes parasitos e o cavalo gera uma resposta imunomediada que confere certa resistência à reinfecção por parte dos cavalos (Klei; Chapman, 1999). O controle e tratamento destes estrongilídeos deve levar em consideração as características sazonais de sua infestação, bem como a ineficácia da maior parte dos compostos químicos em alcançar os estágios larvais encistados na mucosa intestinal (Baudena *et al*., 2000 e Bellaw *et al*., 2018). Estudos recentes conduzidos por Bellaw *et al*. (2018) confirmaram resistência destes parasitos ao febendazol, princípio ativo pertencente à família dos benzimidazois (BZ) e susceptibilidade dos estágios imaturos e adultos à moxidectina (lactona macrocíclica – LM).

2.2.2 *Parascaris* spp.

Os ascarídeos do gênero *Parascaris* spp. foram identificados em 1782 e em 1887 duas espécies foram descritas: *P. univalens* e *P. equorum*. A diferenciação das espécies por caracteres morfológicos é de difícil execução e só é possível realizá-la a partir de estudos envolvendo cariotipagem e citogenética (Biocca *et al*., 1978). Do ponto de vista prático, ao longo dos anos referimo-nos a este parasito como *P. equorum* embora, já em 1978, Bullini *et al*. (1978) tenham descrito que dos 2238 espécimes analisados em seu estudo, 93,48% eram da espécie *P. univalens*. Tydén *et al*. (2013) reencontraram indícios de *P. univalens* e em estudo posterior, conduzido

por Nielsen *et al*. (2014), determinou-se que todas as amostras estudadas eram formadas exclusivamente por população de *P. univalens*.

Pouco se sabe quais serão as implicações na prática clínica da identificação destes parasitos. Todavia, em nível molecular – no tocante ao depósito de dados em bancos genéticos – faz-se necessária a identificação em nível de espécie. Desta forma, estudos posteriores poderão identificar de forma adequada eventuais diferenças quanto à resistência parasitária, por exemplo (Jabbar *et al*., 2014 e Nielsen *et al*., 2014). Enquanto não houver informações epidemiológicas claras a respeito da população estudada, recomenda-se que estes parasitos sejam mencionados como *Parascaris* spp. (Nielsen *et al*., 2014).

Parascaris spp. é o ascarídeo de importância na parasitologia veterinária de cavalos, de especial relevância para potros entre cinco e oito meses de idade (Clayton; Duncan, 1977 e Nielsen *et al*., 2014), uma vez que nesta faixa etária seu sistema imune ainda não é capaz de combater este parasito de forma efetiva. Anticorpos do tipo IgE anti-*Parascaris* spp. são transmitidos através do colostro materno para o potro já nas primeiras horas de vida (Burk *et al*., 2016 e Marti *et al*., 2009). Entretanto, até os seis meses de idade a ausência de mastócitos na mucosa intestinal limita o desenvolvimento de resposta imune efetiva destes animais contra infecções por este parasito (Marti *et al*., 2009). A partir desta idade se inicia a produção de IgE endógena, em substituição àquelas adquiridas passivamente e cuja concentração foi decaindo lentamente com o amadurecimento do potro (Burk *et al*., 2016 e Marti *et al*., 2009), conferindo níveis crescentes de resistência dos cavalos a este parasito até que, habitualmente, não se encontrem mais animais positivos com mais de 18 meses de idade (Clayton; Duncan, 1979), embora existam relatos esporádicos de sua ocorrência em animais adultos (Othman; Alzuheir, 2019; Rehbein *et al*., 2013 e Scala *et al*., 2021).

Levantamentos conduzidos por Rehbein *et al*. (2013) na Alemanha entre os anos de 2002 e 2003, por Othman; Alzuheir (2019) na Palestina no período de 2015 a 2017 e por Scala *et al*. (2021) na Itália de 2015 a 2016, reportam, respectivamente, a seguinte frequência de *Parascaris* spp. em indivíduos adultos (> 3 anos de idade): 8,8% (400 animais incluídos no estudo), 10,9% (435 animais no estudo) e 26% (6896 animais). O achado inesperado nesta categoria animal pode estar relacionado condições pobres de bem-estar animal, como lotação de pastagem excessiva, com consequente desnutrição e imunocomprometimento. Também pode ser associada

com a ocorrência de doenças concomitantes à infecção por este parasito que, ao comprometerem a resposta imune do hospedeiro, conduziriam a estado ideal para desenvolvimento da parascaridiose (Jenkins *et al*., 2020 e Scala *et al*., 2021). A ocorrência de patência do *Parascaris* spp. em indivíduos adultos e imunocompetentes, ou seja: sua habilidade em se desenvolver no hospedeiro de forma completa, alcançando a maturidade sexual e consequente eliminação de ovos, escapando aos mecanismos imunológicos de defesa do hospedeiro, também pode estar relacionada com o fenômeno de resistência parasitária.

Este ascarídeo, apesar de seu ciclo evolutivo direto, apresenta fases migratórias pelo fígado e pulmões dos animais infectados (Clayton; Duncan, 1977, 1978). Os ovos, protegidos por uma tripla camada proteica, tem longa viabilidade no ambiente e são ingeridos pelos potros alcançando seu intestino delgado, onde as larvas L3 eclodem. De lá migram para o fígado onde permanecem por cerca de 14 dias até se deslocarem para os pulmões. Dos pulmões, as larvas ainda imaturas, migram ativamente para a traqueia e, então, são deglutidas retornando ao intestino delgado (Clayton; Duncan, 1979, 1977). É no intestino delgado que *Parascaris* spp. termina seu desenvolvimento, alcançando o tamanho adulto (Clayton; Duncan, 1977) – de 4 a 8 mm de diâmetro alcançando até 40 cm de comprimento (Biocca *et al*., 1978). Lá as fêmeas adultas depositam milhares de ovos ao dia e, juntamente com indivíduos machos e, também, com estágios imaturos em crescimento, são capazes de causar inflamação da parede intestinal e ocluir seu lúmen (Clayton; Duncan, 1979, 1977, 1978).

Os sinais clínicos variam desde diminuição em queda nos índices de crescimento passando por problemas gastrintestinais, como síndrome cólica e diarreia, podendo culminar em morte do animal. A interação entre hospedeiro e parasito pode resultar em diferentes danos aos primeiros, variando de acordo com a localização de *Parascaris* spp. Danos mecânicos causados pela migração de suas larvas através de pulmões e traqueia induzem tosse e secreção nasal bilateral purulenta (Nicholls *et al*., 1978). Observa-se prejuízo do processo digestivo em consequência da presença de larvas e formas adultas no intestino delgado, com consequente diarreia e eventual obstrução da luz intestinal (Clayton; Duncan, 1979). Há, também, perda geral de condição corporal e sanitária do potro, que passa a se

mostrar letárgico, prostrado, anoréxico, com pelagem opaca e abdômen abaulado, além de diminuição no ganho de peso (Clayton; Duncan, 1977, 1978).

A fase intestinal do parasito representa risco direto à vida do potro: a habilidade de formar êmbolos parasitários que podem conduzir à obstrução total da alça, com consequente ruptura, peritonite e/ou intussuscepção está associada tanto ao seu tamanho e quantidade quanto à administração prévia de vermífugos que causam sua paralisia (Clayton, 1986; Southwood *et al*., 1998 e Tatz *et al*., 2012). Nos casos em que o quadro evolui para a morte do animal, os achados macro e microscópicos de necrópsia incluem identificação de exsudato traqueo-broquial mucoso (Clayton; Duncan, 1978 e Nicholls *et al*., 1978) associados a eosinofilia pulmonar (Nicholls *et al*., 1978). No fígado lesões macro e microscópicas são descritas como fibrose e infiltração eosinofílica (Brown; Clayton, 1979). Alças de intestino delgado podem encontrar-se total ou parcialmente obstruídas por êmbolos parasitários, com ou sem ruptura ou intussuscepção em suas proximidades (Clayton, 1986; Southwood *et al*., 1998 e Tatz *et al*., 2012).

A obstrução da alça intestinal por estes ascarídeos tem resolução cirúrgica, de prevalência e prognóstico variáveis ao longo dos anos e localidades. Cable *et al*. (1997) verificaram em estudo retrospectivo 119 procedimentos cirúrgicos realizados em potros (neonatos a 12 meses de idade) entre os anos de 1977 e 1994 na Universidade de Cornell, Nova Iorque, Estados Unidos. Dos animais incluídos no estudo, 3 (2,52%) foram submetidos a laparotomia exploratória por afecção diretamente causada por *Parascaris* spp., embora haja descrição de que os 31 casos distribuídos entre enterite e intussuscepção possam ter este parasito como agente etiológico.

Vatistas *et al*. (1996) conduziram estudo semelhante ao fazerem levantamento dos procedimentos cirúrgicos realizados entre os anos de 1980 e 1992 na Universidade da California (California, Estados Unidos). Dos 67 casos, apenas 4 deveram-se à obstrução por ascarídeos (5,97%) uma vez que a faixa etária de maior ocorrência (animais entre 5 e 8 meses de idade) foi excluída do estudo. Apenas dois potros sobreviveram a longo prazo (acompanhamento até 3 anos de pós-operatório) e a morte dos outros dois deveu-se à ruptura de alça de intestino, com consequente eutanásia do animal durante a cirurgia e à aderência de 10 m de alças de delgado, com consequente eutanásia do animal 10 meses depois da alta hospitalar.

Southwood *et al*. (1996) descreveram sobrevivência a longo prazo (mais de dois anos) de apenas 10% dos potros que foram operados em decorrência de êmbolo parasitário. Prognósticos e taxas de sobrevivência melhores foram alcançados em levantamentos mais recentes: 27% no levantamento feito por Cribb *et al*. (2006) em 2006, referente a 25 casos cirúrgicos entre os anos de 1985 e 2004 do Hospital Veterinário Universitário da Ontario Veterinary College (Ontario, Canadá) e 60% no estudo conduzido por Tatz *et al*. (2012).

O levantamento de Tatz *et al*. (2012) envolveu 15 animais operados entre os anos de 2002 e 2011 no Hospital Veterinário Universitário da Koret School of Veterinary Medicine (Rehovot, Israel). Neste estudo identificou-se que 80% dos animais apresentavam histórico de administração de vermífugo nas 24 horas antecedentes ao aparecimento de sinais clínicos e a confirmação do diagnóstico de parascaridiose ocorreu por meio de ultrassonografia transabdominal em 90% dos animais submetidos a esta técnica diagnóstica. Destes, 20% deles apresentaram imagens condizentes com *Parascaris* spp. no lúmen do intestino delgado.

O diagnóstico e tratamento baseiam-se em práticas tradicionais que preveem a identificação de ovos eliminados nas fezes do hospedeiro por meio de técnicas coproparasitológicas tradicionais envolvendo a contagem de ovos por grama de fezes (OPG) (Andersen *et al*., 2013). O uso supressivo de princípios ativos de forma alternada e em intervalos fixos constitui a base do tratamento contra este parasito. Entretanto, de maneira contrária aos ciatostomíneos, estudos relatam o desenvolvimento de resistência às lactonas macrocíclicas e susceptibilidade aos benzimidazois (Matthews, 2011 e Peregrine *et al*., 2014).

2.3 DIAGNÓSTICO NA PARASITOLOGIA VETERINÁRIA

O diagnóstico na parasitologia veterinária envolvendo animais de produção baseia-se em diferentes técnicas para a contagem de ovos (Andersen *et al*., 2013). Descrita de forma pioneira por Gordon; Whitlock (1939), e melhorada com o desenvolvimento da câmara mini-FLOTAC® (Cringoli *et al*., 2017), estas técnicas se apoiam em fatores de multiplicação que estão correlacionados com um volume conhecido de uma solução previamente obtida a partir da homogeneização de um solvente saturado e uma quantidade pré-determinada da amostra. A flutuação dos

ovos em decorrência de sua menor densidade, quando comparados à solução preparada, permite sua identificação de forma mais clara do que métodos que preveem, exclusivamente, a observação das fezes diretamente ao microscópio (Cringoli *et al*., 2017 e Gordon; Whitlock, 1939).

Embora a modernização do método com o surgimento da técnica mini-FLOTAC® tenha aumentado a acurácia, sensibilidade e precisão das contagens de OPG (Cringoli *et al*., 2017 e Dias de Castro *et al*., 2017), ainda assim estas análises baseiam-se na identificação de ovos eliminados nas fezes do hospedeiro, implicando somente em reconhecimento de infecções patentes, ou seja, infecções em que há a o desenvolvimento completo de pelo menos uma fêmea até que esta passe a se reproduzir (Andersen *et al*., 2013).

Pois sabe-se que tanto as infecções por ciatostomíneos como aquelas por *Parascaris* spp. tem, como agravantes, fases de seu ciclo em que eles se apresentam em suas formas imaturas: a eclosão de larvas de pequenos estrôngilos em hipobiose (Love *et al*., 1999) e ascarídeos que ainda não alcançaram o total desenvolvimento (Clayton; Duncan, 1979, 1977, 1978). Além disto, como foi descrito por Clayton; Duncan (1977) e, mais recentemente, por Nielsen *et al*. (2010) e Fabiani *et al*. (2016), não há correlação entre o número de ovos eliminados e aquilo que representa o real fator de risco para o potro: a quantidade de ascarídeos e/ou ciatostomíneos encontrados no interior de seu intestino.

Outras limitações recentemente ligadas a técnicas que implicam no diagnóstico indireto de *Parascaris* spp. por meio da identificação e contagem de seus ovos foram descritas por Wilkes *et al*. (2016) em seu trabalho, em que diferenças estatísticas significativas foram encontradas no número de ovos em diferentes porções da mesma amostra, em diferentes bolos fecais de um mesmo dia e em diferentes bolos fecais de dias diferentes quando comparadas entre si e umas com as outras.

Com essas limitações nasce o desafio por novas técnicas diagnósticas que permitam a identificação de *Parascaris* spp. também em seu período pré-patente ou, então, em uma abordagem mais ampla, permitam a identificação do resultado negativo da interação entre o hospedeiro e o parasito: a doença parasitária. A importância no desenvolvimento de técnicas analíticas mais diretas, precisas e

objetivas vai além da acurácia do diagnóstico, uma vez que elas são usadas, também, como medidas de resistência parasitária aos anti-helmínticos.

2.4 CONTROLE, TRATAMENTO E A RESISTÊNCIA PARASITÁRIA AOS ANTI-HELMÍNTICOS

O controle de parasitos e o tratamento de doenças parasitárias deveriam basear-se em práticas de manejo e no uso de anti-helmínticos – desde que associado a dados epidemiológicos e a exames coproparasitológicos e testes de redução na contagem de ovos fecais (TRCOF) para identificação dos níveis de susceptibilidade daquela população parasitária ao medicamento escolhido (Fabiani *et al*., 2016, Reinemeyer, 2009 e Wilkes *et al*., 2019).

No tocante ao controle da infecção por *Parascaris* spp., alguns fatores de risco são descritos e devem ser, sempre que possível, evitados. São eles: idade do animal, idade ao desmame, tamanho e taxa de lotação da propriedade, limpeza das instalações e uso de esterco como fertilizante nas pastagens (Aromaa *et al*., 2018; Fritzen *et al*., 2010; Hautala *et al*., 2019; Relf *et al*., 2013 e Scala *et al*., 2021). Animais com até um ano de idade constituem o grupo de maior risco à infecção e desenvolvimento de doença parasitária por este ascarídeo (Aromaa *et al*., 2018; Fritzen *et al*., 2010; Hautala *et al*., 2019; Relf *et al*., 2013 e Scala *et al*., 2021). Grandes propriedades alojando muitos animais jovens também caracterizam situação de risco aos potros, especialmente aquelas em que há superlotação das pastagens e reutilização, ano após ano, dos mesmos piquetes e baias aumentando a probabilidade de ingestão dos ovos (Aromaa *et al*., 2018; Fritzen *et al*., 2010; Hautala *et al*., 2019 e Relf *et al*., 2013).

Naturalmente o desmame do potro ocorreria entre oito e nove meses de vida (Goodwin, 2007), mas as práticas de manejo atual adiantaram este momento para cinco a seis meses de idade, gerando uma resposta adrenocorticotrópica com intensa liberação de cortisol, que pode levar à inibição da resposta imune do potro justamente no momento crucial de transição entre imunidade passiva e ativa-adaptativa (McCall *et al*., 1987), predispondo-o ao desenvolvimento de parascaridiose (Nielsen, 2016).

A limpeza regular e periódica das baias, cocheiras e de piquetes diminui a exposição dos potros ao risco de infecção e constitui uma prática de manejo a ser

implementada na propriedade (Aromaa *et al*., 2018 e Nielsen, 2016), bem como a compostagem do esterco antes de ser utilizado como fertilizante das pastagens (Fritzen *et al*., 2010). Estas práticas desempenham um papel crítico na epidemiologia de *Parascaris* spp, uma vez que seus ovos são, caracteristicamente, resistentes às condições ambientais (umidade, radiação solar e temperatura) (Fritzen *et al*., 2010; Hautala *et al*., 2019; McCall *et al*., 1987; Nielsen, 2016 e Relf *et al*., 2013). Todavia, não foram encontrados estudos que avaliem objetivamente quais produtos químicos (e suas respectivas doses) são capazes de inativá-los ou eliminá-los do ambiente.

Todo potro com menos de um ano de idade deve ser considerado como em situação de risco quando considerada a infecção por *Parascaris* spp., uma vez que seu sistema imune ainda não tem habilidade completa para montar uma resposta eficiente contra este parasito (Nielsen, 2016). Entretanto, ele apresenta um longo período pré-patente, ou seja, o período decorrido entre a ingestão do ovo com L3 infectante até o momento em que os primeiros parasitos adultos começam a eliminar seus próprios ovos, varia de 10 a 12 semanas (Clayton; Duncan, 1979). Antes deste período, é desaconselhado o uso de vermífugos nos potros, já que a maior parte dos princípios ativos não tem ação nas formas parasitárias imaturas (larvais). Desta forma, a administração de anti-helmínticos não deve se iniciar antes dos 60 a 90 dias de vida do animal e deve considerar práticas de manejo da propriedade, idade ao desmame e sensibilidade da população parasitária ao produto escolhido (Nielsen, 2016).

De um modo geral, existem três grandes classes de anti-parasitários (AP) validados para uso em equinos: benzimidazois (BZ), lactonas macrocíclicas (LM) e tetrahidropirimidinas (Nielsen *et al*., 2014 e Von Samson-Himmelstjerna, 2012). São exemplos, respectivamente: febendazol, ivermectina/ moxidectina e pirantel. Práticas tradicionais de manejo convencionalmente realizadas em propriedades de cria e recria de equinos preveem o uso de vermífugos em todos os potros a partir de 30 dias de idade, independentemente de análises coproparasitológicas ou manifestação de sinais clínicos, com rotação rápida de princípios ativos que são administrados em um curto espaço de tempo seguindo-se um protocolo fixo (Molento, 2005 e Reinemeyer, 2012).

Resistência parasitária (RP) foi definida por Prichard *et al*. (1980) como a habilidade dos parasitos de tolerar doses de um composto (e sobreviver a ele) que seriam normalmente letais para indivíduos da sua espécie, com características

hereditárias e que resulta de uma resposta adaptativa à pressão de seleção exercida pelo uso de anti-helmínticos (Reinemeyer, 2012).

Sutherst; Comins (1979), ao descreverem práticas de manejo para evitar resistência parasitária no carrapato bovino *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* elencaram três fatores no surgimento de RP: o estabelecimento, que ocorre por acaso em decorrência de mutações aleatórias; o desenvolvimento e dispersão que ocorrem em consequência do uso de parasiticidas (pressão de seleção) e, por último, a manifestação da resistência, que é a percepção de sua ocorrência a partir da identificação da ineficácia dos compostos.

Acredita-se que praticamente toda a população de nematodas gastrintestinais de cavalos de países desenvolvidos apresentem um certo grau de resistência graças à pressão de seleção aplicada pelo uso indiscriminado de anti-helmínticos (AH) (Wood *et al*., 2013). Esta situação é agravada por fortes indícios de que uma vez estabelecida, a RP não pode ser revertida, ou seja: os parasitos não retornam à condição pré-adaptativa (Matthews, 2011; Molento, 2005 e Peregrine *et al*., 2014).

Isto pode ser explicado pela composição da população quanto aos genes de resistência, conforme descreve Molento (2005): há uma parcela mínima de indivíduos que são homozigoto resistentes (RR). Esta característica tem caráter dominante sobre o indivíduo homozigoto susceptível (SS), gerando indivíduos heterozigotos (HR ou SR) que expressarão a habilidade de escapar aos AH. Aplicando-se este conceito às práticas supressivas de controle parasitário, tem-se que a população homozigota e heterozigota resistente é cada vez mais selecionada, estabelecendo definitivamente o quadro de resistência parasitária clínica (Van Wyk, 2001).

Altos níveis de resistência dos *Parascaris* spp. a lactonas macrocíclicas são amplamente descritos, especialmente naquelas propriedades em que há uso frequente desta classe de vermífugos (Von Samson-Himmelstjerna, 2012). Mais recentemente, níveis variados de ineficácia de sais de pirantel e benzimidazois foram identificados e relatados (Hautala *et al*., 2019 e Peregrine *et al*., 2014).

Em cavalos somente um teste é aplicado para a avaliação dos níveis de eficácia dos medicamentos: o teste de redução na contagem dos ovos das fezes ou TRCOF. Este teste depende das contagens de ovos nas amostras fecais e compara as médias de grupos controle e tratamento após a administração do anti-helmíntico escolhido (Coles *et al*., 1992 e Von Samson-Himmelstjerna, 2012).

Os níveis de eficácia de diferentes compostos contra ciatostomíneos estão bem estabelecidos: pirantel apresentava entre 95 e 100%, lactonas macrocíclicas reduziam 99% da contagem de ovos e benzimidazois alcançavam valores próximos a 95% (Coles *et al*., 1992). As diretrizes da Associação Mundial para Avanços em Parasitologia Veterinária (WAAVP – *World Association for the Advancements of Veterinary Parasitology*) estipulam que, para ciatostomíneos, valores de TRCOF inferiores a 90% indicam a presença de RP por parte destes parasitos (Coles *et al*., 1992).

Até o presente momento não há descrição de valores de eficácia esperados para a interação entre anti-helmínticos e *Parascaris* spp. Novas diretrizes da WAAVP devem ser publicadas em breve (Geurden *et al*., 2022) – *in press*) e talvez tragam novos dados a respeito deste parasito. Da mesma forma, o TRCOF também não foi validado para a avaliação de níveis de resistência desta espécie parasitária e espera-se que as diretrizes a serem divulgadas ainda este ano (Kaplan *et al*., 2023) – submetido) padronizem a aplicação deste teste.

Em estudo conduzido em propriedades da Nova Zelândia nos anos de 2008 e 2011, envolvendo potros de três raças diferentes, Morris *et al*. (2019) relataram níveis de eficácia acima de 95% de redução no TRCOF de *Parascaris* spp. como resultado da administração de oxibendazole, da associação de oxibendazole e ivermectina em 2008, enquanto em 2011 registrou-se eficácia apenas da associação entre pirantel e oxibendazole e níveis de resistência aos antiparasitários que possuíam lactonas macrocíclicas em sua composição.

Com o intuito de desenvolver parâmetros objetivos baseados em evidências visando o diagnóstico de RP, é preciso considerar a miríade de variáveis envolvidas na quantificação do número de ovos por grama de fezes, sejam elas de origem biológicas ou técnicas (Vidyashankar *et al*, 2012). Conforme descrito por Wilkes *et al*. (2016), um dos problemas de ordem biológica é a grande variação na distribuição dos ovos de *Parascaris* spp. pelas amostras. Dentro das limitações técnicas cabe ressaltar que simples variações no número de animais incluídos nos grupos controle e tratamento envolvidos no teste geram variações expressivas de significância estatística (Von Samson-Himmelstjerna, 2012). Assim, para diagnosticar com precisão a resistência com base nos dados de TRCOF, é importante reduzir os níveis de variabilidade por meio de um desenho de estudo aprimorado e, em seguida, lidar

com a variabilidade inerente que não pode ser removida, realizando uma análise estatística completa e adequada (Von Samson-Himmelstjerna, 2012 e Vidyashankar *et al*., 2012).

Programas de controle parasitário devem preencher de forma satisfatória as seguintes necessidades: risco de ocorrência de doença parasitária baixo, uso de antiparasitários deve ser o mais reduzido possível e a eliminação de ovos pelo hospedeiro deve ser pequena, diminuindo a contaminação ambiental (Nielsen *et al*., 2014).

Como tentativa de diminuir a seleção para RP e desacelerar sua disseminação, Van Wyk (2001) propôs que somente parte do rebanho receba antiparasitários (tratamento seletivo), criando o conceito de *refugia*. Este termo foi cunhado visando a parcela da população de parasitos que não é exposta aos efeitos dos AH, ou seja, os indivíduos que estão em suas fases ambientais (Hodgkinson *et al*., 2019 e Van Wyk, 2001) – ou, no caso dos ciatostomíneos, em período de hipobiose (Hodgkinson *et al*., 2019). Respeitando-se o conceito de refugia e de tratamento seletivo preservam-se os indivíduos portadores de alelos susceptíveis e os efeitos da RP se diluem (Hodgkinson *et al*., 2019 e Molento, 2005).

A aplicação de tratamento seletivo em cavalos jovens apresenta controvérsias, especialmente no tocante ao controle de *Parascaris* spp. Diversos autores (Nielsen *et al*., 2014; Nielsen, 2016; Reinemeyer; Nielsen, 2017 e Von Samson-Himmelstjerna, 2012) afirmam que a aplicação de tratamento seletivo em potros não é recomendada, uma vez que características de resiliência e susceptibilidade do hospedeiro estão correlacionadas ao sistema imune, que não está totalmente desenvolvido nesta categoria animal. Além disso, a adesão ao sistema de linhas de corte é prejudicada pelas características biológicas destes ascarídeos na eliminação de seus ovos: falsos negativos podem ocorrer (Nielsen *et al*., 2014 e Wilkes *et al*., 2019) e o número de ovos encontrados não representa o número de parasitos intraluminais (Clayton; Duncan, 1977 e Wilkes *et al*., 2016, 2019). Nielsen *et al*., (2014) afirmam que a abordagem preventiva no tratamento destes animais pode ser um dos fatores de risco no desenvolvimento de RP que é encontrada nos animais adultos, uma vez que estão expostos a grande pressão de seleção e carregarão esta fauna parasitária consigo nos próximos períodos de vida.

2.5 NOVAS TECNOLOGIAS DIAGNÓSTICAS

Como exposto anteriormente, as técnicas diagnósticas envolvendo a contagem de ovos por grama de fezes são boas ferramentas para uma análise qualitativa da presença de ascarídeos em cavalos. Todavia, a ausência de correlação entre a carga parasitária e o número de ovos, bem como a ineficácia destas técnicas em identificar fases imaturas deste parasito (Clayton; Duncan, 1977 e Nielsen *et al*., 2010) criam a demanda por novas formas de diagnóstico cuja capacidade de detecção vá além da identificação do animal portador do parasito, estendendo-se a meios que permitam apontar o animal em risco de desenvolvimento de doença parasitária para que medidas preventivas possam ser tomadas. Além disso, com os crescentes níveis de resistência do *Parascaris* spp. a várias classes de anti-helmínticos, é cada vez mais importante expandir as opções de vigilância para que as frequências de tratamento possam ser reduzidas sem efeitos adversos na saúde dos equinos (Burk *et al*., 2016).

Proudman; Trees (1996) desenvolveram um teste sorológico imunoenzimático (*Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay* – ELISA) capaz de identificar com 95% de especificidade e 68% de sensibilidade infecções pelos cestódeos *Anoplocephala perfoliata* a partir de soro equino, com aplicação prática no diagnóstico deste parasito. Avanços foram feitos no diagnóstico sorológico de ciatostomíneos, com o estudo realizado por Mitchell *et al*. (2016) que permite a identificação dos estágios larvais hipobióticos desse parasito com 95% de especificidade e até 100% de sensibilidade dependendo da espécie de pequeno estrôngilo envolvida. Tentativas foram feitas neste sentido com a aplicação de técnicas sorológicas para identificação de anticorpos anti-*Parascaris* spp. (Burk *et al*., 2016), entretanto, não foi possível diferenciar anticorpos maternos recebidos pelo colostro daqueles desenvolvidos pelo potro após contato com este parasito, eliminando a sorologia como uma alternativa.

O diagnóstico sorológico pode não ser útil em nível individual devido à variabilidade na resposta de anticorpos à infecção parasitária, à taxa de declínio dos níveis de anticorpos em cavalos pós-tratamento e modificação parasitária do sistema imunológico do hospedeiro. Além disso, a natureza ubiquitária de *Parascaris* spp. e dos ciatostomíneos significa que os animais serão expostos ao parasita durante sua vida sem necessariamente estarem infectados no momento da amostragem (Mitchell *et al*., 2016 e Proudman; Trees, 1996).

Ferramentas biomoleculares foram aplicadas para a identificação de parasitos por meio da reação em cadeia da polimerase (*Polymerase Chain reaction* – PCR), bem como de variações genéticas no hospedeiro devidas à interação com parasitas que podem influenciar os mecanismos de resistência e diferentes respostas imunes que os primeiros apresentam frente ao mesmo nível de infecção com o objetivo de melhorar o entendimento da relação entre parasito e hospedeiro (Hunt; Lello, 2012 e Kumar *et al*., 2020). Os diferentes mecanismos de resistência parasitária têm sido extensivamente estudados por meio de testes biomoleculares, em busca das mutações que criaram nos parasitos a habilidade de escapar aos anti-helmínticos. Vários polimorfismos de nucleotídeo único (*Single Nucleotide Polimorphism* – SNPs) de β-tubulina foram associados à resistência a benzimidazois em várias espécies de helmintos e incluem uma substituição de fenilalanina por tirosina no aminoácido de posição 200 na cadeia proteica (Kwa *et al*., 1994), fenilalanina para tirosina (Ghisi *et al*., 2007) ou fenilalanina para histidina no aminoácido 167 (Silvestre; Cabaret, 2002), e ácido glutâmico para alanina no aminoácido 198 (Silvestre; Cabaret, 2002).

Além da necessidade de acuidade diagnóstica vinculada aos fatores expostos anteriormente, *Parascaris* spp. traz consigo mais um desafio: o uso de vermífugos em potros portadores deste parasito representa um fator de risco no desenvolvimento de cólica por obstrução no intestino delgado (Tatz *et al*., 2012), exigindo novas ferramentas diagnósticas capazes de identificar quais são os animais que não devem ser expostos a esta condição. No trabalho desenvolvido por Nielsen *et al*. (2016), em que potros foram submetidos a ultrassonografia transabdominal e depois à eutanásia para que o número de parasitos (imaturos e desenvolvidos) pudesse ser contado, estabeleceu-se que esta técnica é sensível e eficaz na identificação de cargas parasitárias formadas por pelo menos 10 ascarídeos que, de acordo com o mesmo autor, não representa risco de obstrução do intestino delgado.

2.5.1 A ultrassonografia transabdominal em potros

A técnica de ultrassonografia foi aplicada pela primeira vez na medicina veterinária por Ivan Lindahl (1966), ao realizar diagnóstico de gestação em ovelhas e desde então sua aplicação cresce e se difunde. Em 1976 James *et al*. (1976) descreveram seu uso como ferramenta para diagnóstico de afecções abdominais e

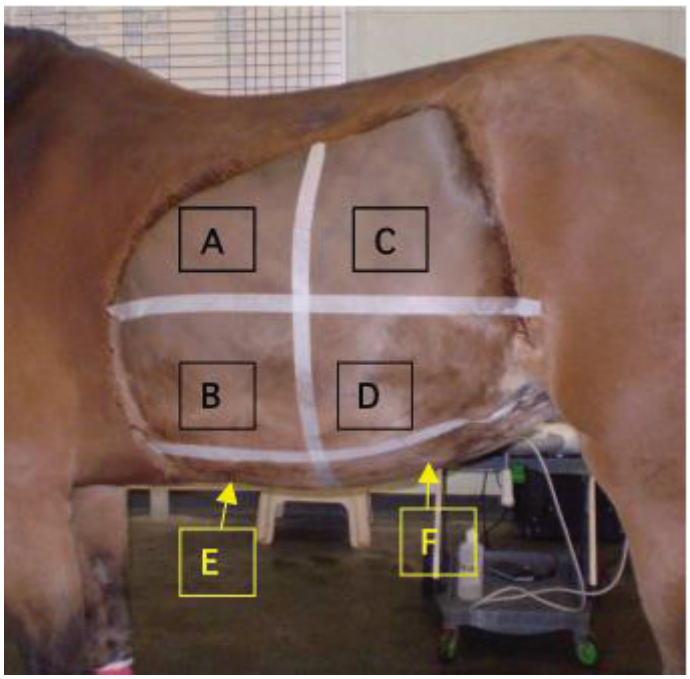
em 1983 a aplicabilidade desta técnica estendeu-se à identificação de afecções intra-abdominais em potros com o diagnóstico de um abscesso (Hanselaer; Nyland, 1984). A partir de 1992, ela passou a ser explorada como ferramenta auxiliar no diagnóstico da etiologia de síndrome cólica (McGladdery, 1992).

A ultrassonografia pediátrica na medicina veterinária equina ganhou crescente destaque por ser um exame não invasivo, bem tolerado pelos potros e capaz de identificar alterações em estruturas que, por outros meios diagnósticos como a radiografia ou a palpação retal não seriam possíveis considerando-se limitações decorrentes do tamanho desses animais (Bain, 2012 e McAuliffe, 2004).

Para a correta interpretação dos achados ultrassonográficos, faz-se necessário conhecimento minucioso a respeito da anatomia da região escaneada e de como os diferentes meios (ar, líquido e sólido) interagem com as ondas ultrassonográficas emitidas pelo aparelho (Rantanen; Ewing, 1981 e Reef, 1991a). Esta interação gera diferentes fenômenos físicos, tais como propagação do som, impedância acústica, reverberação, atenuação, absorção e reflexão, que serão traduzidos em imagens em escala de cinza que representam densidade e profundidade das estruturas avaliadas (Reef, 1991a). O tom de cinza atribuído varia de acordo com a intensidade do eco recebido pelo aparelho, de forma a obterem-se imagens que variam de hiperecogênicas ou hiperecóicas (eco muito forte, geralmente representado em branco – cálcio e ar) a anecoicas (eco inexistente, pois ondas foram absorvidas pela estrutura, geralmente representado em preto – líquido e gordura), com imagens ecogênicas e hipoecogênicas (ecóicas e hipoecóicas) entre elas (Rantanen; Ewing, 1981 e Reef, 1991a).

A aparência ultrassonográfica de estruturas abdominais, como bexiga, rins, fígado, baço, estômago e alças intestinais foram amplamente descritas em animais adultos. Williams *et al*. (2014) fizeram uma avaliação dos achados ultrassonográficos normais quanto à localização das estruturas intra-abdominais e, em seu estudo, descreveram seis regiões, também chamadas de janelas ultrassonográficas, em que tipicamente as estruturas são encontradas (FIGURA 1). Alças de intestino delgado foram consistentemente encontradas nas regiões ventrais do abdômen, com acesso pelo lado esquerdo do animal.

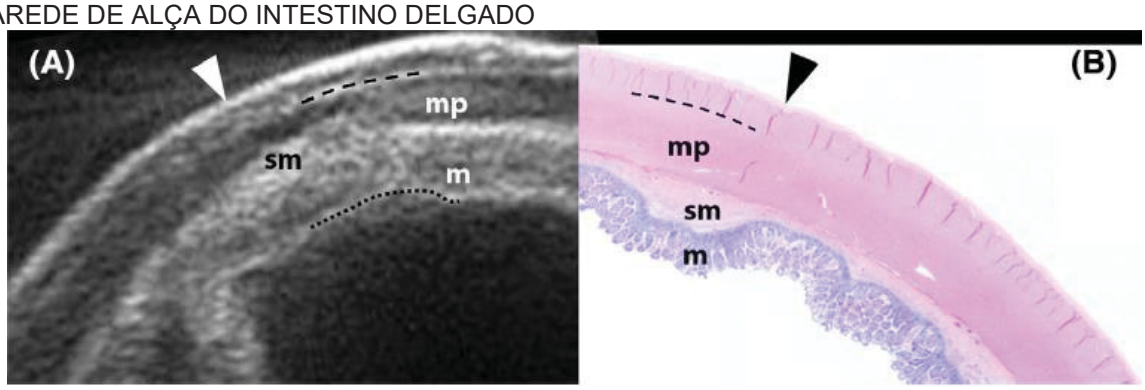
FIGURA 1. FOTOGRAFIA DO ABDÔMEN ESQUERDO DE UM CAVALO, ILUSTRANDO AS SEIS REGIÕES (JANELAS) ULTRASSONOGRÁFICAS AVALIADAS.



A: flanco esquerdo, região crânio-dorsal. B: flanco esquerdo, região crânio-ventral. C: flanco esquerdo, região caudo-dorsal. D: flanco esquerdo, região caudo-ventral. E: abdômen ventral, região cranial. F: abdômen ventral, região caudal.
Reprodução de Williams, S.; Cooper, J. D.; Freeman, S. L. Evaluation of normal findings using a detailed and focused technique for transcutaneous abdominal ultrasonography in the horse. BMC Vet. Res. 10, 1–8 (2014).

O exame ultrassonográfico das estruturas gastrintestinais permite a identificação de diversas alterações, tais como anormalidades de posicionamento anatômico e tamanho, mudanças no peristaltismo, espessura da parede dos órgãos cavitários, além de seu conteúdo e diâmetro (Bain, 2012; Epstein *et al*., 2008 e McAuliffe, 2004). A visualização da parede do intestino delgado permite a identificação de camadas, de ecogenicidade variada, em correspondência àquelas histológicas, conforme pode ser visualizado na FIGURA 2: serosa (hiperecoica), muscular (hipoecoica), submucosa hiperecoica) e mucosa (hipoecoica). A interação entre o conteúdo intraluminal e a camada mucosa cria uma quinta camada ultrassonográfica, de característica hiperecóica (Bevevino *et al*., 2021 e Epstein *et al*., 2008).

FIGURA 2: COMPARAÇÃO ENTRE ACHADOS ULTRASSONOGRÁFICOS E HISTOLÓGICOS NA PAREDE DE ALÇA DO INTESTINO DELGADO



Linha pontilhada: interface entre mucosa e conteúdo intestinal. (m): mucosa. (sm): submucosa. (mp): muscular própria. Ponta de flecha: serosa. A linha tracejada representa a distinção entre as fibras longitudinais e circulares da camada muscular própria.
Reprodução de Bevevino, K.E.; Edwards, J.F.; Cohen, N.D.; Solis, C.N. Ex vivo comparison of ultrasonographic intestinal wall layering with histology in horses: a feasibilty study. Veterinary Radiology Ultrasound. 2021;1–15.

Em potros, Aleman *et al*. (2010) analisaram os diferentes órgãos intracavitários ao longo do seu desenvolvimento (do nascimento aos 6 meses de idade), descrevendo os achados normais para as diferentes faixas etárias. De acordo com seu estudo, alças de intestino delgado podem ser encontradas ao longo de toda região ventral do abdômen, tanto de seu lado esquerdo como direito e a motilidade acelerada dificulta sua quantificação, mesmo em animais sedados.

Medidas de espessura de parede são frequentemente aferidas por serem indicativas de inflamação intestinal e, portanto, usadas como parâmetros na avaliação de normalidade das alças (Bain, 2012; Bevevino *et al*., 2021; Epstein *et al*., 2008 e Magri, 2018). Aleman *et al*. (2010) descreveram que em animais recém-nascidos, a parede do intestino delgado variou entre 1,5 mm e 2,4 mm de espessura e, ao alcançarem cinco meses de idade, os potros apresentaram as medidas máximas identificadas e que variaram entre 2,0 mm e 3,4 mm. Bain (2012), por sua vez, aponta que alças de intestino delgado de potros com valores de espessura superiores a 2,0 a 3,0 mm já devem ser consideradas como alteradas. Magri (2018), no entanto, indica que a espessura mínima a se considerar como alterada seja 3,0 mm. Epstein *et al*. (2008), ao avaliar os parâmetros ultrassonográficos do jejuno de pôneis normais, descreveu 1,95 mm como valor normal, da mesma forma que Bevevino *et al*. (2021).

Usualmente, alças de intestino delgado encontram-se preenchidas por conteúdo de ecogenicidade mista correspondente ao alimento ingerido pelos animais. Quando preenchidas por substância fluida, de aparência caracteristicamente anecoica indicam alterações que podem ser resultantes de: obstruções estrangulativas ou não,

obstruções anteriores ao segmento alterado e, ainda, inflamação (Bain, 2012; Magri, 2018; McAuliffe, 2004; Neal, 2003; Reef, 1991b e Williams *et al*., 2014). A imagem correspondente ao quadro de enterite é variável, mas usualmente observam-se alças preenchidas por conteúdo anecoico, de parede espessada e, eventualmente com diâmetro intraluminal aumentado (Bain, 2012 e McAuliffe, 2004). Diversas causas podem ser associadas à enterite, tais como infecções bacterianas, virais e parasitárias, bem como úlceras duodenais (McAuliffe, 2004).

2.6 A APLICAÇÃO DA ULTRASSONOGRAFIA TRANSABDOMINAL NA PARASITOLOGIA

A característica dinâmica do exame ultrassonográfico e o fato de proporcionar a visualização de conteúdo intraluminal do intestino, de possíveis parasitos em seu interior ou, ainda, de lesões decorrentes de sua presença, fazem desta ferramenta uma excelente alternativa no diagnóstico parasitológico. De fato, em uma série de estudos desenvolvidos por Wallace, *et al*, 1989; Wallace; Selcer; Becht, 1989 e Wallace *et al*., 1989), exames ultrassonográficos da artéria mesentérica cranial foram realizados por via transretal em cavalos para a identificação de lesões condizentes com a infestação por *Strongylus vulgaris* (aparência da superfície luminal, espessura da parede arterial, ecogenicidade da parede arterial e a presença ou ausência de massa luminal).

Nielsen *et al*. (2016) propuseram o uso da técnica ultrassonográfica no diagnóstico de infecções por *Parascaris* spp., uma vez que este parasito pode ser visualizado no interior das alças de intestino delgado (Cribb *et al*., 2006; Husted; Nielsen, 2010; Nielsen *et al*., 2016 e Tatz *et al*., 2012). Em seu estudo, Nielsen *et al*. (2016) propuseram uma escala que permite monitorar a carga parasitária em potros, mas não descrevem alterações em alças intestinais e tampouco a aparência ultrassonográfica deste parasito. Não foram encontrados na literatura consultada estudos descrevendo a aparência ultrassonográfica de *Parascaris* spp. com detalhes sobre seu tamanho, cortes longitudinal e transversal e ecogenicidade.

Na medicina o ascarídeo de importância é o *Ascaris lumbricoides*, que também habita o intestino delgado de seus hospedeiros – os seres humanos. Apresenta morfologia semelhante à de *Parascaris* spp. em comprimento e

circunferência e sua aparência ultrassonográfica é descrita por Mahmood *et al*. (2001) e Hoffmann *et al*. (1997) em cortes longitudinais e transversais. Cortes longitudinais criam imagens citadas como “estradas sinuosas” ou ainda “linhas paralelas”, pelo aspecto criado a partir da hiperecogenicidade das cutículas do parasito. Quando visualizado em um corte transversal, este ascarídeo cria uma imagem semelhante a uma rosquinha (“donought-like”) que, ao ser visualizada dentro da alça repleta por líquido é descrita como “olho de boi”. (FIGURA 3).

FIGURA 3: CORTES TRANSVERSAL E LONGITUDINAL DE *ASCARIS LUMBRICOIDES* VISUALIZADOS NO INTERIOR DE ALÇA DE INTESTINO DELGADO EM EXAME ULTRASSONOGRÁFICO REALIZADO EM PACIENTE HUMANO.

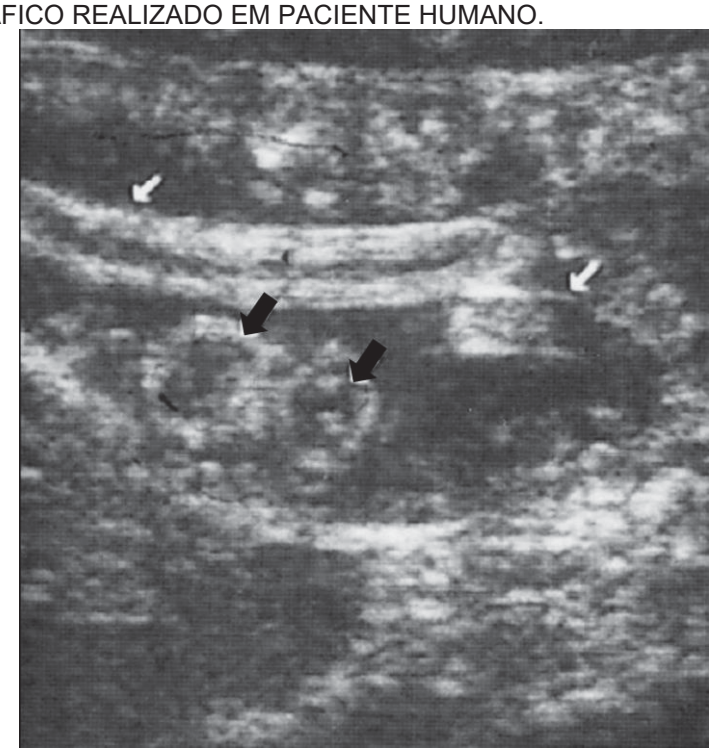


Imagem de intestino delgado obtida com transdutor de 7,5 MHz. Setas brancas apontam *A. lumbricoides* em cortes longitudinais, enquanto as setas pretas indicam cortes transversais.
Reprodução de Mahmood, T.; Mansoor, N.; Quraishy, S.; Ilyas, M.; Hussain, S. Ultrasonographic appearance of *Ascaris lumbricoides* in the small bowel. J Ultrasound Med. 2001 20(3):269–74.

Arsenopoulos *et al*. (2017) destacaram a importância da consideração dos achados de imagem com dados prévios obtidos por meio das técnicas diagnósticas indiretas, como exames coproparasitológicos tradicionais, para que evidências da presença do parasito investigado se confirmem e conduzam o diagnóstico na direção apropriada. Apesar de não ter sido possível estabelecer correlação entre a contagem de OPG para *Parascaris* spp. e a identificação do parasito dentro das alças de intestino delgado no estudo conduzido por Nielsen *et al*. (2016), foi obtida correlação forte e positiva entre a identificação de imagens sugestivas para *Parascaris* spp. e o número de parasitos intraluminais encontrados em avaliação *postmortem* durante

necrópsia, confirmando a hipótese de aplicabilidade desta técnica como meio diagnóstico.

REFERÊNCIAS

_____. **WHO. Constitution of World Health Organization**. 1946.

ALEMAN, M.; GILLIS, C. L.; NIETO, J. E.; RENAUDIN, C. D.; BEA, J. Ultrasonographic anatomy and biometric analysis of the thoracic and abdominal organs in healthy foals from birth to age 6 months. **Equine Veterinary Journal**, v. 34, n. 7, p. 649–655, 2010. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.2746/042516402776250414>. .

ANDERSEN, U. V; HOWE, D. K.; OLSEN, S. N.; NIELSEN, M. K. Recent advances in diagnosing pathogenic equine gastrointestinal helminths: the challenge of prepatent detection. **Veterinary Parasitology**, v. 192, p. 1–9, 2013. Elsevier B.V. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.11.003>. .

AROMAA, M.; HAUTALA, K.; OKSANEN, A.; SUKURA, A.; NÄREAHO, A. Parasite infections and their risk factors in foals and young horses in Finland. **Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports**, v. 12, p. 35–38, 2018. Elsevier. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2018.01.006>. .

ARSENOPOULOS, K.; FTHENAKIS, G. C.; PAPADOPOULOS, E. Sonoparasitology: An alternative approach to parasite detection in sheep. **Small Ruminant Research**, v. 152, p. 162–165, 2017. Elsevier B.V. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.12.007>. .

BAIN, F. T. Ultrasound of the thorax and abdomen in the foal. **58th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners - AAEP**. v. 58, p.38–44, 2012.

BAUDENA, M. A.; CHAPMAN, M. R.; FRENCH, D. D.; KLEI, T. R. Seasonal development and survival of equine cyathostome larvae on pasture in south Louisiana. **Veterinary Parasitology**, v. 88, p. 51–60, 2000. Elsevier.

BELLAW, J. L.; KREBS, K.; REINEMEYER, C. R.; et al. Anthelmintic therapy of equine cyathostomin nematodes – larvicidal efficacy, egg reappearance period, and drug resistance. **International Journal for Parasitology**, v. 48, n. 2, p. 97–105, 2018. Australian Society for Parasitology. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2017.08.009>. Acesso em: 15/5/2022.

BEVEVINO, K. E.; EDWARDS, J. F.; COHEN, N. D.; SOLIS, C. N. Ex vivo comparison of ultrasonographic intestinal wall layering with histology in horses: a feasibilty study. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, p. 1–15, 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/vru.12946>. .

BIOCCA, E.; NASCETTI, G.; IORI, A.; et al. Descrizione di Parascaris univalens, parassita degli equini, e suo differenziamento da Parascaris equorum. **Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali**, v. 65, n. 8, p. 133– 140., 1978. Disponível em: <http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1978_8_65_3-4_133_0>. .

BISHOP, S. C. A consideration of resistance and tolerance for ruminant nematode infections. **Frontiers in genetics**, v. 3, p. 168, 2012. Disponível em: <www.frontiersin.org>. .

BOLS, P. E. J.; DE PORTE, H. F. M. The Horse catalyzed birth of modern veterinary medicine in 18th-century France. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 41, p. 35–41, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jevs.2016.04.003>. .

BROOM, D. M. Indicators of poor welfare. **British Veterinary Journal**, v. 142, n. 6, p. 524–526, 1986. W.B. Saunders.

BROOM, D. M. The scientific assessment of animal welfare. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 20, p. 5–19, 1988. Elsevier.

BROWN, P. J.; CLAYTON, H. M. Hepatic pathology of experimental Parascaris equorum infection in worm-free foals. **Journal of Comparative Pathology**, v. 89, n. 1, p. 115–123, 1979.

BULLINI, L.; NASCETTI, G.; CARRÈ, S.; RUMORE, F.; BIOCCA, E. Ricerche cariologiche ed elettroforetiche su Parasacaris univalens e Parascaris equorum. **Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali. Rendiconti**, v. 65, n. 3–4, p. 151–156, 1978. Disponível em: <http://www.bdim.eu/item?fmt=pdf&id=RLINA_1978_8_65_3-4_133_0>. .

BURK, S. V; DANGOUDOUBIYAM, S.; BREWSTER-BARNES, T.; et al. Equine antibody response to larval Parascaris equorum excretory-secretory products. **Veterinary Parasitology**, v. 226, p. 83–87, 2016. Elsevier B.V. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2016.06.036>. .

BURKE, J. M.; MILLER, J. E. Use of FAMACHA system to evaluate gastrointestinal nematode resistance/resilience in offspring of stud rams. **Veterinary Parasitology**, v. 153, p. 85–92, 2008. Elsevier.

CABLE, C. S.; FUBINI, S. L.; ERB, H. N.; HAKES, J. E. Abdominal surgery in foals: a review of 119 cases (1977 - 1994). **Equine Veterinary Journal**, v. 29, n. 4, p. 257–261, 1997.

CLAYTON, H. M. Ascarids: recent advances. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 2, n. 2, p. 313–328, 1986. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0749073917307186>. .

CLAYTON, H. M.; DUNCAN, J. L. Experimental Parascaris equorum infection of foals. **Research in Veterinary Science**, v. 23, p. 109–114, 1977.

CLAYTON, H. M.; DUNCAN, J. L. Clinical signs associated with Parascaris equorum infection in worm-free pony foals and yearlings. **Veterinary Parasitology**, v. 4, n. 1, p. 69–78, 1978. Elsevier.

CLAYTON, H. M.; DUNCAN, J. L. The migration and development of Parascaris equorum in the horse. **International Journal for Parasitology**, v. 9, n. 4, p. 285–292, 1979.

CLAYTON, H.M.; DUNCAN, J. L. The development of immunity to Parascaris equorum infection in the foal. **Research in Veterinary Science**, v. 26, p. 383–384, 1979. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0034528818328996>. .

COLES, G. C.; BAUER, C.; BORGSTEEDE, F. H. M.; et al. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. **Veterinary Parasitology**, v. 44, n. 1–2, p. 35–44, 1992. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/030440179290141U>. .

COOPER, J. J.; MASON, G. J. The identification of abnormal behaviour and behavioural problems in stabled horses and their relationship to horse welfare: a comparative review. **Equine Veterinary Journal**, v. 30, n. Supplement 27, p. 5–9, 2010. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.2042-3306.1998.tb05136.x>. .

CRIBB, N.; COTÉ, N.; BOURÉ, L.; PEREGRINE, A. Acute small intestinal obstruction associated with Parascaris equorum infection in young horses: 25 cases (1985–2004). **New Zealand Veterinary Journal**, v. 54, n. 6, p. 338–343, 2006. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00480169.2006.36721>. .

CRINGOLI, G.; MAURELLI, M. P.; LEVECKE, B.; et al. The Mini-FLOTAC technique for the diagnosis of helminth and protozoan infections in humans and animals. **Nature Protocols**, v. 12, n. 9, p. 1723–1732, 2017.

DALLA COSTA, E.; MURRAY, L.; DAI, F.; CANALI, E.; MINERO, M. Equine on-farm welfare assessment: a review of animal-based indicators. **Animal Welfare**, v. 23, p. 323–341, 2014.

DIAS DE CASTRO, L. L.; ABRAHÃO, C. L. H.; BUZATTI, A.; et al. Comparison of McMaster and Mini-FLOTAC fecal egg counting techniques in cattle and horses. **Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports**, v. 10, p. 132–135, 2017. Elsevier. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vprsr.2017.10.003>. .

EPSTEIN, K.; SHORT, D.; PARENTE, E.; REEF, V.; SOUTHWOOD, L. Gastrointestinal ultrasonography in normal adult ponies. **Veterinary Radiology and Ultrasound**, v. 49, n. 3, p. 282–286, 2008. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1740-8261.2008.00367.x>. Acesso em: 24/12/2020.

FABIANI, J. V.; LYONS, E. T.; NIELSEN, M. K. Dynamics of Parascaris and Strongylus spp. parasites in untreated juvenile horses. **Veterinary Parasitology**, v. 230, p. 62–66, 2016. Elsevier B.V. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2016.11.002>. .

FRITZEN, B.; ROHN, K.; SCHNIEDER, T.; VON SAMSON-HIMMELSTJERNA, G. Endoparasite control management on horse farms - lessons from worm prevalence and questionnaire data. **Equine Veterinary Journal**, v. 42, n. 1, p. 79–83, 2010.

GARNIER, R.; GRENFELL, B. T.; NISBET, A. J.; MATTHEWS, J. B.; GRAHAM, A. L. Integrating immune mechanisms to model nematode worm burden: an example in sheep. **Parasitology**, v. 143, n. 7, p. 894–904, 2016.

GEURDEN, T.; SMITH, E., V.; J., YAZWINSKI, T.; et al. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (WAAVP) guideline for the evaluation of the efficacy of anthelmintics in food and companion animals: general guidelines. **Veterinary Parasitology**, v. 304, n. March, p. 109698, 2022. Elsevier B.V. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2022.109698>. .

GHISI, M.; KAMINSKY, R.; MÄSER, P. Phenotyping and genotyping of Haemonchus contortus isolates reveals a new putative candidate mutation for benzimidazole resistance in nematodes. **Veterinary Parasitology**, v. 144, n. 3–4, p. 313–320, 2007. Elsevier.

GOODWIN, D. Horse behaviour: evolution, domestication and feralisation. In: N. K. Waran (Org.); **The Welfare of Horses**. 1º ed, p.1–18, 2007. Dordrecht: Springer.

GORDON, H. M.; WHITLOCK, H. V. A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces. **Journal Council Science Industry Research**, v. 12, n. 1, p. 50–52, 1939.

HANSELAER, J. R.; NYLAND, T. G. Chyloabdomen and ultrasonographic detection of na intra-abdominal abscess in a foal. **American Journal of Veterinary Research**, v. 183, n. 12, p. 1465–1467, 1984.

HAUTALA, K.; NÄREAHO, A.; KAUPPINEN, O.; et al. Risk factors for equine intestinal parasite infections and reduced efficacy of pyrantel embonate against Parascaris sp. **Veterinary Parasitology**, v. 273, p. 52–59, 2019. Elsevier. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2019.08.004>. .

HAWLEY, D. M.; ALTIZER, S. M. Disease ecology meets ecological immunology: understanding the links between organismal immunity and infection dynamics in natural populations. **Functional Ecology**, v. 25, p. 48–60, 2011.

HODGKINSON, J. E.; KAPLAN, R. M.; KENYON, F.; et al. Refugia and anthelmintic resistance: concepts and challenges. **International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance**, v. 10, p. 51–57, 2019.

HOFFMANN, H.; KAWOOYA, M.; ESTERRE, P.; et al. In vivo and in vitro studies on the sonographical detection of Ascaris lumbricoides. **Pediatric Radiology**, v. 27, n. 3, p. 226–229, 1997.

HONIGSBAUM, M. 'Tipping the balance": Karl Friedrich Meyer, latent infectious and the birth of modern ideas of disease ecology. **Journal of the History of Biology**, v. 49, p. 261–309, 2016.

HUNT, P. W.; LELLO, J. How to make DNA count: DNA-based diagnostic tools in veterinary parasitology. **Veterinary Parasitology**, v. 186, p. 101–108, 2012. Elsevier B.V. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.11.055>. .

HUSTED, L.; NIELSEN, M. K. Medicinsk behandling af spolormeforstoppelse hos et føl. **Dansk Veterinærtidsskrift**, v. 3, n. 93, p. 16–18, 2010.

JABBAR, A.; LITTLEWOOD, D. T. J.; MOHANDAS, N.; et al. The mitochondrial genome of Parascaris univalens - Implications for a “forgotten” parasite. **Parasites and Vectors**, v. 7, p. 1–8, 2014.

JAMES, A. E.; OSTERMAN, F. O.; BUSH, R. M.; et al. The Use of Compound B-Mode Ultrasound in Abdominal Disease of Animals. **Veterinary Radiology**, v. 17, n. 3, p. 106–112, 1976.

JENKINS, E.; BACKWELL, A. L.; BELLAW, J.; et al. Not playing by the rules: Unusual patterns in the epidemiology of parasites in a natural population of feral horses (Equus caballus) on Sable Island, Canada. **International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife**, v. 11, p. 183–190, 2020. Australian Society for Parasitology.

KAPLAN, R. M.; DENWOOD, M. J.; NIELSEN, M. K.; et al. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) guideline for diagnosing anthelmintic resistance using the faecal egg count reduction test in ruminants , horses and swine. **Veterinary Parasitology**, v. 318, n. April, 2023. Elsevier B.V. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2023.109936>. .

KIRBERGER, R. M.; BERG, J. S. VA. DEN; GOTTSCHALK, R. D.; GUTHRIE, A. J. Duodenal Ultrasonography in the Normal Adult Horse. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 36, n. 1, p. 50–56, 1995.

KLECEL, W.; MARTYNIUK, E. From the Eurasian steppes to the roman circuses - A review of early development of horse breeding and management. **Animals**, v. 11, p. 1859, 2021.

KLEI, T. R.; CHAPMAN, M. R. Immunity in equine cyathostome infections. **Veterinary Parasitology**, v. 85, p. 123–136, 1999.

KLEMME, I.; KARVONEN, A. Vertebrate defense against parasites: interactions between avoidance, resistance, and tolerance. **Ecology and Evolution**, v. 7, p. 561–571, 2017. Disponível em: <www.ecolevol.org>. .

KUMAR, S.; GUPTA, S.; MOHMAD, A.; et al. Molecular tools-advances, opportunities and prospects for the control of parasites of veterinary importance. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 41, n. 1, p. 33–42, 2020. International Journal of Tropical Insect Science.

KWA, M. S. G.; VEENSTRA, J. G.; ROOS, M. H. Benzimidazole resistance in Haemonchus contortus is correlated with a conserved mutation at amino acid 200 in β-tubulin isotype 1. **Molecular and Biochemical Parasitology**, v. 63, n. 2, p. 299–

303, 1994. Elsevier. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0166685194900663>. Acesso em: 19/5/2022.

LINDAHL, I. L. Detection of pregnancy in sheep by means of ultrasound. **Nature**, v. 5, n. 212(5062), p. 642–643, 1966.

LÖNKER, N. S.; FECHNER, K.; ABD EL WAHED, A. Horses as a crucial part of One Health. **Veterinary Sciences**, v. 7, n. 1, p. 28, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2306-7381/7/1/28>. .

LOVE, S.; MURPHY, D.; MELLOR, D. Pathogenicity of cyathostome infection. **Veterinary Parasitology**, v. 85, p. 113–122, 1999.

LYONS, E. T.; TOLLIVER, S. C.; IONITA, M.; COLLINS, S. S. Evaluation of parasiticidal activity of fenbendazole, ivermectin, oxibendazole, and pyrantel pamoate in horse foals with emphasis on ascarids (Parascaris equorum) in field studies on five farms in Central Kentucky in 2007. **Parasitology Research**, v. 103, n. 2, p. 287–291, 2008. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s00436-008-0966-8>. .

MACFADDEN, B. J. Fossil horses from “Eohippus” (Hyracotherium) to Equus: Scaling, Cope’s Law, and the evolution of body size. **Paleobiology**, v. 12, n. 4, p. 355–369, 1986.

MAGRI, M. Ultrasonography of the abdomen in foals. **In Practice**, v. 40, n. 8, p. 348–356, 2018.

MAHMOOD, T.; MANSOOR, N.; QURAISHY, S.; ILYAS, M.; HUSSAIN, S. Ultrasonographic appearance of Ascaris lumbricoides in the small bowel. **Journal of Ultrasound in Medicine**, v. 20, n. 3, p. 269–274, 2001. John Wiley & Sons, Ltd. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.7863/jum.2001.20.3.269>. Acesso em: 4/9/2021.

MARTI, E.; EHRENSPERGER, F.; BURGER, D.; et al. Maternal transfer of IgE and subsequent development of IgE responses in the horse (Equus callabus). **Veterinary Immunology and Immunopathology**, v. 127, p. 203–211, 2009.
MATTHEWS, J. B. Facing the threat of equine parasitic disease. **Equine Veterinary Journal**, v. 43, n. 2, p. 126–132, 2011. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.2042-3306.2010.00356.x>. .

MCAULIFFE, S. B. Abdominal ultrasonography of the foal. **Clinical Techniques in Equine Practice**, v. 3, n. 3, p. 308–316, 2004.

MCCALL, C. A.; POTTER, G. D.; KREIDER, J. L.; JENKINS, W. L. Physiological responses in foals weaned by abrupt or gradual methods. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 7, n. 6, p. 368–374, 1987. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0737080687800072>. .

MCGLADDERY, A. J. Ultrasonography as an aid to the diagnosis of equine colic. **Equine Veterinary Education**, v. 4, n. 5, p. 248–251, 1992.

MCHORSE, B. K.; BIEWENER, A. A.; PIERCE, S. E. The evolution of a single toe in horses: causes, consequences, and the way forward. **Integrative and Comparative Biology**, v. 59, n. 3, p. 638–655, 2019. Oxford University Press.

MITCHELL, M. C.; TZELOS, T.; HANDEL, I.; et al. Development of a recombinant protein-based ELISA for diagnosis of larval cyathostomin infection. **Parasitology**, v. 143, n. 8, p. 1055–1066, 2016.

MOLENTO, M. B. Resistência parasitária em helmintos de equídeos e propostas de manejo. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6, p. 1469–1477, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.12.012>. .

MORRIS, L. H.; COLGAN, S.; LEATHWICK, D. M.; NIELSEN, M. K. Anthelmintic efficacy of single active and combination products against commonly occurring parasites in foals. **Veterinary Parasitology**, v. 268, p. 46–52, 2019. Elsevier. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2019.02.006>. .

NEAL, H. N. Foal colic: Practical imaging of the abdomen. **Equine Veterinary Education**, v. Manual 6, n. 5, p. 263–270, 2003. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.2042-3292.2003.tb01819.x>. Acesso em: 16/4/2021.

NICHOLLS, J. M.; CLAYTON, H. M.; PIRIE, H. M.; DUNCAN, J. L. A pathological study of the lungs of foals infected experimentally with Parascaris equorum. **Journal of Comparative Pathology**, v. 88, n. 2, p. 261–274, 1978. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0021997578900300>. .

NIELSEN, M. K.; BAPTISTE, K. E.; TOLLIVER, S. C.; COLLINS, S. S.; LYONS, E. T. Analysis of multiyear studies in horses in Kentucky to ascertain whether counts of eggs and larvae per gram of feces are reliable indicators of numbers of strongyles and ascarids present. **Veterinary Parasitology**, v. 174, p. 77–84, 2010. Elsevier B.V. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.08.007>. .

NIELSEN, M. K.; DONOGHUE, E. M.; STEPHENS, M. L.; et al. An ultrasonographic scoring method for transabdominal monitoring of ascarid burdens in foals. **Equine Veterinary Journal**, v. 48, n. 3, p. 380–386, 2016.

NIELSEN, M. K. K. Evidence-based considerations for control of Parascaris spp. infections in horses. **Equine Veterinary Education**, v. 28, n. 4, p. 224–231, 2016. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/eve.12536>. .

NIELSEN, M.K.; PFISTER, K.; VON SAMSON-HIMMELSTJERNA, G. Selective therapy in equine parasite control-Application and limitations. **Veterinary Parasitology**, v. 202, n. 3–4, p. 95–103, 2014. Elsevier B.V. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.03.020>. .

NIELSEN, M. K.; REINEMEYER, C. R.; DONECKER, J. M.; et al. Anthelmintic resistance in equine parasites-Current evidence and knowledge gaps. **Veterinary**

Parasitology, v. 204, n. 1–2, p. 55–63, 2014. Elsevier. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2013.11.030>. Acesso em: 25/4/2021.

NIELSEN, M K; WANG, J.; DAVIS, R.; et al. Parascaris univalens—a victim of large-scale misidentification? **Parasitology Research**, v. 113, n. 12, p. 4485–4490, 2014. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s00436-014-4135-y>. .

OTHMAN, R.; ALZUHEIR, I. Prevalence of Parascaris equorum in native horses in west bank Palestine. **Iraqi Journal of Veterinary Sciences**, v. 33, n. 2, p. 433–436, 2019.

PEACHEY, L. E.; JENKINS, T. P.; CANTACESSI, C. This Gut Ain't Big Enough for Both of Us. Or Is It? Helminth–Microbiota Interactions in Veterinary Species. **Trends in Parasitology**, v. 33, n. 8, p. 619–632, 2017. Elsevier Ltd.

PEREGRINE, A. S.; MOLENTO, M. B.; KAPLAN, R. M.; NIELSEN, M. K. Anthelmintic resistance in important parasites of horses: Does it really matter? **Veterinary Parasitology**, v. 201, p. 1–8, 2014. Elsevier B.V. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.01.004>. .

PFISTER, K.; VAN DOORN, D. New perspectives in equine intestinal parasitic disease - Insights in monitoring helminth infections. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 34, n. 1, p. 141–153, 2018. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0749073917309227>. .

PICKETT, H. Horses: behaviour, cognition and welfare. **Animal Sentience website report**, p. 1–10, 2009.

PRICHARD, R. K.; HALL, C. A.; KELLY, J. D.; MARTIN, I. C. A.; DONALD, A. D. The problem of anthelmintic resistance in nematodes. **Australian Veterinary Journal**, v. 56, n. 5, p. 239–250, 1980.

PROUDMAN, C. J.; TREES, A. J. Use of excretory/secretory antigens for the serodiagnosis of Anoplocephala perfoliata cestodosis. **Veterinary Parasitology**, v. 61, p. 239–247, 1996.

RANTANEN, N. W.; EWING, R. L. Principles of ultrasound application in animals. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 22, n. 5, p. 196–203, 1981.

REEF, V. B. The Use of Diagnostic Ultrasound in The Horse. **Ultrasound Quarterly**, v. 9, n. 1, p. 1–33, 1991a.

REEF, V. B. Equine pediatric ultrasonography. **The compendium on continuing education**, v. 13, n. 8, p. 1277–1285, 1991b.

REHBEIN, S.; VISSER, M.; WINTER, R. Prevalence, intensity and seasonality of gastrointestinal parasites in abattoir horses in Germany. **Parasitology Research**, v. 112, n. 1, p. 407–413, 2013.

REINEMEYER, C. R. Diagnosis and control of anthelmintic-resistant Parascaris equorum. **Parasites and Vectors**, v. 2, n. SUPPL. 2, p. S8, 2009. BioMed Central. Disponível em: <http://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/1756-3305-2-S2-S8>. Acesso em: 17/3/2021.

REINEMEYER, C. R. Anthelmintic resistance in non-strongylid parasites of horses. **Veterinary Parasitology**, v. 185, n. 1, p. 9–15, 2012. Elsevier B.V. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.10.009>. .

REINEMEYER, C. R.; NIELSEN, M. K. Control of helminth parasites in juvenile horses. **Equine Veterinary Education**, v. 29, n. 4, p. 225–232, 2017. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/eve.12541>. .

RELF, V. E.; MORGAN, E. R.; HODGKINSON, J. E.; MATTHEWS, J. B. Helminth egg excretion with regard to age, gender and management practices on UK Thoroughbred studs. **Parasitology**, v. 140, n. 5, p. 641–652, 2013.

VON SAMSON-HIMMELSTJERNA, G. Anthelmintic resistance in equine parasites – detection, potential clinical relevance and implications for control. **Veterinary Parasitology**, v. 185, p. 2–8, 2012. Elsevier B.V. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.10.010>. .

SCALA, A.; TAMPONI, C.; SANNA, G.; et al. Parascaris spp. eggs in horses of Italy : a large - scale epidemiological analysis of the egg excretion and conditioning factors. **Parasites & Vectors**, v. 14, n. 246, p. 1–8, 2021. BioMed Central. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13071-021-04747-w>. .

SILVESTRE, A.; CABARET, J. Mutation in position 167 of isotype 1 β-tubulin gene of Trichostrongylid nematodes: Role in benzimidazole resistance? **Molecular and Biochemical Parasitology**, v. 120, n. 2, p. 297–300, 2002. Elsevier. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0166685101004558>. Acesso em: 19/5/2022.

SOUTHWOOD, L. L.; BAXTER, G. M.; BENNETT, D. G.; RAGLE, C. A. Ascarid impaction in young horses. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, v. 20, n. 1, p. 100–106, 1998.

SOUTHWOOD, L. L.; RAGLE, C. A.; SNYDER, J.; HENDRICKSON, D. A. Surgical treatment of ascarid impaction in horses and foals. **AAEP Proceedings.** p.258–261, 1996.

SUTHERST, R. W.; COMINS, H. N. The management of acaricide resistance in the cattle tick, Boophilus microplus (Canestrini) (Acari: Ixodidae), in Australia. **Bulletin of Entomological Research**, v. 69, n. 3, p. 519–537, 1979.

TATZ, A. J.; SEGEV, G.; STEINMAN, A.; et al. Surgical treatment for acute small intestinal obstruction caused by Parascaris equorum infection in 15 horses (2002-2011). **Equine Veterinary Journal**, v. 44, n. SUPPL. 43, p. 111–114, 2012. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.2042-3306.2012.00607.x>. .

TYDÉN, E.; MORRISON, D. A.; ENGSTRÖM, A.; et al. Population genetics of Parascaris equorum based on DNA fingerprinting. **Infection, Genetics and Evolution**, v. 13, n. 1, p. 236–241, 2013. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1567134812003504>. .

VAN-WYK, J. A.; BATH, G. F. The FAMACHA system for managing haemonchosis in sheep and goats by clinically identifying individual animals for treatment. **Veterinary Research**, v. 35, p. 467–483, 2004.

VATISTAS, N. J.; SNYDER, J. R.; WILSON, W. D.; et al. Surgical treatment for colic in the foal (67 cases): 1980–1992. **Equine Veterinary Journal**, v. 28, n. 2, p. 139–145, 1996. American Medical Association (AMA). Disponível em: <https://beva.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.2042-3306.1996.tb01606.x>. Acesso em: 8/9/2021.

VIDYASHANKAR, A. N.; HANLON, B. M.; KAPLAN, R. M. Statistical and biological considerations in evaluating drug efficacy in equine strongyle parasites using fecal egg count data. **Veterinary Parasitology**, v. 185, n. 1, p. 45–56, 2012. Elsevier B.V. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.10.011>. .

WALLACE, K. D.; SELCER, B. A.; BECHT, J. L. Technique for transrectal ultrasonography of the cranial mesenteric artery of the horse. **American Journal of Veterinary Research**, v. 50, n. 10, p. 1695–1698, 1989.

WALLACE, K D; SELCER, B. A.; TYLER, D. E.; BROWN, J. Transrectal ultrasonography of the cranial mesenteric artery of the horse. **American Journal of Veterinary Research1**, v. 50, n. 10, p. 1699–1703, 1989.

WALLACE, K. D.; SELCER, B. A.; TYLER, D. E.; BROWN, J. In vitro ultrasonographic appearance of the normal and verminous equine aorta, cranial mesenteric artery, and its branches. **American Journal of Veterinary Research**, v. 50, n. 10, p. 1774–1778, 1989.

WILKES, E. J. A.; COWLING, A.; WOODGATE, R. G.; HUGHES, K. J. Inhomogeneity of the density of Parascaris spp. eggs in faeces of individual foals and the use of hypothesis testing for treatment decision making. **Veterinary Parasitology**, v. 229, p. 131–138, 2016. Elsevier B.V. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2016.10.010>. .

WILKES, E. J. A.; WOODGATE, R. G.; RAIDAL, S. L.; HUGHES, K. J. The application of faecal egg count results and statistical inference for clinical decision making in foals. **Veterinary Parasitology**, v. 270, p. 7–12, 2019. Elsevier. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2019.04.010>. .

WILLIAMS, S.; COOPER, J. D.; FREEMAN, S. L. Evaluation of normal findings using a detailed and focused technique for transcutaneous abdominal ultrasonography in the horse. **BMC Veterinary Research**, v. 10, n. Suppl 1, p. 1–8, 2014. BioMed Central Ltd.

WOOD, E. L. D.; MATTHEWS, J. B.; STEPHENSON, S.; SLOTE, M.; NUSSEY, D. H. Variation in fecal egg counts in horses managed for conservation purposes: individual egg shedding consistency, age effects and seasonal variation. **Parasitology**, v. 140, p. 115–128, 2013.

WOOLASTON, R. R.; BAKER, R. L. Prospects of breeding small ruminants for resistance to internal parasites. **International Journal for Parasitology**, v. 26, n. 8–9, p. 845–855, 1996. Pergamon.

VAN WYK, J. A. Refugia - Overlooked as perhaps the most potent factor concerning the development of anthelmintic resistance. **Onderstepoort Journal of Veterinary Research**, v. 68, p. 55–67, 2001.

3 EXAME ULTRASSONOGRÁFICO TRANSABDOMINAL EM POTROS NATURALMENTE INFECTADOS POR *PARASCARIS* SPP.

Resumo

A ultrassonografia transabdominal (USTA) vem sendo cada vez mais aplicada para diagnóstico de alterações nas alças intestinais. Embora haja relatos de achados ultrassonográficos condizentes com *Parascaris* spp., não há descrição das consequentes alterações no intestino delgado e tampouco de suas características ultrassonográficas e, por isso, este é o objetivo deste trabalho. 62 potros da raça Puro Sangue Inglês com idade média de 141 dias e exames coproparasitológicos positivos para ovos de *Parascaris* spp. identificados por meio da técnica mini-FLOTAC foram submetidos à USTA pelo lado esquerdo do abdômen e varredura de sua porção ventral. 13 animais apresentaram imagens sugestivas de *Parascaris* spp., e estas foram descritas quanto aos valores de espessura média de parede (EMP), tipo de conteúdo intraluminal (CIL) e diâmetro de lúmen do intestino delgado; assim como espessura e/ou diâmetro do *Parascaris* spp. Alterações em EMP e CIL mostraram-se como os fatores de maior efeito na identificação de imagens positivas para *Parascaris* spp. e USTA apresentou sensibilidade, especificidade, valores preditivos positivo e negativo satisfatórios como ferramenta auxiliar no diagnóstico deste parasito. Este estudo é pioneiro na descrição destes achados e acredita-se que sua execução em condições de campo seja viável.

Palavras-chave: cavalos; diagnóstico por imagem; equinos; intestino delgado; parasitos

3. INTESTINAL ULTRASONOGRAPHY IN NATURALLY INFECTED FOALS WITH *PARASCARIS* SPP.

Abstract

The practice of transabdominal ultrasonography (TUS) is steadily gaining prominence as a diagnostic tool for identifying abnormalities within the intestinal loops. Although there are reports of ultrasound findings consistent with *Parascaris* spp., there is no description of the subsequent changes in the small intestine or their ultrasonographic characteristics. Therefore, this is the aim of this study. Sixty-two Thoroughbred foals with an average age of 141 days and positive coproparasitological exams for *Parascaris* spp. eggs identified through the mini-FLOTAC technique were subjected to TUS on the left side of the abdomen, with a scan of their ventral portion. Thirteen animals exhibited suggestive images of *Parascaris* spp., and these were described in terms of average wall thickness (AWT), intraluminal content type (CT), and small intestine lumen diameter, as well as thickness and/or diameter of *Parascaris* spp. Changes in AWT and CT were identified as the most influential factors in the identification of positive images for *Parascaris* spp., and TUS demonstrated satisfactory sensitivity, specificity, positive predictive values, and negative predictive values as an auxiliary tool for diagnosing this parasite. This study is pioneering in its description of these discoveries, and there is confidence in the feasibility of its practical application in field conditions.

Keywords: ascarid burden; horses; parasite; small intestine; sonographic findings

3.1 INTRODUÇÃO

O exame ultrassonográfico na rotina clínica da medicina veterinária equina vem se tornando cada vez mais rotineiro na avaliação de alterações músculo-esqueléticas e acompanhamento reprodutivo dos animais (Busoni *et al*., 2011 e Williams *et al*., 2014). Em ambientes hospitalares a técnica de ultrassonografia transabdominal (USTA) é amplamente aplicada na identificação de lesões e alterações gastrintestinais de animais com síndrome cólica (Busoni *et al*., 2011 e Williams *et al*., 2014). É um exame dinâmico, não invasivo, que requer pouca preparação do paciente e sua execução é bem tolerada por ele (Busoni *et al*., 2011; Magri, 2018; Reef, 1991 e Williams *et al*., 2014).

Em potros, a USTA se apresenta como uma ferramenta excepcional para o diagnóstico de afecções gastrintestinais, uma vez que a palpação transretal não é possível dado o tamanho dos animais (Magri, 2018; Reef, 1991 e Tatz *et al*., 2012). Informações relativas à localização dos órgãos, características de parede e conteúdo luminal das alças intestinais podem ser obtidas por meio deste exame (Bain, 2012; Busoni *et al*., 2011; Magri, 2018 e Reef,1991).

Médicos veterinários atuantes em propriedades envolvidas com a criação de equinos realizam rotineiramente exames ultrassonográficos para controle e acompanhamento reprodutivo dos animais, contando com aparelho e transdutor próprios. Busoni *et al*. (2011) descreveram protocolo para avaliação rápida da cavidade abdominal de cavalos, sem a necessidade de depilação dos animais em condições semelhantes àquelas encontradas por profissionais atuantes a campo. Busoni *et al*. (2011) e Williams *et al*. (2014) relataram que em 75% dos exames ultrassonográficos realizados foi possível visualizar alças de ID, tanto em animais com alterações no trato gastrintestinal (Busoni *et al*., 2011)) como em animais saudáveis e sem anormalidades clínicas, como relatado por Williams *et al*. (2014).

As características ultrassonográficas da parede e conteúdo intraluminal das alças de intestino delgado e grosso foram detalhadamente descritas ao longo dos anos. O intestino delgado apresenta-se, normalmente, como estruturas arredondadas de conteúdo de ecogenicidade heterogênea em seu interior, espessura média de parede variando entre 2 e 3 mm e diâmetro do lúmen de até 3 cm (Cribb; Arroyo, 2018; Magri, 2018; Reef, 1991). É possível a identificação de cinco camadas

ultrassonográficas na parede intestinal, correspondentes às camadas histológicas que a compõe: serosa (hiperecoica), muscular (hipoecoica), submucosa (ecoica), mucosa (hipoecoica) e interface entre ingesta e mucosa (hiperecoica) (Bevevino *et al*., 2021 e Diana *et al*., 2021).

A presença de alças comprimidas que perderam seu formato regular, com acúmulo de líquido em seu interior (conteúdo anecoico com múltiplos pontos hiperecoicos), espessamento da parede (> 3 mm) e diminuição de motilidade, suportam o diagnóstico de enterite (Bain, 2012; Cribb; Arroyo, 2018 e Reef, 1991). Nesta situação, as alças tendem a ser visualizadas no abdômen ventral, onde se acomodam devido ao seu peso (Cribb; Arroyo, 2018).

Enterites em potros são mais comumente ocasionadas por ulceração de duodeno, infecções virais, bacterianas e parasitárias (Bain, 2012 e Reef, 1991). De fato, Nielsen *et al*. (2016) descreveram um protocolo de classificação para o monitoramento de carga parasitária de acordo com a presença de Parascaris spp. em potros saudáveis de um rebanho altamente parasitado e que não recebiam tratamento antiparasitário desde a década de 1980. Cribb *et al*. (2006), Tatz *et al*. (2012) e Southwood *et al*. (1998), por sua vez, relataram a identificação de Parascaris spp. dentro das alças de alguns animais. Husted; Nielsen (2010) relataram o diagnóstico obtido por meio de exame ultrassonográfico transabdominal de obstrução intestinal por Parascaris spp.

Apenas Husted; Nielsen (2010) e Nielsen *et al*. (2016) mencionaram parte da característica ultrassonográfica do Parascaris spp, descrevendo-o como duas linhas hiperecóicas paralelas em sua secção longitudinal (aparência de “trilhos de trem”), que se movem de forma independente do peristaltismo intestinal. Todavia, nenhum dos trabalhos encontrados relatou quais são as alterações encontradas em parede, diâmetro de lúmen e tipo de conteúdo intraluminal nas alças intestinais. O objetivo deste trabalho foi identificar Parascaris spp. em alças de intestino delgado de potros e descrever os achados ultrassonográficos.

3.2 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi aprovado pelo Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Paraná sob o nº 025/2021. Nos meses de janeiro a março de

2021, propriedades de cria e recria de cavalos da raça Puro Sangue Inglês (PSI) na região metropolitana de Curitiba com mais de 15 animais adultos alojados foram avaliadas quanto aos parâmetros de manejos nutricional e ambiental elencados no QUADRO 1. Aquelas que apresentaram condições semelhantes foram selecionadas e nelas foram conduzidas entrevistas com os médicos veterinários responsáveis por cada uma das propriedades, obtendo-se informações relativas ao manejo sanitário dos animais no tocante ao controle parasitário.

QUADRO 1: CRITÉRIOS DE INCLUSÃO USADOS PARA A ESCOLHA DE PROPRIEDADES DE CRIA E RECRIA DE CAVALOS DA RAÇA PURO SANGUE INGLÊS NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.

Manejo nutricional	Volumoso constitui em pastagem nativa	Fornecimento de ração para égua e potro em cochos separados	Quantidade de ração adequada à categoria e peso vivo do animal	
Manejo ambiental	Animais soltos em piquete maior parte do tempo	Falta de limpeza dos piquetes	Uso de baias para fornecimento de ração	Falta de limpeza das baias entre os lotes

Os potros destas propriedades tiveram suas fezes coletadas e analisadas por meio de exame coproparasitológico com a utilização da câmara mini-FLOTAC®, como descrito por Cringoli *et al*. (2017), com sensibilidade de 5 ovos por grama de fezes (OPG).

De acordo com a contagem do número de ovos de *Parascaris* spp., os animais foram separados em dois grupos diferentes: animais com OPG alto (OPG ≥ 200) e animais com OPG baixo (0 < OPG ≤ 195). Todos os animais selecionados foram submetidos a exames clínicos em que se constatou boas condições de saúde por meio de histórico, anamnese e exame físico, antes e após a realização dos exames ultrassonográficos.

Os exames ultrassonográficos foram realizados e avaliados por uma única autora (JDA) após período de treinamento teórico-prático *in vivo* e *in vitro*. Este período incluiu a observação e a realização de exames ultrassonográficos pela técnica transabdominal no Hospital Veterinário da Universidade Federal do Paraná em cavalos adultos sadios e portadores de síndrome cólica e em potros sadios. Durante o treinamento *in vitro* realizou-se exames ultrassonográficos, em recipientes preenchidos com gel condutor para ultrassom, de alças intestinais frescas obtidas

após necropsia de animais sem afecções gastrintestinais com e sem a introdução de *Parascaris* spp. previamente armazenados em álcool 70% e refrigerados, além do escaneamento exclusivo destes parasitos.

As imagens foram obtidas com os animais em posição quadrupedal, contidos fisicamente por meio de cabresto e raramente “cachimbo”, sem a realização de jejum prévio. Eles tiveram toda região abdominal ventral escaneada pelo lado esquerdo, após limpeza a seco e aplicação abundante de álcool 70% e gel condutor para ultrassom. O escaneamento foi dividido nas regiões: xifoide (imediatamente caudal ao processo xifoide), umbilical (sobre a cicatriz umbilical e caudal a ela) e, entre elas, região média. Caso nenhuma alça de intestino delgado fosse visualizada nestas áreas, prosseguia-se à avaliação da região inguinal esquerda.

O aparelho utilizado para a obtenção das imagens foi o modelo A5V SonoScape (Shenzhen, China), com transdutor retal multifrequencial (3 a 8 MHz). A configuração inicial variou entre 3 e 5 MHz, com profundidade de 86 mm e foco dividido em dois pontos (25 e 40 mm). A escolha por transdutor linear transretal para a realização de exame transabdominal deveu-se à vontade dos autores em testar a viabilidade de execução da técnica em condições semelhantes àquelas encontradas pelo profissional que atua a campo, em que contam rotineiramente com este tipo de aparelho e de transdutor para exames ultrassonográficos em sua rotina de manejo reprodutivo. Pelo mesmo motivo os animais não tiveram a região escaneada depilada no momento da realização dos exames.

As imagens obtidas foram salvas seguindo identificação individual (nome do paciente e região escaneada), reunidas em grupos conforme a data de realização do exame e posteriormente avaliadas. Uma vez identificada a alça de intestino delgado (ID), o conteúdo intraluminal foi classificado como anecoico ou heterogêneo; parede e lúmen foram mensurados em pelo menos dois pontos diferentes cada e a média correspondente foi registrada. Animais que apresentaram imagens de ID com conteúdo anecoico e/ou espessura de parede superior a 3 mm em pelo menos uma das regiões de escaneamento foram classificados como imagem alterada. Animais cujas imagens foram classificadas como normais tiveram a média da espessura da parede e do lúmen calculada a partir dos valores mensurados em alças de ID de todas as regiões.

Valores de idade, peso e diâmetro médio de lúmen (DML), assim como as categorias OPG (alto e baixo), espessura média de parede (EMP, alterada e normal), tipo de ultrassonografia (USTA P+, positiva e USTA P-, negativa para *Parascaris* spp.) e tipo de conteúdo intraluminal (anecoico e heterogêneo) foram submetidos a análises descritivas e teste de normalidade (Shapiro-Wilk). Um modelo de regressão logística dicotômica foi desenvolvido para descrever o comportamento entre a variável dependente binária (USTA P+ e USTA P-) e as variáveis explicativas (peso, idade, EMP, DML e conteúdo). Desenvolveu-se um segundo modelo em que a variável OPG foi incluída como fator preditor. Também foram estabelecidos os valores da razão de chances (*odds ratio* – OR), sensibilidade, especificidade e preditivos negativos e positivos de cada um dos modelos. Por fim a curva ROC de cada um deles foi empregada como medida de desempenho para discriminar as ultrassonografias negativas de positivas.

Os dados foram tabulados no software Microsoft® Excel® para Microsoft 365 MSO (Versão 2309 Build 16.0.16827.20166) 64 bits. As imagens foram avaliadas e mensuradas por meio do software RadiAnt DICOM Viewer®, versão 2021.1 para Windows. As análises estatísticas foram realizadas no software R, que pode ser encontrado em www.r-project.org.br, na versão R i386 4.1.1.

3.3 RESULTADOS

Das sete propriedades entrevistadas, três foram selecionadas por apresentarem as mesmas condições de manejo nutricional e ambiental, preenchendo todos os critérios de inclusão apresentados no QUADRO 1. Uma quarta propriedade foi incluída apesar de não conduzir éguas e potros a baias para o fornecimento de concentrado, pois a ração era ofertada aos animais em sistema de “lanchonete”, ou seja, uma área isolada do piquete com cochos individuais. Nesta propriedade o chão das lanchonetes também não era limpo entre os lotes e os animais do segundo lote tinham contato com as fezes dos animais do primeiro lote.

Três propriedades apresentavam manejo parasitário semelhante, com adoção de sistema de protocolo fixo de vermifugação que prevê rotação de classes medicamentosas e princípios ativos sem realização prévia de exames coproparasitológicos. Em apenas uma das propriedades selecionadas são realizados

exames rotineiramente e o uso de vermífugo é feito de forma racional, considerando-se dados de contagens de OPG e desempenho (ganho de peso diário e ganho em altura) dos potros. Os dados foram resumidos no QUADRO 2.

QUADRO 2: DADOS RELATIVOS AO MANEJO SANITÁRIO, NUTRICIONAL E AMBIENTAL CONDUZIDO NAS PROPRIEDADES DE CRIA E RECRIA DE CAVALOS DA RAÇA PURO SANGUE INGLÊS NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA COM MAIS DE 15 CAVALOS ADULTOS.

	HSt	**SDJ**	**HSp**	**HSJ**	**HLM**	**CC**	**HRI**
Protocolo fixo	sim	sim	sim	sim	sim	sim	não
Rotação classes medicamentosas	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
Rotação princípios ativos	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
Intervalo curto entre administrações	sim	sim	sim	sim	sim	sim	não
Nº vermifugações até desmame	5	8	NSA	4	NSA	NSA	1[1]
Pastagem nativa	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
Cochos separados	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
Alimento adequado a PV	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
Animais soltos	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
Limpeza piquetes	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
Ração na baia	sim	sim*	sim	sim	sim	sim	sim
Limpeza baias	não	sim*	não	não	não	não	não
OPG positivo para *Parascaris* spp.	sim	sim	não	sim	não	não	sim
INCLUSÃO NO ESTUDO	SIM	SIM	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	SIM

NSA – não se aplica, uma vez que a propriedade não foi incluída no estudo. [1] – até o momento do estudo os animais haviam recebido vermífugo apenas uma vez, de acordo com resultado de exame coproparasitológico e dados de ganho médio de peso e altura esperados para esta categoria animal. * – animais não são conduzidos às baias, mas direcionados a área específica do piquete a que tem acesso somente durante o período em que se alimentam de concentrado, que é fornecido em cochos individuais. Essas áreas são chamadas de “lanchonetes”.

Obteve-se imagem ultrassonográfica a partir do exame de sessenta e dois potros nascidos no ano de 2020, que foram incluídos por pertencerem a propriedades com contagens positivas de ovos de *Parascaris* spp. e apresentarem boas condições sanitárias ao longo da realização de todo o experimento. Os animais apresentaram idade média de 150 dias (desvio padrão (DP) = 39,22) e peso médio de 216,88 kg (DP = 44,78). Obteve-se imagem sugestiva de *Parascaris* spp. em 13 animais (21%). Os dados estão apresentados no QUADRO 3 e na TABELA 1.

QUADRO 3: IDADE MÉDIA, PESO MÉDIO, VALORES MÉDIOS DA CONTAGEM DE OPG E NÚMERO DE EXAMES POSITIVOS (USTA P+) E NEGATIVOS (USTA P-) PARA A VISUALIZAÇÃO DE IMAGENS DE *PARASCARIS* SPP. EM CADA UMA DAS PROPRIEDADES SELECIONADAS)

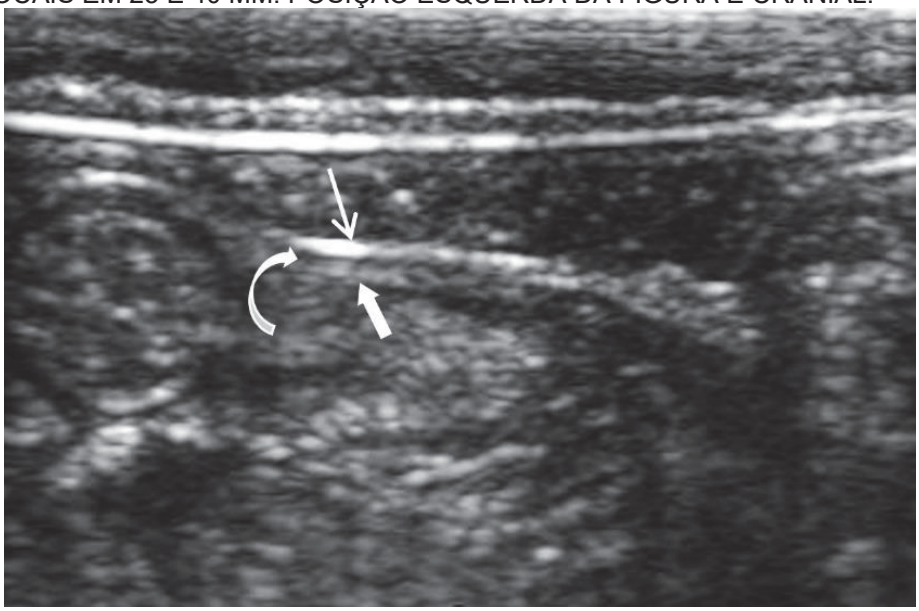
	HSt	SDJ	HSJ	HRI	TOTAL
Idade média (dias)	132,3	136,3	154,5	198	
Peso médio	204,5	183,8	228,3	271,9	
OPG médio	163	219	24	206	
USTA P+	2 (15,39%)	5 (38,46%)	1 (7,69%)	5 (38,46%)	13 (100,00%)
USTA P-	19 (38,78%)	8 (16,33%)	18 (36,73%)	4 (8,16%)	49 (100,00%)

TABELA 1: NÚMERO DE ANIMAIS E FREQUÊNCIA RELATIVA DE POTROS DE 4 HARAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURTITIBA EM QUE FORAM ENCONTRADAS IMAGENS SUGESTIVAS DE *PARASCARIS* SPP. DIVIDIDOS DE ACORDO COM AS CATEGORIAS DE OPG (ALTO: ≥ 200 OPG E BAIXO: ≤ 195 OPG)

	USTA P+	USTA P-
Grupo OPG alto	05 (38,46%)	08 (16,33%)
Grupo OPG baixo	08 (61,54%)	41 (83,67%)
Total	13 (100%)	49 (100%)

Foram obtidas imagens dinâmicas e estáticas de cada um dos potros do estudo e alças de ID foram identificadas em pelos menos uma das quatro regiões analisadas. Comumente foram identificadas três camadas: a mais externa e a mais interna, ambas hiperecoicas, correspondentes à serosa e à interface entre a mucosa e o conteúdo intraluminal. Entre elas se identificou uma única camada, de ecogenicidade mista correspondente às camadas muscular, submucosa e mucosa (FIGURA 4).

FIGURA 4: CORTES TRANSVERSAL E LONGITUDINAL DE INTESTINO DELGADO (ID), COM CAMADAS ULTRASSONOGRÁFICAS IDENTIFICADAS POR SETAS. POTRO DA RAÇA PSI COM 155 DIAS DE IDADE E PESANDO 235 KG. IMAGEM OBTIDA NA REGIÃO MÉDIA COM TRANSDUTOR TRANSRETAL MULTIFREQUENCIAL (3 A 5 MHZ), PROFUNDIDADE DE 86 MM E PONTOS FOCAIS EM 25 E 40 MM. POSIÇÃO ESQUERDA DA FIGURA É CRANIAL.

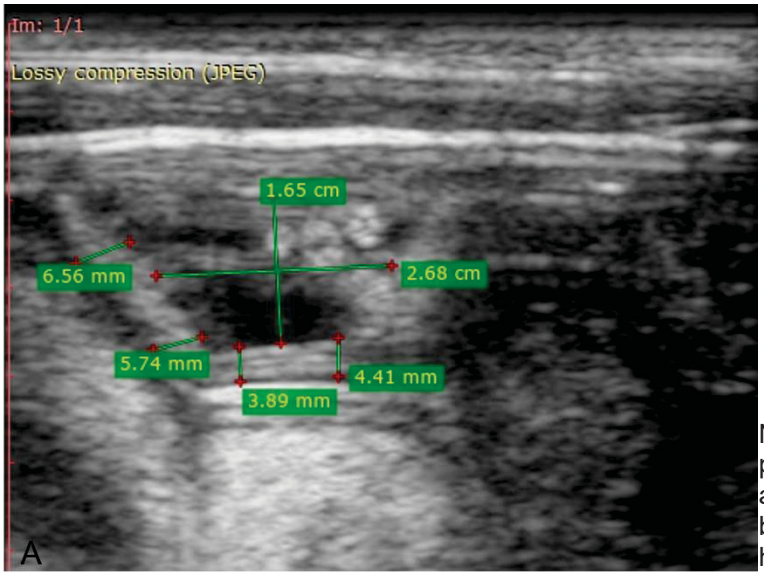


A seta estreita indica camada hiperecoica correspondente à serosa, a larga aponta para a interface entre conteúdo intraluminal e mucosa, enquanto a seta curva sinaliza região de ecogenicidade mista em correspondência das camadas muscular, submucosa e mucosa.

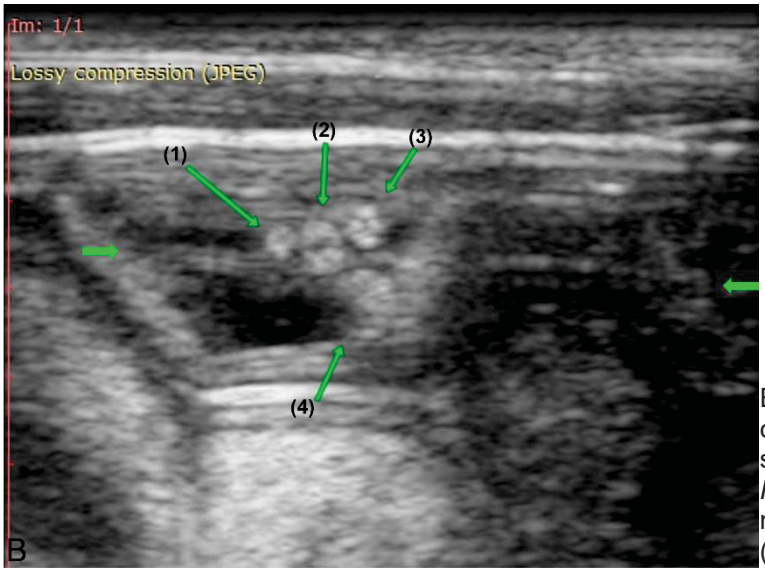
Dos 13 animais em que se identificou imagens sugestivas de *Parascaris* spp. (FIGURA 5 A e B), apenas dois apresentavam conteúdo heterogêneo em seu interior (FIGURA 6 A e B). A espessura média da parede variou entre 2,65 e 4,32 mm e o diâmetro médio do lúmen variou entre 7,1 mm e 3,87 cm. Apenas um animal não teve

as imagens classificadas como alterada por apresentar conteúdo heterogêneo, com espessura média de parede de 2,65 mm e diâmetro médio do lúmen de 9,2 mm.

FIGURA 5: CORTES TRANSVERSAIS DE INTESTINO DELGADO (ID) E IMAGENS SUGESTIVAS DE *PARASCARIS* SPP. POTRO DA RAÇA PSI COM 149 DIAS DE IDADE E PESANDO 186 KG. IMAGEM OBTIDA NA REGIÃO XIFÓIDE COM TRANSDUTOR TRANSRETAL MULTIFREQUENCIAL (3 A 5 MHZ), PROFUNDIDADE DE 86 MM E PONTOS FOCAIS EM 25 E 40 MM. POSIÇÃO ESQUERDA DA FIGURA É CRANIAL.



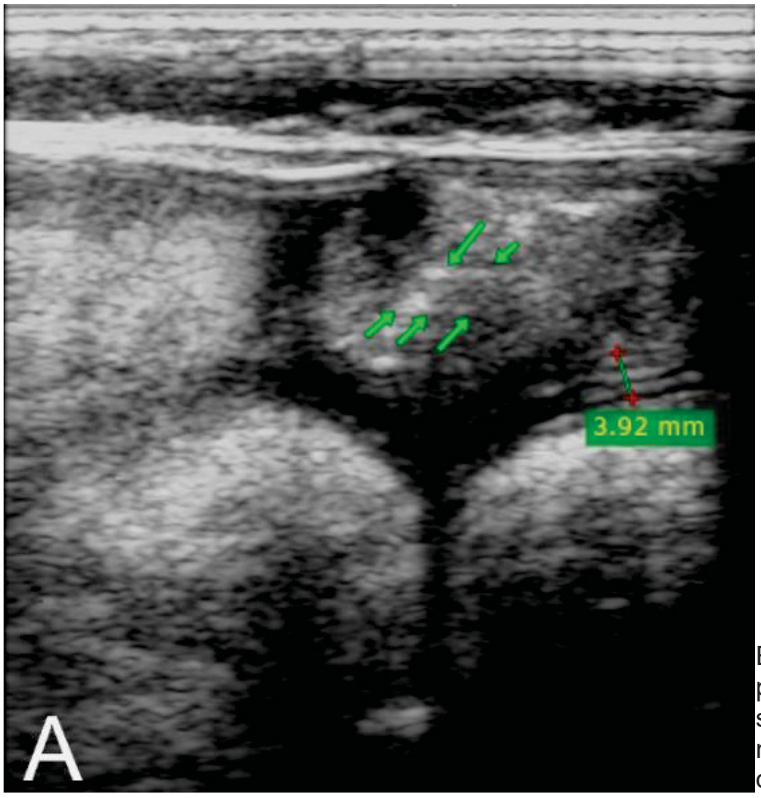
Notar em A o espessamento da parede e acúmulo de fluido anecoico no interior da alça, bem como seu formato hexagonal.



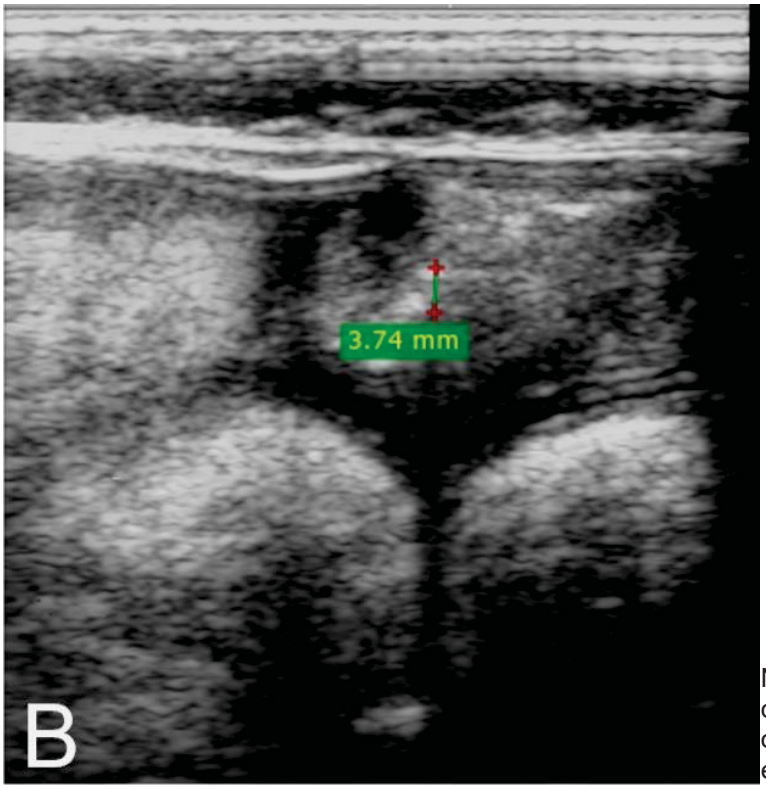
Em B observar as estruturas circulares hiperecoicas fortemente sugestivas de corte transversal de *Parascaris* spp., medindo (1): 3,36 mm; (2): 6,16 mm; (3): 4,96 mm; (4): 6,84 mm.

Em A e B: note artefato de reverberação por toda a largura da imagem (setas largas) e como o marcado espessamento da parede permitiu a identificação das cinco camadas ultrassonográficas.

FIGURA 6: CORTES TRANSVERSAIS DE INTESTINO DELGADO (ID) E IMAGENS SUGESTIVAS DE *PARASCARIS* SPP. POTRO DA RAÇA PSI COM 169 DIAS DE IDADE E PESANDO 270 KG. IMAGEM OBTIDA NA REGIÃO MÉDIA COM TRANSDUTOR TRANSRETAL MULTIFREQUENCIAL (3 A 5 MHZ), PROFUNDIDADE DE 86 MM E PONTOS FOCAIS EM 25 E 40 MM. POSIÇÃO ESQUERDA DA FIGURA É CRANIAL.



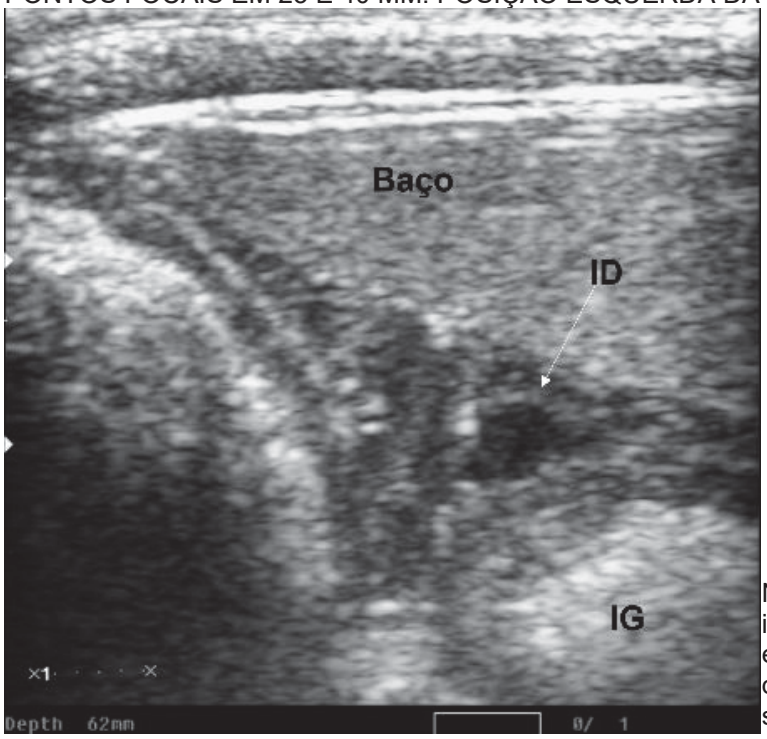
Em A as flechas indicam linhas paralelas hiperecóicas que sugerem *Parascaris* spp. em meio a conteúdo heterogêneo de alça com parede espessada.



Na figura 6-B a imagem sugestiva de *Parascaris* spp. foi mensurada e o diâmetro do parasito encontrado é de 3,74 mm.

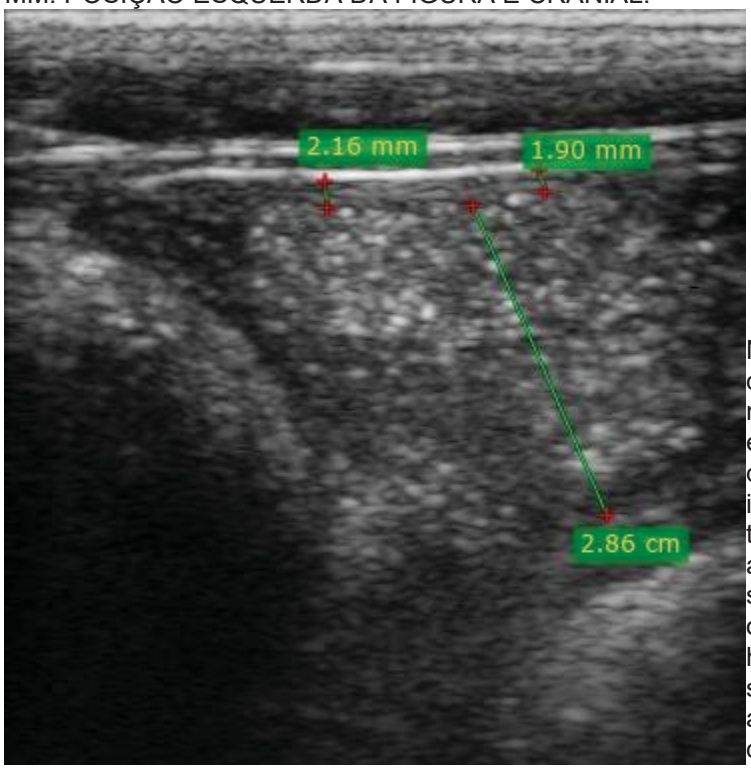
Dentre os 49 animais restantes, três foram classificados como imagens alteradas: um animal apresentou conteúdo anecóico em seu lúmen (FIGURAS 7 e 8) e os outros dois apresentaram espessura média de parede maior do que 3,0 mm (3,22 mm e 5,54 mm).

FIGURA 7: IMAGEM ABDOMINAL, COM CORTE TRANSVERSAL DE INTESTINO DELGADO (ID), PRÓXIMO AO BAÇO E VENTRAL A ALÇA DE INTESTINO GROSSO (IG). POTRO DA RAÇA PSI COM 91 DIAS DE IDADE E PESANDO 150 KG. IMAGEM OBTIDA NA REGIÃO MÉDIA COM TRANSDUTOR TRANSRETAL MULTIFREQUENCIAL (3 A 5 MHZ), PROFUNDIDADE DE 62 MM E PONTOS FOCAIS EM 25 E 40 MM. POSIÇÃO ESQUERDA DA FIGURA É CRANIAL.



Notar conteúdo anecoico no interior da alça, sem evidenciação de espessamento de parede ou de imagem sugestiva de *Parascaris* spp.

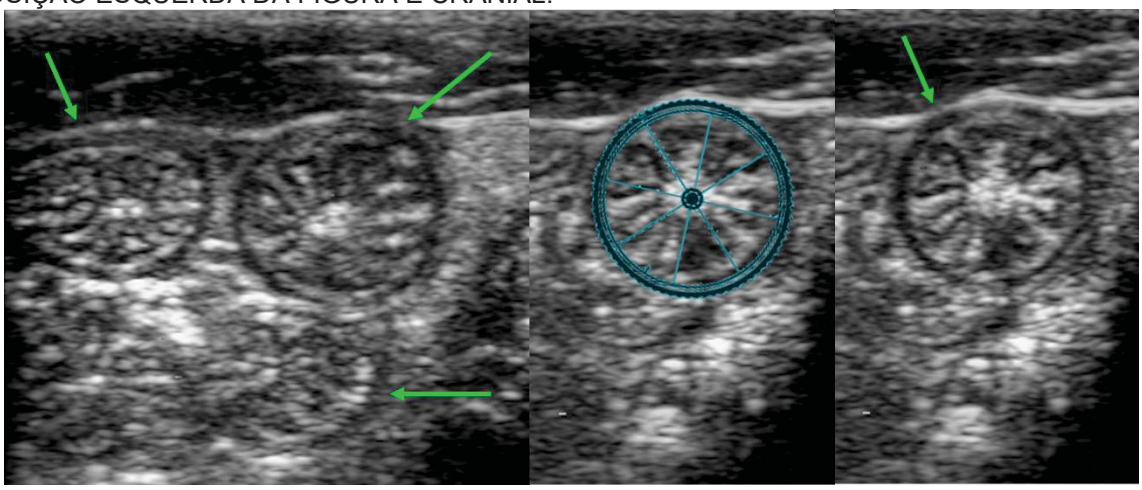
FIGURA 8: CORTE TRANSVERSAL DE INTESTINO DELGADO (ID). POTRO DA RAÇA PSI COM 174 DIAS DE IDADE E PESANDO 205 KG. IMAGEM OBTIDA COM TRANSDUTOR TRANSRETAL MULTIFREQUENCIAL (3 A 5 MHZ), PROFUNDIDADE DE 86 MM E PONTOS FOCAIS EM 25 E 40 MM. POSIÇÃO ESQUERDA DA FIGURA É CRANIAL.



Note que os valores mensurados de espessura de parede são menores do que aqueles estabelecidos como referência e que há perda de qualidade de imagem na porção mais distal ao transdutor. A porção ventral da alça (superior na figura) encontra-se comprimida pela mão da operadora. Perceba o conteúdo heterogêneo no interior da alça, sem a formação de sombra acústica, típico de intestino delgado.

Descreve-se as características ultrassonográficas de corte transversal das alças de intestino delgado de potros em seu grau máximo de contração, com colapso de mucosa. Na imagem dinâmica é possível observar a onda de contração peristáltica envolvendo esta porção da alça a partir da formação de “raios” mais ou menos definidos, conforme ocorre a projeção da mucosa em direção ao centro do lúmen. Quando a imagem é analisada de forma estática, percebe-se aparente espessamento da parede naquele segmento, dada pelas dobras de mucosa formadas pela sua invaginação em direção ao lúmen intestinal dando-lhe aparência de uma “roda de bicicleta” (FIGURA 9).

FIGURA 9: CORTE TRANSVERSAL DE INTESTINO DELGADO (ID). POTRO DA RAÇA PSI COM 226 DIAS DE IDADE E PESANDO 285 KG. IMAGEM OBTIDA COM TRANSDUTOR TRANSRETAL MULTIFREQUENCIAL (3 A 5 MHZ), PROFUNDIDADE DE 86 MM E PONTO FOCAL EM 22 MM. POSIÇÃO ESQUERDA DA FIGURA É CRANIAL.

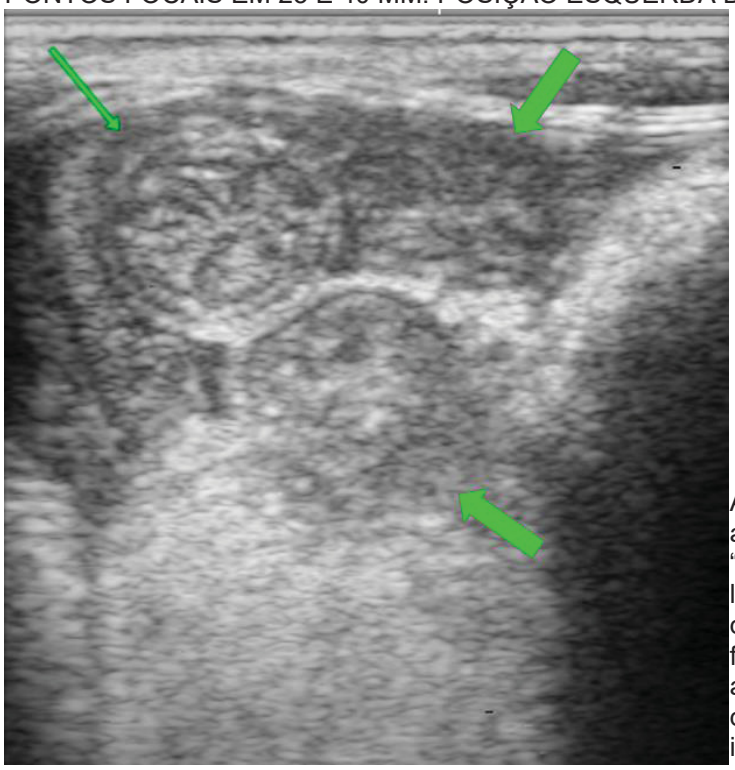


As flechas estreitas apontam para alças de intestino delgado em seu grau máximo de contração, com dobras de mucosa evidenciadas em seu interior, formando imagens semelhantes a “rodas de bicicleta”. Note a aparência corrugada da mucosa e a ausência de conteúdo alimentar no interior da alça.

Esta imagem é produto da contração fisiológica daquele segmento de alça devido às ondas peristálticas que passam por ela, levando ao grau máximo de estreitamento do lúmen.

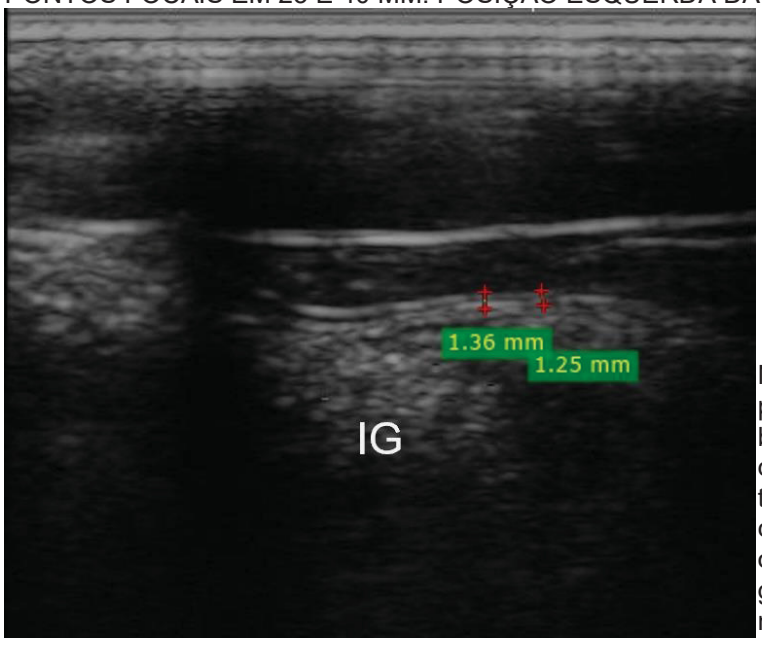
Todos os demais animais em que não se identificaram imagens sugestivas de *Parascaris* spp. foram classificados como imagens normais contendo conteúdo heterogêneo, espessura média de parede variando de 1,29 mm a 2,86 mm (FIGURAS 10 e 11) e diâmentro médio do lúmen variando de 3 mm a 3,84 cm.

FIGURA 10: CORTE TRANSVERSAL DE INTESTINO DELGADO (ID). POTRO DA RAÇA PSI COM 180 DIAS DE IDADE E PESANDO 210 KG. IMAGEM OBTIDA NA REGIÃO UMBILICAL COM TRANSDUTOR TRANSRETAL MULTIFREQUENCIAL (3 A 5 MHZ), PROFUNDIDADE DE 86 MM E PONTOS FOCAIS EM 25 E 40 MM. POSIÇÃO ESQUERDA DA FIGURA É CRANIAL.



A flecha estreita aponta para alça de intestino delgado em "roda de bicicleta". As setas largas indicam outras alças durante processo de contração, formando imagens cuja aparência ultrassonográfica é descrita como "anatomia indefinida".

FIGURA 11: CORTE LONGITUDINAL DE INTESTINO DELGADO (ID). POTRO DA RAÇA PSI COM 145 DIAS DE IDADE E PESANDO 205 KG. IMAGEM OBTIDA NA REGIÃO MÉDIA COM TRANSDUTOR TRANSRETAL MULTIFREQUENCIAL (3 A 5 MHZ), PROFUNDIDADE DE 74 MM E PONTOS FOCAIS EM 25 E 40 MM. POSIÇÃO ESQUERDA DA FIGURA É CRANIAL.



Note aparente estreitamento da parede intestinal na figura 8, bem como perda total de sua definição na porção proximal ao transdutor. A alça encontra-se comprimida entre a mão da operadora e a alça de intestino grosso (IG) dorsal a ela (abaixo na figura).

A comparação entre os melhores valores medianos das medidas de desempenho encontrados a partir da curva ROC evidenciou que o modelo 2 (inclusão

de contagem de OPG como fator preditor) foi o melhor classificador e, por isto, serão apresentados apenas os resultados pertinentes a ele.

As variáveis preditoras que apresentaram significância estatística dentro do modelo 2 foram conteúdo intraluminal, com p = 0,04 (α = 5%) e EMP, com p = 0,07 (α = 10%). Nota-se que como provável consequência da existência de multicolinearidade entre OPG e os demais fatores, ocorre aumento do nível de significância (α), sem que ocorra prejuízo à qualidade de ajuste do modelo (QUADRO 4).

Estabeleceu-se que conteúdo heterogêneo intraluminal está associado à diminuição das chances de os animais apresentarem imagens ultrassonográficas positivas para *Parascaris* spp. (OR = 0,0248). Por sua vez, a estimativa do coeficiente da variável EMP sugere que a probabilidade de animais USTA P+ apresentarem espessamento da parede intestinal é de 92,55% (OR = 12,42) (QUADRO 4).

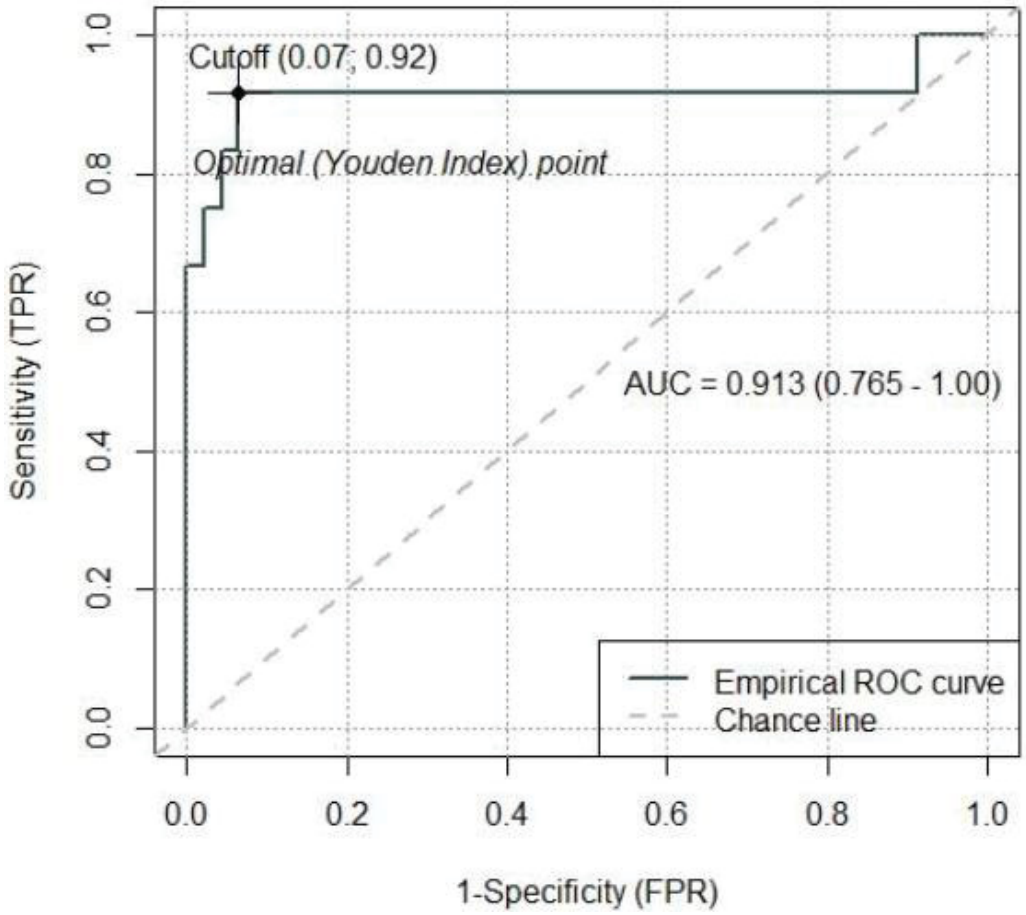
QUADRO 4: ESTIMATIVA DOS COEFICIENTES PROVENIENTES DO AJUSTE DO MODELO DE REGRESSÃO LOGÍSTICA DICOTÔMICO E CÁLCULO DA RAZÃO DE CHANCES (OR) DAS VARIÁVEIS PREDITORAS PESO (KG), IDADE (DIAS), ESPESSURA MÉDIA DE PAREDE (EMP), DIÂMETRO MÉDIO DE LÚMEN (DML), OPG (CONVERTIDO EM LOG) E TIPO DE CONTEÚDO INTRALUMINAL PARA ULTRASSONOGRAFIA TRANSABDOMINAL POSITIVA (USTA P+). OS VALORES ESTATISTICAMENTE SIGNIFICATIVOS A NÍVEL DE 10% (A < 10%) ESTÃO DESTACADOS.

	Estimativa coeficientes			Razão de chances		
Efeito	EST	DP (EST)	P (EST)	OR	IC 95% (OR)	P (OR)
Intercepto	-2,145	3,104	0,490	0,117	0,000 49,028	0,490
Peso (kg)	0,004	0,027	0,881	1,004	0,951 1,063	0,881
Idade (dias)	0,005	0,033	0,890	1,005	0,939 1,077	0,890
EMP (espessada)	**2,520**	1,393	**0,070**	**12,427**	0,987 314,725	**0,070**
DML (cm)	0,186	0,783	0,813	1,204	0,252 6,236	0,813
OPG (log)	0,344	0,737	0,640	1,411	0,319 7,176	0,640
Conteúdo (HT)	**-3,694**	1,851	**0,046**	**0,025**	0,000 0,046	**0,046**

EST: valor estimado do coeficiente. DP (EST): desvio padrão calculado a partir do valor estimado do coeficiente. P (EST): nível de significância estatística identificada para EST. OR: Razão de chances estabelecida para a variável. IC 95%: intervalo de confiança estabelecido para o valor de OR. P (OR): P (OR): nível de significância estatística identificada para OR.

A avaliação da qualidade de ajuste do modelo foi obtida por meio da curva ROC, ilustrada na FIGURA 12. A partir dela foi possível calcular que a área sob a curva (AUC) é de 0,913, variando entre 0,765 e 1,00 com intervalo de confiança de 95%.

FIGURA 12: CURVA ROC E ÁREA SOB A CURVA (AUC), COM RESPECTIVOS INTERVALOS DE CONFIANÇA, E PONTO ÓTIMO DE CORTE OBTIDOS A PARTIR DOS PARÂMETROS DE EXAMES ULTRASSONOGRÁFICOS TRANSABDOMINAIS (EMP, DML, CONTEÚDO, IDENTIFICAÇÃO DE *PARASCARIS* SPP.), VALORES DE OPG E DADOS DE POTROS (PESO E IDADE) DA RAÇA PSI NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.



No QUADRO 5 são apresentados os dados dos melhores valores das medianas das medidas de desempenho da curva ROC, com respectivos intervalos de confiança (95%) para o modelo logístico criado para descrever o comportamento das variáveis analisadas no exame ultrassonográfico transabdominal.

QUADRO 5: MEDIANAS DA MEDIDA DE MELHOR DESEMPENHO DO MODELO LOGÍSTICO DICOTÔMICO 2 E MEDIANAS DE INTERVALO DE CONFIANÇA DE 95% COM BASE NO MELHOR *THRESHOLD*.

Parâmetro	Valor	IC 95%
Sensibilidade	0,92	(0,75 – 1,00)
Especificidade	0,96	(0,87 – 1,00)
Valor preditivo positivo	0,85	(0,65 – 1,00)
Valor preditivo negativo	0,98	(0,93 – 1,00)
Precisão	0,95	(0,88 – 1,00)
Verdadeiros positivos	11	(9 – 12)
Verdadeiros negativos	44	(40 – 46)
Falsos positivos	2	(0 – 6)
Falsos negativos	1	(0 – 3)

3.4 DISCUSSÃO

A identificação de imagens de estruturas sugestivas de *Parascaris* spp. vem de encontro aos achados de Nielsen *et al*. (2016), em que se determinou que o exame ultrassonográfico é uma técnica sensível e específica para o diagnóstico de cargas parasitárias iguais ou superiores a dez ascarídeos. Nosso estudo foi conduzido rebanhos comerciais, o que somado a questões éticas impede a eutanásia de animais saudáveis para contagem de parasitos intraluminais. A comparação entre OPG e exames ultrassonográficos positivos e negativos para *Parascaris* spp. não resultou em diferença estatística, uma vez que especialmente para este parasito há baixa correlação entre o número de ovos encontrados nas fezes e o número de parasitos habitando o trato gastrintestinal (Wilkes *et al*., 2016). A ausência de significância estatística ao comparar grupo de idade e visualização de imagens condizentes com *Parascaris* spp. indica que este é um exame capaz de complementar o diagnóstico de infecção mesmo quando os animais expostos não se apresentam dentro da maior categoria de risco, ou seja, entre 5 e 8 meses de idade (Hautala *et al*., 2019).

A espessura média de parede e tipo de conteúdo intraluminal aparentam ser bons parâmetros para a identificação de animais infectados com *Parascaris* spp. Os altos valores de sensibilidade e especificidade associados a bons índices de valores

preditivos positivo e negativo corroboram com a aplicação desta ferramenta no estabelecimento de diagnóstico para infecções por *Parascaris* spp. de forma independente à contagem de OPG e diretamente associada à carga parasitária presente naquele animal, bem como às alterações gastrintestinais promovidas por este parasito.

Nota-se que as alterações encontradas não são patognomônicas para a infecção por parasitos, mas sim fortes indicativos de enterite naquele segmento de alça (Bain, 2012 e Reef, 1991). Sendo assim, a inclusão dos valores de OPG do indivíduo e da propriedade direcionam a interpretação dos dados obtidos a partir das imagens nos casos em que não há visualização direta do parasito, mas há identificação de anormalidades na espessura média da parede das alças visualizadas (> 3 mm) e no tipo de conteúdo intraluminal (anecoico).

A imagem do intestino delgado contraído é pouco citada na literatura (Di Donato *et al*., 2014; Freeman, 2002 e Penninck *et al*., 1989), embora tenha sido observada em diversos animais avaliados e em todas as regiões abdominais ventrais escaneadas pelo lado esquerdo dos potros neste estudo. Este trabalho traz de forma inédita a sua descrição como “rodas de bicicleta”, com enfoque nas características de parede e conteúdo intraluminal em potros. A observação do tipo de conteúdo é impossível nestes segmentos de alça, uma vez que o lúmen se encontra ocupado pelas dobras de mucosa (Freeman, 2002 e Penninck *et al*., 1989). A mensuração da espessura da parede deve ser evitada neste tipo de imagem, uma vez que há uma diferença significativa nos valores obtidos nas dobras e entre elas (Di Donato *et al*., 2014 e Penninck *et al*., 1989) e não há valores determinados de espessura de parede em cavalos nestas circunstâncias.

Três principais fatores estão envolvidos na ocorrência de desvios de interpretação: a variação entre observadores, alterações do instrumento e a característica do animal (Cribb; Arroyo, 2018). A escolha pelo transdutor linear transretal mostrou-se vantajosa pois ele se encaixa na mão do operador, que o mantém protegido de eventuais reações (coices) por parte do animal. Todavia, por ser plano, há pouco ajuste entre ele e a cavidade abdominal abaulada do paciente, criando dificuldade em obter contato total para a formação de imagens de qualidade adequada.

Mudanças climáticas alteram as características dos pelos nos animais, com maior espessura durante a estação mais fria do ano (Bain, 2012; Busoni *et al*., 2011 e Nielsen *et al*., 2016). A presença de pelos nas regiões mais craniais do abdômen ventral, especialmente naquela imediatamente caudal ao processo xifoide, muitas vezes impediu a obtenção de imagem, apesar de ajustes feitos no aparelho quanto à emissão da frequência de ondas pelo transdutor e no ganho das imagens obtidas. Nessas situações, prosseguiu-se à varredura das outras regiões, uma vez que a depilação ou corte parcial dos pelos não era possível nestes animais. Não é possível estimar o prejuízo na obtenção de imagens, mas acredita-se que a inclusão da região inguinal tenha suprimido, em parte, esta limitação (Nielsen *et al*., 2016).

A interação entre as ondas ultrassonográficas e os diferentes tipos de estruturas intracavitárias pode levar ao surgimento de artefatos, que não correspondem a uma estrutura real. O sombreamento acústico do IG sobre as demais estruturas é bastante característico e descrito Williams *et al*. (2014). Em nosso estudo, notou-se a persistente formação de duas linhas hiperecoicas paralelas a aproximadamente 25 mm da parede abdominal externa, como apontado na Figura 4. Este artefato de reverberação forma-se muito provavelmente em decorrência da impedância acústica da parede abdominal e das alças de intestino grosso, que constituem as superfícies refletoras necessárias para a sua formação.

Durante a observação das imagens, especialmente daquelas em que não se alcança a formação ideal das estruturas com a devida diferenciação entre elas, o aparecimento deste artefato pode conduzir a erro de diagnóstico. *Parascaris* spp. se apresenta como duas linhas hiperecoicas paralelas entremeadas por conteúdo que varia entre anecoico e hipoecoico – os trilhos de trem. A parede do ID em aparelhos ultrassonográficos de média resolução também se apresenta como duas linhas paralelas, mas elas tendem a ser circulares e com conteúdo ecogênico no espaço entre elas.

A movimentação do animal, das alças de intestino delgado e do próprio parasito dentro delas dificulta a identificação de *Parascaris* spp., além de a própria anatomia do sistema gastrintestinal ser um fator limitante para a execução da técnica, pois é impossível investigar toda a extensão do intestino delgado, mesmo quando outras janelas ultrassonográficas são exploradas (Busoni *et al*., 2011; Cribb; Arroyo, 2018 e Williams *et al*., 2014). Todavia, é justamente o dinamismo da avaliação

ultrassonográfica que constitui uma das maiores vantagens em sua aplicabilidade (Bain, 2012; Magri, 2018 e Reef, 1991): ao possibilitar a visualização de segmentos de alças de intestino, incluindo seu conteúdo, presença de parasitos e características de parede, esta técnica permite inferir sobre a resposta daquele animal frente à infestação, colaborando com o diagnóstico e com a identificação de animais em risco de desenvolvimento de doença parasitária.

3.5 CONCLUSÃO

Este é o primeiro estudo que descreve os achados ultrassonográficos de potros em que imagens sugestivas de *Parascaris* spp. foram identificadas. Características relativas a espessamento de parede, conteúdo intraluminal e particularidades da execução da técnica foram descritas, bem como algumas das limitações enfrentadas. A técnica se mostrou de fácil execução, mas a interpretação das imagens, assim como a obtenção de imagens de maior qualidade, requer um mínimo de experiência. As alças contendo fluido anecoico em seu interior formaram um contraste ideal para a visualização do parasito. Esta característica, somada ao espessamento de parede, são indicativos positivos da presença do parasito quando o animal apresenta contagem positiva de OPG.

REFERÊNCIAS

BAIN, F. T. Ultrasound of the thorax and abdomen in the foal. **58th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners -AAEP**.v. 58, p.38–44, 2012.

BEVEVINO, K. E.; EDWARDS, J. F.; COHEN, N. D.; SOLIS, C. N. Ex vivo comparison of ultrasonographic intestinal wall layering with histology in horses: a feasibilty study. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, p. 1–15, 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/vru.12946>. .

BUSONI, V.; BUSSCHER, V. DE; LOPEZ, D.; VERWILGHEN, D.; CASSART, D. Evaluation of a protocol for fast localised abdominal sonography of horses (FLASH) admitted for colic. **Veterinary Journal**, v. 188, n. 1, p. 77–82, 2011. Elsevier Ltd. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2010.02.017>. Acesso em: 24/12/2020.

CRIBB, N. C.; ARROYO, L. G. Techniques and accuracy of abdominal ultrasound in gastrointestinal diseases of horses and foals. **Veterinary Clinics of North America - Equine Practice**, v. 34, n. 1, p. 25–38, 2018.

CRIBB, N.; COTÉ, N.; BOURÉ, L.; PEREGRINE, A. Acute small intestinal obstruction associated with Parascaris equorum infection in young horses: 25 cases (1985–2004). **New Zealand Veterinary Journal**, v. 54, n. 6, p. 338–343, 2006. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00480169.2006.36721>. .

CRINGOLI, G.; MAURELLI, M. P.; LEVECKE, B.; et al. The Mini-FLOTAC technique for the diagnosis of helminth and protozoan infections in humans and animals. **Nature Protocols**, v. 12, n. 9, p. 1723–1732, 2017.

DIANA, A.; FRECCERO, F.; GIANCOLA, F.; et al. Ex vivo ultrasonographic and histological morphometry of small intestinal wall layers in horses. **Veterinary Radiology and Ultrasound**, p. 1–11, 2021.

DI DONATO, P.; PENNINCK, D.; PIETRA, M.; CIPONE, M.; DIANA, A. Ultrasonographic measurement of the relative thickness of intestinal wall layers in clinically healthy cats. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v. 16, n. 4, p. 333–339, 2014.

FREEMAN, S. Ultrasonography of the equine abdomen: Techniques and normal findings. **In Practice**, v. 24, n. 4, p. 204–211, 2002. BMJ Publishing Group. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1136/inpract.24.4.204>. Acesso em: 16/4/2021.

HAUTALA, K.; NÄREAHO, A.; KAUPPINEN, O.; et al. Risk factors for equine intestinal parasite infections and reduced efficacy of pyrantel embonate against Parascaris sp. **Veterinary Parasitology**, v. 273, p. 52–59, 2019. Elsevier. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2019.08.004>. .

HUSTED, L.; NIELSEN, M. K. Medicinsk behandling af spolormeforstoppelse hos et føl. **Dansk Veterinærtidsskrift**, v. 3, n. 93, p. 16–18, 2010.

MAGRI, M. Ultrasonography of the abdomen in foals**. In Practice**, v. 40, n. 8, p. 348–356, 2018.

NIELSEN, M. K.; DONOGHUE, E. M.; STEPHENS, M. L.; et al. An ultrasonographic scoring method for transabdominal monitoring of ascarid burdens in foals. **Equine Veterinary Journal**, v. 48, n. 3, p. 380–386, 2016.

PENNINCK, D.; NYLAND, T. G.; FISHER, P. E.; KERR, L. Y. Ultrasonography of the normal canine gastrointestinal tract. **Veterinary Radiology**, v. 30, n. 6, p. 272–276, 1989.

REEF, V. B. Equine pediatric ultrasonography. **The compendium on continuing education**, v. 13, n. 8, p. 1277–1285, 1991.

SOUTHWOOD, L. L.; BAXTER, G. M.; BENNETT, D. G.; RAGLE, C. A. Ascarid impaction in young horses. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, v. 20, n. 1, p. 100–106, 1998.

TATZ, A. J.; SEGEV, G.; STEINMAN, A.; et al. Surgical treatment for acute small intestinal obstruction caused by Parascaris equorum infection in 15 horses (2002-2011). **Equine Veterinary Journal**, v. 44, n. SUPPL. 43, p. 111–114, 2012. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.2042-3306.2012.00607.x>. .

WILKES, E. J. A.; COWLING, A.; WOODGATE, R. G.; HUGHES, K. J. Inhomogeneity of the density of Parascaris spp. eggs in faeces of individual foals and the use of hypothesis testing for treatment decision making. **Veterinary Parasitology**, v. 229, p. 131–138, 2016. Elsevier B.V. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2016.10.010>. .

WILLIAMS, S.; COOPER, J. D.; FREEMAN, S. L. Evaluation of normal findings using a detailed and focused technique for transcutaneous abdominal ultrasonography in the horse. **BMC Veterinary Research**, v. 10, n. Suppl 1, p. 1–8, 2014. BioMed Central Ltd.

4 EXAME ULTRASSONOGRÁFICO TRANSABDOMINAL COMO MÉTODO AUXILIAR DE DIAGNÓSTICO DE INFECÇÕES POR *PARASCARIS* SPP.

Resumo

As infecções por helmintos gastrintestinais, como parasitos do gênero *Parascaris* spp., podem causar grandes danos em cavalos, incluindo a morte e são de especial relevância em potros entre cinco e oito meses de idade. Atualmente os métodos diagnósticos envolvem técnicas indiretas de identificação dos parasitos por meio da contagem de ovos nas fezes, com baixa correlação com a carga parasitária que acomete o animal. As medidas de controle parasitário baseiam-se no uso regular de anti-helmínticos, que seleciona populações multirresistentes, incluindo *Parascaris* spp. É necessária uma ferramenta diagnóstica mais precisa para ajudar a diferenciar os sinais clínicos de infestações parasitárias em potros. A técnica de ultrassonografia transabdominal (USTA) pode ser considerada, pois é de fácil execução e veterinários especializados em medicina equina podem analisar rapidamente as imagens em busca de características distintivas de *Parascaris* spp. O objetivo deste estudo foi determinar a prevalência de *Parascaris* spp. e definir medidas de USTA em 159 potros da região metropolitana de Curitiba. Amostras fecais também foram usadas para determinar a eficácia do febendazol (FBZ) usando o teste de redução da contagem de ovos fecais. As imagens do USTA sugerem fortemente a presença dos parasitas no intestino delgado, que são descritos de forma inédita. *Parascaris* spp. foi encontrado em 42% (67/159) das amostras e o FBZ teve pouco impacto na redução de sua infecção. Em consequência do número de animais incluídos no estudo e pela presença de resistência parasitária nas propriedades analisadas ocorreram limitações na avaliação de alguns dados. A partir dos presentes dados, acreditamos que a USTA pode ser utilizada como ferramenta auxiliar para o diagnóstico de *Parascaris* spp. antes dos sinais clínicos dos potros.

Palavras-chave: cavalos; parasitologia; potros; resistência parasitária; ultrassom

4 TRANSABDOMINAL ULTRASONOGRAPHIC TECHNIQUE AS AN AUXILIARY DIAGNOSTIC FOR *PARASCARIS* SPP. INFECTIONS

Abstract

Helminth infections, such as *Parascaris* spp., may cause great damage in horses, including death, and are especially relevant in foals between five and eight months of age. Currently, diagnostic methods involve indirect techniques by counting parasites' eggs in feces, with low correlation with the parasite burden. Parasitic control measures are based on the regular use of anthelmintics, which selects for multidrug-resistant populations, including *Parascaris* spp. A more accurate diagnostic tool is needed to help differentiate clinical signs of parasitic infestations in foals. The transabdominal ultrasound technique (TUS) may be considered as it is easy to perform, and equine veterinarians can quickly analyze images for distinctive features of *Parascaris* spp. The aim of this study was to determine the prevalence of *Parascaris* spp. and define TUS measurements in 159 foals from the metropolitan region of Curitiba. Fecal samples were also used to determine the effectiveness of febendazole (FBZ) using the fecal egg count reduction test (FECRT). The TUS images strongly suggest the presence of the parasites in the small intestine, which are described in an unprecedented way. *Parascaris* spp. was found in 42% (67/159) of the samples and FBZ had little impact on reducing their infection. As a result of the number of animals included in the study and the presence of parasitic resistance in the analyzed properties, there were limitations in the evaluation of some data. From the present data, we believe that TUS can be used as an auxiliary tool for the diagnosis of *Parascaris* spp. before clinical signs in foals.

Keywords: anthelmintic resistance; diagnostic; horses; parasitology; ultrasound

4.1 INTRODUÇÃO

Parascaris spp., são helmintos que habitam o intestino delgado de equinos, preferencialmente na região de jejuno proximal e duodeno (Clayton, 1986). Medem entre 20 e 50 cm, com diâmetro de 4 a 6 mm (Biocca *et al*., 1978) quando adultos e cada fêmea pode depositar até 1 milhão de ovos por dia, que são eliminados juntamente com as fezes do hospedeiro, contaminando o ambiente (Clayton, 1986). Potros entram em contato com estes ovos já em seus primeiros dias de vida, iniciando uma infecção (Clayton, 1978). Durante o crescimento, os cavalos desenvolvem certa imunidade ao *Parascaris* spp., porém potros são considerados a categoria mais sensível (Clayton, 1986), especialmente durante a fase de desmame (entre cinco e oito meses); fase esta que se caracteriza por ser o período de maior risco para sua saúde e bem-estar (Clayton, 1986).

O número de parasitos presentes no lúmen intestinal está diretamente vinculado à sua habilidade de formar êmbolos que causam obstrução da alça. Este quadro, de resolução cirúrgica, tem prognóstico ruim (27% de sucesso pós-operatório (Cribb *et al*., 2006) e pode culminar no rompimento das alças do intestino delgado e na morte do animal (Clayton, 1986). Infelizmente, o diagnóstico com o uso de técnicas envolvendo a contagem de ovos fecais (COF) não permite inferir o número de helmintos parasitando o hospedeiro, pois considera-se que exista baixa relação entre os valores de OPG (ovos por gramas de fezes) e a carga parasitária no animal (Kaplan; Nielsen, 2010).

Com o surgimento de anti-helmínticos de amplo espectro, o controle parasitário de cavalos passou a basear-se quase que exclusivamente no uso destes medicamentos (Kaplan; Nielsen, 2010). Em decorrência de seu uso constante, seguindo protocolos que se tornaram cada vez mais supressivos, consolidou-se o fenômeno de resistência parasitária em diversos países, incluindo o Brasil. Molento *et al*. (2008) conduziram um estudo na região metropolitana de Curitiba que identificou que *Parascaris* spp. apresentou susceptibilidade apenas ao febendazol (FBZ) e diferentes níveis de resistência a diferentes concentrações de ivermectina, associada ou não ao pirantel e ao praziquantel e, também, à moxidectina e à abamectina foram detectados.

A resistência parasitária (RP), ao conferir habilidade de sobrevivência aos helmintos a medicamentos usualmente escolhidos para o tratamento de infecções, diminui as alternativas possíveis para tratamento dos casos em que há evolução do quadro para doença parasitária com manifestação de sinais clínicos e, eventualmente, risco à saúde e vida daquele animal (Kaplan; Nielsen, 2010). Além disso, em animais maciçamente parasitados por *Parascaris* spp., o uso de medicação anti-helmíntica pode predispor à formação de êmbolo, em consequência da morte dos *Parascaris* spp., piorando ainda mais o prognóstico do paciente (Cribb *et al*., 2006 e Tatz *et al*., 2012).

Se a baixa correlação entre OPG e carga parasitária e a inaptidão do exame OPG em estimar a carga parasitária forem introduzidas neste cenário, é evidente a necessidade de aplicação de novas técnicas auxiliares de diagnóstico na parasitologia clínica veterinária que permitam a identificação direta do parasito. A técnica ultrassonográfica transabdominal (USTA) pode servir a este propósito, por ser dinâmica, pouco invasiva, não depender de sedação dos animais, e permitir a manutenção dos animais em sua posição quadrupedal durante sua realização. A USTA permite avaliação do diâmetro das alças intestinais, da espessura de sua parede e de seu número (Bain, 2012 e Epstein *et al*., 2008).

Apesar de as características ultrassonográficas de alças intestinais de cavalos saudáveis e acometidos por síndrome cólica terem sido extensivamente descritas, há discrepâncias nos valores mensurados e considerados como normais: Epstein *et al*. (2008) relata espessura de parede média de 1,95 mm em jejuno. Bevevino *et al*. (2021) e Diana *et al*. (2021). compararam achados ultrassonográficos de segmentos de alças submersas em banho isotônico com a histopatologia de fragmentos extraídos dessas alças, determinando valores médios de 1,57 mm e 3,99 mm, respectivamente. Entretanto, a maior parte da literatura consultada descreve que mensurações de até 3 mm de espessura de parede podem ser consideradas como normais (Bain, 2012; Cribb; Arroyo, 2018 e Magri, 2018).

O líquido no interior da alça intestinal cria um contraste adequado para identificar estruturas hiperecóicas (Bain, 2012), como parasitos (Magri, 2018). A identificação de parasitos intraluminais nos equinos permite que medidas terapêuticas adequadas sejam estabelecidas antes do início da manifestação de sinais clínicos, predizendo os primeiros sinais de desconforto abdominal. Outra vantagem

apresentada por esta técnica é a relação de melhora do prognóstico no animal afetado (Husted; Nielsen, 2010).

Nielsen *et al*. (2016). afirmaram que este exame é viável para o diagnóstico de *Parascaris* spp. e o descreve como uma estrutura hiperecóica com aparência de 'trilhos de trem' (linhas paralelas). Diversos relatos de parasitos intraluminais são encontrados na literatura veterinária (Cribb; Arroyo, 2018; Husted; Nielsen, 2010; Magri, 2018; Nielsen *et al*., 2016 e Tatz *et al*., 2012), embora poucos tragam imagens representativas (Magri, 2018 e Nielsen *et al*., 2016) ou suas características ultrassonográficas.

O ascarídeo Ascaris lumbricoides, que habita o ID de humanos, foi descrito por Mahmood *et al*. (2001) da mesma forma que Nielsen *et al*. (2016) quando em corte longitudinal durante exame ultrassonográfico transabdominal. Em seu estudo, Mahmood *et al*. (2001) ainda descreveram o parasito visualizado em sua secção transversal como uma estrutura arredondada, semelhante a uma rosquinha, de parede hiperecoica. De acordo com Adair (1990), em potros com obstrução de intestino delgado por *Parascaris* spp., e que apresentaram acúmulo de líquido no interior das alças, foi possível visualizar uma estrutura pequena, circular, de radiopacidade de tecidos moles, medindo aproximadamente 5 mm ao exame radiográfico.

Considerando-se o acima exposto quanto à inexatidão de valores de OPG na quantificação da carga parasitária e como esta constitui o maior fator de risco para a ocorrência de obstrução de ID em potros, o objetivo deste trabalho foi definir a viabilidade da USTA na identificação de imagens sugestivas de *Parascaris* spp. em potros, comparando-os com dados de OPG e identificar a presença de resistência parasitária ao anti-helmíntico febendazol na população estudada.

4.2 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Paraná sob o nº 025/2021. Em janeiro de 2021, 159 potros da raça Puro Sangue Inglês (PSI), com idade média de 166 dias (+/- 63 dias), com peso médio estimado por fita torácica de 240kg (+/- 55 kg), em sete propriedades da região metropolitana de Curitiba com manejo sanitário, nutricional e ambiental

semelhantes, tiveram suas fezes analisadas com a técnica mini-FLOTAC®, como descrito por Cringoli *et al*. (2017), com sensibilidade de 5 OPG.

Aqueles que apresentaram contagem de ovos de *Parascaris* spp. igual ou superior a 200 e inferior a 900, foram incluídos no estudo e separados aleatoriamente em grupos para tratamento (GT) ou controle (GC). Aqueles animais que apresentaram contagens acima de 900 OPG foram excluídos e tratados, seguindo o mesmo protocolo utilizado para os animais do GT.

Sete dias após a primeira coleta (D0), todos os animais foram submetidos a dois exames USTA (US1 e US2), com intervalo de 3 h entre eles. No dia D1, os animais do GT receberam 10 mg/kg PV de FBZ 18,8% por via oral. No dia D2, o bolo fecal produzido pelos animais GT foi observado para a recuperação de parasitos. No dia D14 todos os animais tiveram suas fezes coletadas e examinadas com a mesma técnica, assim como foram submetidos a mais duas USTA, com o mesmo intervalo entre avaliações.

Os animais tiveram toda região abdominal ventral escaneada pelo lado esquerdo, após limpeza da região e aplicação abundante de álcool 70% e gel condutor para ultrassom, em correspondência às janelas ultrassonográficas para visualização de jejuno[19] e conforme protocolo estabelecido por Nielsen *et al*.[15]. O aparelho utilizado para a obtenção das imagens foi o modelo A5V SonoScape (Shenzhen, China), com transdutor retal multifrequencial de 3 a 8 MHz. A configuração inicial da frequência variou entre 3 e 5 MHz, profundidade de 86 mm e dois pontos focais de 25 e 40 mm, seguindo protocolo estabelecido por Nielsen *et al*.[15] O escaneamento foi dividido em regiões, sendo: xifoide (imediatamente caudal ao processo xifoide), umbilical (sobre a cicatriz umbilical e caudal a ela) e, entre elas, região média. Caso nenhuma alça de intestino delgado fosse visualizada nestas áreas, prosseguia-se à avaliação da região inguinal esquerda.

As imagens foram reunidas em grupos para posterior avaliação. Uma vez identificada a alça de intestino delgado (ID), o conteúdo intraluminal foi classificado como anecoico ou heterogêneo; parede e lúmen foram mensurados em pelo menos dois pontos diferentes cada e a média correspondente foi registrada. Os animais que apresentaram imagens de ID com conteúdo anecoico e/ou espessura de parede superior a 3 mm em pelo menos uma das regiões de escaneamento, foram classificados como imagem alterada. Animais classificados como imagem normal,

tiveram a média da espessura da parede e do lúmen calculada a partir dos valores mensurados em alças de ID de todas as regiões. Todas as avaliações foram executadas por meio do programa RadiAnt DICOM Viewer versão 2021.1.

O percentual de eficácia do FBZ foi estimado por meio do teste de redução da contagem de ovos nas fezes, calculado pela fórmula abaixo (Coles *et al*, 1992):

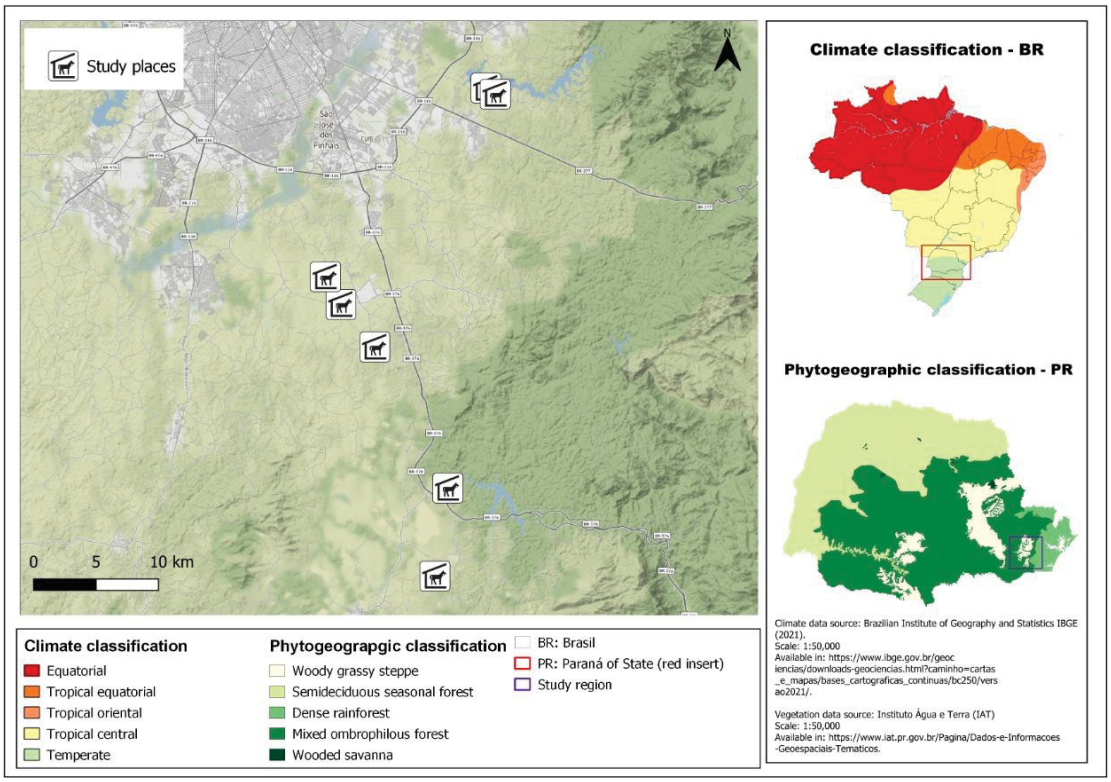
$$\% \text{ eficácia} = \frac{\text{média OPG grupo controle} - \text{média OPG grupo tratado}}{\text{média OPG grupo controle}} \times 100$$

A comparação entre os resultados foi feita por meio de estatística descritiva e os dados de frequência foram tabulados por meio do programa GraphPad Prism 9.

4.3 RESULTADOS

As sete propriedades incluídas no estudo fazem parte da mesma região geográfica, com coberturas vegetais e características climáticas semelhantes, conforme ilustrado na FIGURA 13.

FIGURA 13: LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DAS PROPRIEDADES COM INDICAÇÕES REFERENTES AO TIPO DE COBERTURA VEGETAL E CLIMA DA REGIÃO-ALVO DO ESTUDO.



Das 159 amostras coletadas, 67 (42,14%) apresentaram contagens para *Parascaris* spp., com média de 290 OPG. Dos animais positivos, 26 (38,80%) apresentaram contagem superior a 200 ovos de *Parascaris* spp., com média de 407

OPG. Destes, 4 animais apresentaram contagem superior a 900 e não foram incluídos no estudo. Não foram recuperados parasitos a partir das fezes de nenhum dos animais. Dos 22 potros selecionados para o estudo, foram mantidos apenas aqueles (n=14) de quem se obteve registro de imagem nos dias D0 e D14, cujos dados obtidos a partir de mensurações das imagens são apresentados na TABELA 2

TABELA 2: DADOS OBTIDOS NO EXAME ULTRASSONOGRÁFICO TRANSABDOMINAL INDIVIDUAL DE POTROS DA RAÇA PURO SANGUE INGLÊS TRATADOS E NÃO TRATADOS COM 10 MG/KG, VO DE FBZ EM TRÊS PROPRIEDADES DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.

GR	ID-A	OPG1	US	CT	EMP1	DML1	P	OPG2	US	CT	EMP2	DML2	P
gc	aj	760	a	an	3,83	1,99	s	45	a	an	2,71	2,01	s
gc	s	175	a	an	3,98	1,66	s	30	n	ht	1,95	1,57	n
gc	td	365	a	an	4,20	1,51	s	0	n	ht	1,93	1,35	n
gc	fr	265	n	ht	2,00	0,98	n	150	n	ht	1,95	1,25	n
gc	qr	130	n	ht	2,00	2,00	n	5	a	an	4,17	,95	s
gc	rw	250	n	ht	1,90	1,29	n	1065	a	an	2,58	1,51	s
gc	su	325	n	ht	2,01	1,97	n	755	n	ht	2,97	3,22	s
GC	ea	920	n	ht	1,96	2,13	n	0	a	an	3,59	1,37	s
gt	b	280	a	an	3,87	0,71	s	0	a	an	3,80	1,05	s
gt	yc	130	a	an	3,37	1,83	s	0	n	ht	2,08	0,85	n
gt	dp	885	n	ht	2,00	2,48	n	10	n	ht	2,03	0,86	n
gt	ee	200	n	ht	2,01	1,82	n	5	n	ht	1,99	1,60	n
gt	l	375	n	ht	2,13	1,70	n	0	a	an	3,05	2,54	s
gt	mo	110	n	ht	2,01	1,45	n	75	n	ht	2,07	2,87	n

VO: via oral. FBZ: febendazol. GR/grupo: GC grupo controle e GT grupo tratamento; ID-A: identificação do animal; OPG-: contagem de OPG; US: característica do exame ultrassonográfico, (A) alterado ou (N) normal; CT: tipo de conteúdo intraluminal, anecoico (an) ou heterogêneo (ht); EMP-: espessura média de parede; DML: diâmetro médio do lúmen e P: identificação de imagem sugestiva de *Parascaris* spp.

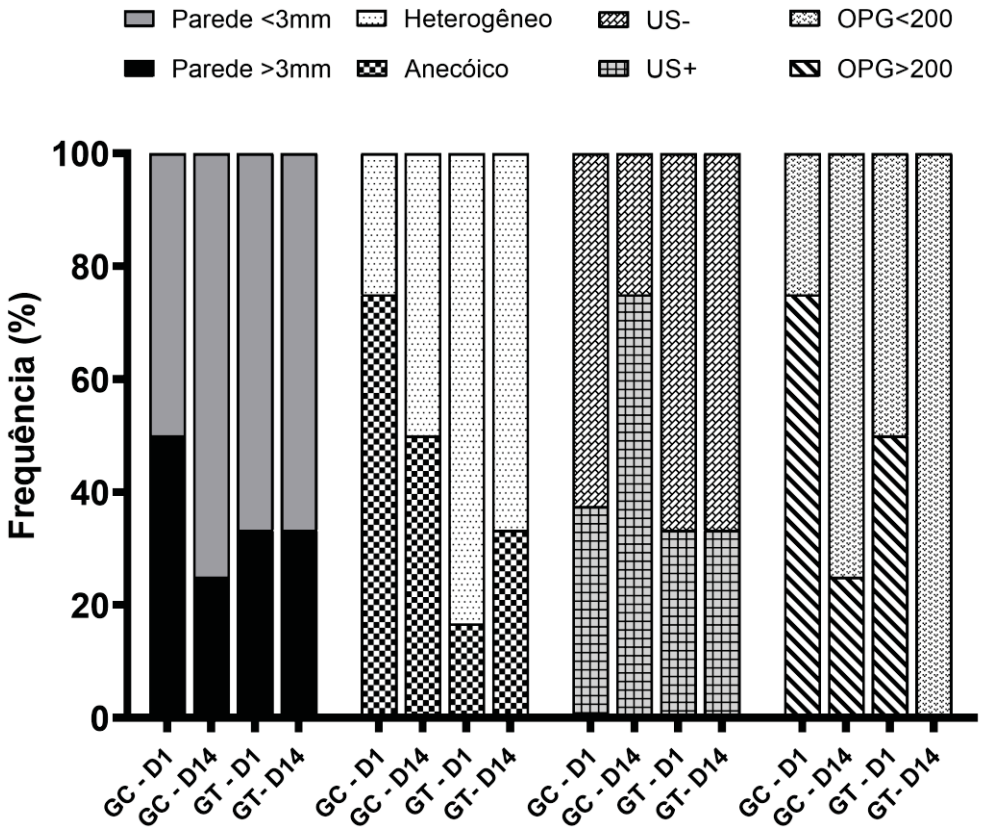
Os valores das contagens de ovos fecais estão apresentados no ANEXO 1 e as frequências são descritas na TABELA 3 e na FIGURA 14.

TABELA 3: FREQUÊNCIA (%) RELATIVA DOS PARÂMETROS AVALIADOS (ESPESSURA MÉDIA DE PAREDE, TIPO DE CONTEÚDO INTRALUMINAL, IDENTIFICAÇÃO DE IMAGENS DE *PARASCARIS* SPP. E OPG) EM POTROS PURO SANGUE INGLÊS TRATADOS E NÃO TRATADOS COM 10 MG/KG, VO, DE FEBENDAZOL EM TRÊS PROPRIEDADES DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.

	Parede > 3 mm	Parede < 3 mm	Anecóico	Heterogêneo	USTA P+	USTA P-	OPG>200	OPG<200
GC - D1	50,00	50,00	75,00	25,00	37,50	62,50	75,00	25,00
GC - D14	25,00	75,00	50,00	50,00	75,00	25,00	25,00	75,00
GT - D1	33,30	66,70	16,70	83,30	33,30	66,70	50,00	50,00
GT - D14	33,30	66,70	33,30	66,70	33,30	66,70	0,00	100,00

VO: via oral. FBZ: febendazol. GC: grupo controle; GT: grupo tratamento. USTA P+: presença de imagem sugestiva de *Parascaris* spp. em exame ultrassonográfico; USTA P-: ausência de imagem sugestiva de *Parascaris* spp. em exame ultrassonográfico. OPG: contagem de ovos de *Parascaris* spp. por grama de fezes.

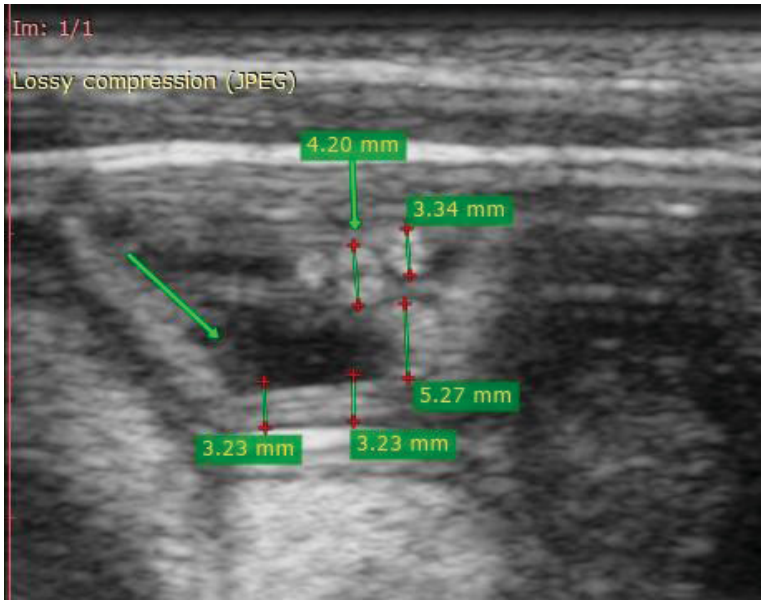
FIGURA 14: HISTOGRAMA REPRESENTANDO AS FREQUÊNCIAS RELATIVAS DE ESPESSURA MÉDIA DE PAREDE, TIPO DE CONTEÚDO INTRALUMINAL, PRESENÇA OU AUSÊNCIA DE IMAGEM SUGESTIVA DE *PARASCARIS* SPP. E OPG NOS GRUPOS CONTROLE E TRATAMENTO NOS DIAS D-1 E D-14. POTROS DA RAÇA PURO SANGUE INGLÊS DE TRÊS PROPRIEDADES DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.



Os valores obtidos nos exames coproparasitológicos dos 26 animais com OPG ≥ 200 foram utilizados no teste de redução de contagem de ovos fecais (TRCOF) e detectou-se resistência parasitária em todas elas. Os níveis de eficácia obtidos foram 0,00% na propriedade 1, 84,62% na propriedade 2 e 88,57% na propriedade 3.

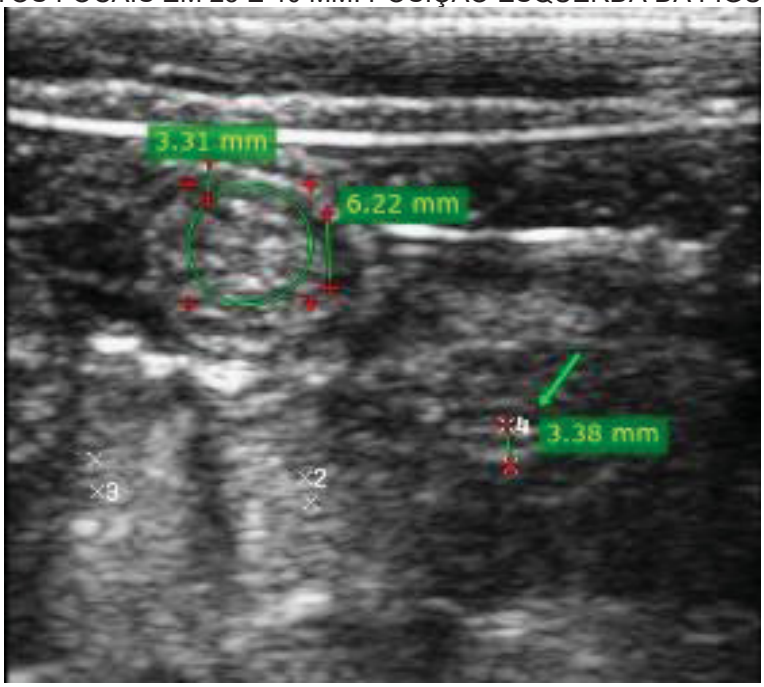
Três animais do grupo controle e dois do grupo tratamento apresentaram aumento de espessura média da parede intestinal (EMP > 3,00 mm), com conteúdo intraluminal anecoico e imagem sugestiva de *Parascaris* spp. antes do tratamento (FIGURAS 15 e 16). Após o tratamento, foram encontradas alterações em somente dois destes animais. Ao todo, sete animais apresentaram espessamento de parede e conteúdo anecoico após o tratamento, sendo que cinco deles não apresentavam alterações prévias.

FIGURA 15: CORTES TRANSVERSAIS DE INTESTINO DELGADO (ID) PREENCHIDO POR CONTEÚDO ANECOICO COM ESPESSURA DE PAREDE E IMAGENS SUGESTIVAS DE *PARASCARIS* SPP. MENSURADAS. POTRO PSI COM 149 DIAS DE IDADE E PESANDO 186 KG. IMAGEM OBTIDA NA REGIÃO XIFOIDE COM TRANSDUTOR TRANSRETAL (3 A 5 MHZ), PROFUNDIDADE DE 86 MM E PONTOS FOCAIS EM 25 E 40 MM. POSIÇÃO ESQUERDA DA FIGURA É CRANIAL.



Notar o acúmulo de fluido anecoico no interior da alça (seta verde) e estruturas circulares hiperecoicas medindo 3,24 mm, 4,20 mm e 5,27 mm fortemente sugestivas de corte transversal de *Parascaris* spp.

FIGURA 16: CORTES TRANSVERSAIS DE INTESTINO DELGADO (ID) PREENCHIDO POR CONTEÚDO ANECOICO COM ESPESSURA DE PAREDE E IMAGENS SUGESTIVAS DE *PARASCARIS* SPP. MENSURADAS. POTRO PSI COM 155 DIAS DE IDADE E 235 KG. IMAGEM OBTIDA NA REGIÃO XIFOIDE COM TRANSDUTOR TRANSRETAL (3 A 5 MHZ), PROFUNDIDADE DE 86 MM E PONTOS FOCAIS EM 25 E 40 MM. POSIÇÃO ESQUERDA DA FIGURA É CRANIAL.



Obs: Observar espessamento da parede (3,31 mm) e grau de contração máximo da alça, com invaginação da mucosa para a luz. O círculo indica estrutura de ecogenicidade mista, medindo 6,22 mm de diâmetro. A seta indica imagem sugestiva de *Parascaris* spp. com aparência característica de "trilhos de trem", medindo 3,38 mm.

4.4 DISCUSSÃO

A uniformidade na escolha de propriedades quanto à sua localização geográfica, cobertura vegetal e variações climáticas permitiu homogeneidade nos grupos de animais avaliados, evitando-se efeitos sazonais vinculados com estes fatores na população parasitária.

O índice de eficácia do FBZ encontrado no presente estudo foi de 0,0; 84,6 e 88,6% nas propriedades 1, 2 e 3, respectivamente. Estes valores mesmo sendo expressivamente inferiores àqueles encontrados por Molento *et al*. (2008) no estudo conduzido na mesma região, podem estar subvalorizados em função do pequeno número de animais envolvido no estudo e do período de tempo decorrido entre a avaliação anterior: 15 anos de seleção parasitária. Ressalta-se, entretanto, que estes números representam forte evidência de que as propriedades perderam a condição de susceptibilidade, provavelmente em decorrência do uso do antiparasitário em intervalos fixos e com alta rotação de classes medicamentosas.

Relatos de resistência parasitária são cada vez mais frequentes em todo o mundo, ligados às mais variadas classes parasitárias e medicamentosas, com índices de eficácia progressivamente menores (Kaplan; Nielsen, 2010). É cada vez mais urgente o uso de estratégias de controle parasitário individualizadas, guiadas por práticas que incluem uso de exames e ferramentas auxiliares, além de gestão ambiental, visando a prevenção de doenças parasitárias e a diminuição do avanço da resistência (Kaplan; Nielsen, 2010; Molento *et al*., 2008; Morris *et al*., 2019; Reinemeyer, 2009 e Wilkes *et al*., 2019).

Medidas mais sustentáveis de controle parasitário têm sido propostas, como o controle seletivo associado à avaliação no desempenho dos animais e ocorrência de sinais clínicos brandos (alterações em valores de ganho de peso e altura, qualidade de pelagem e atitude do animal), porém existe alguma resistência de médicos veterinários (Kaplan; Nielsen, 2010). A nova abordagem, mais individualizada, considera: o ciclo biológico do parasito, a epidemiologia, a relação parasito-hospedeiro, a realização de exames coproparasitológicos e a determinação da eficácia dos produtos, utilizando o teste de redução na contagem de ovos nas fezes (TRCOF) (Kaplan; Nielsen, 2010 e Reinemeyer, 2009).

A aplicação do exame ultrassonográfico como método diagnóstico para a presença de *Parascaris* spp. pode ser um fator a ser adicionado à esta nova abordagem conforme sugerem os resultados de nosso estudo; apesar de limitações na interpretação dos resultados dado o pequeno número de animais de quem se obteve registro de imagens ultrassonográficas nos dois dias em que foram realizados exames. O baixo número não possibilita estabelecer correlações objetivas ou testar hipóteses, sendo assim, optou-se por avaliar as frequências relativas de dados de forma gráfica, em um histograma, que permite inferir a variação dos dados ao longo do estudo.

Nas imagens obtidas foi possível identificar alças de intestino delgado em 91,3% dos animais em pelo menos uma das regiões. Dados muito próximos foram obtidos no estudo conduzido por Epstein *et al*. (2008) com pôneis adultos sem histórico de parasitismo intenso (100%). A diferença pode ser devida ao maior tamanho dos potros deste estudo, quando comparados com os pôneis do estudo citado, pois, com seu crescimento, as alças do cólon ventral tendem a se interpor entre transdutor e ID (Reef, 1991). Nielsen *et al*. (2016) também relatam presença de alças

de ID em todos os animais de seu estudo. Entretanto, estes são menores e altamente parasitados, apresentando maior grau de enterite, o que propicia às alças de ID se depositarem na parede ventral abdominal (Reef, 1991).

Clayton (1978), descreveram alterações macroscópicas (espessamento de parede em alças intestinais) que foram encontradas durante a necropsia de potros infectados experimentalmente por *Parascaris* spp. Cribb; Arroyo (2018) conduziram levantamento de cirurgias realizadas em potros em decorrência da obstrução por êmbolos de *Parascaris* spp. e descreveram como achados ultrassonográficos pré-cirúrgicos a presença de alças intestinais distendidas por conteúdo anecoico e sem motilidade. Tatz *et al*. (2012), descreveram alterações semelhantes e relatam a presença de parasitos no interior do lúmen.

Potros com infecções por *Parascaris* spp. desenvolvem enterite (Clayton, 1986), que pode ter diferentes aparências sonográficas. De acordo com Reef (1991), o edema de parede é identificado como espessamento, embora não seja sempre visível ao exame ultrassonográfico, enquanto o conteúdo anecoico (líquido) está presente com mais frequência. Uzal *et al*. (2022), assim como Bianchi *et al*. (2019) descreveram outros agentes etiológicos causadores de enterite envolvendo o intestino delgado em cavalos, como bactérias dos gêneros *Clostridium* spp. e *Salmonella* spp., infecções por *E. coli, Lawsonia intracellularis*, rotavírus, *Cryptosporidium* spp., *Strongyloides westeri*, dentre outros. A infecção por estes agentes pode levar à ocorrência de diarreia, febre, inapetência e outros sinais clínicos nos animais, fato não observado nos potros incluídos no estudo durante toda a realização deste experimento. Considerando a ausência de sinais clínicos e a presença de parasitos intraluminais, além de ovos nas fezes dos animais, acreditamos que os achados ultrassonográficos sejam devidos à presença do *Parascaris* spp.

Em aproximadamente 50% dos animais foi possível identificar *Parascaris* spp. no primeiro exame ultrassonográfico e 50% na segunda avaliação. Entretanto, como é possível observar na Tabela 1, nem todos os dados foram coincidentes nos mesmos animais. Dois animais, um do GC e outro do GT apresentaram alterações no primeiro e no segundo exame, apesar da diminuição de quase 100% na OPG. A recorrência da identificação de *Parascaris* spp. apesar do uso de anti-helmíntico e grande queda de OPG pode ser justificada pelo elevado índice de resistência nas propriedades, juntamente com variações inerentes ao ciclo biológico do parasito e à sua ovipostura

(Clayton, 1978 e Wilkes *et al*., 2019). Em cinco animais (3 GC e 2 GT), não foi possível obter imagens sugestivas de *Parascaris* spp. no primeiro exame, somente no segundo. É provável que apesar da baixa eficácia do vermífugo, a morte de alguns parasitos tenha sido suficiente para que o animal não apresentasse mais sinais de enterite naquele segmento.

No GC, houve diminuição no número de animais com parede espessada, conteúdo anecoico e contagem de OPG, apesar de aumentar o número de *Parascaris* spp. identificados. Estes achados são parcialmente condizentes com aqueles obtidos no estudo conduzido por Nielsen *et al*. (2016), uma vez que em ambos houve variação na identificação de *Parascaris* spp. de forma condizente à idade do potro. Os dados do presente estudo apontam que houve diminuição de sinais ultrassonográficos sugestivos de enterite, reforçando a necessidade de maiores estudos nesta área. No GT, todos os animais apresentaram OPG inferior à linha de corte, como margem de segurança, mas não houve redução na frequência de *Parascaris* spp. ou melhora dos parâmetros ultrassonográficos avaliados. Isso sugere que o exame ultrassonográfico tenha se mostrado mais sensível na identificação de parasitos do que a OPG.

Este estudo é o primeiro a trazer imagens sugestivas de *Parascaris* spp. e apresentá-las com medidas. As imagens ilustram cortes longitudinais e transversais do parasito, de medidas condizentes à morfologia descrita por Biocca *et al*. (1978). Os achados são condizentes com aqueles encontrados na literatura no tocante à aparência de “trilhos de trem” (Magri, 2018 e Nielsen *et al*., 2016), e ao formato de “rosquinha” conforme descrito por Mahmood *et al*. (2001) e Hoffmann *et al*. (1997) em seus estudos conduzidos com *A. lumbricoides* em humanos.

Acreditamos que a técnica de USTA pode ser realizada em condições de campo e pode ser aplicada, especialmente, como ferramenta auxiliar e preventiva no diagnóstico de *Parascaris* spp. Em particular naqueles animais que apresentarem contagens altas e persistentes de OPG, ou ainda, sinais de infecção, tais como pelo opaco e arrepiado e diminuição no ganho de peso e altura, visando garantir-lhes melhor condição de saúde e bem-estar. A descrição inédita de resistência de *Parascaris* spp. ao FBZ, vem de encontro com o uso da USTA como técnica diagnóstica auxiliar, preventiva e não invasiva. Novos trabalhos podem responder algumas das perguntas, como o TRCOF com a ivermectina e outras bases químicas.

Este conjunto de medidas de avaliação clínica e laboratorial (exames OPG) são primordiais visto que pode existir a falha na eficácia do tratamento, recaindo então ao uso do USTA como método confirmatório da presença da infecção, reduzindo o risco de uma complicação, mesmo que o animal ainda apresente parasitos adultos resistentes.

REFERÊNCIAS

ADAIR, H. S. What is your diagnosis - obstructive small intestinal disease. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 196, p. 2023–2024, 1990.

BAIN, F. T. Ultrasound of the thorax and abdomen in the foal. **58th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners -AAEP**. v. 58, p.38–44, 2012.

BEVEVINO, K. E.; EDWARDS, J. F.; COHEN, N. D.; SOLIS, C. N. *Ex vivo* comparison of ultrasonographic intestinal wall layering with histology in horses: a feasibilty study. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, p. 1–15, 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/vru.12946>.

BIANCHI, M. V.; MELLO, L. S. DE; WENTZ, M. F.; et al. Fatal parasite-induced enteritis and typhlocolitis in horses in southern Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria**, v. 28, n. 3, p. 443–450, 2019.

BIOCCA, E.; NASCETTI, G.; IORI, A.; et al. Descrizione di Parascaris univalens, parassita degli equini, e suo differenziamento da Parascaris equorum. **Atti della Accademia Nazionale dei Lincei**. Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali, v. 65, n. 8, p. 133– 140., 1978. Disponível em: <http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1978_8_65_3-4_133_0>. .

BUSONI, V.; BUSSCHER, V. DE; LOPEZ, D.; VERWILGHEN, D.; CASSART, D. Evaluation of a protocol for fast localised abdominal sonography of horses (FLASH) admitted for colic. **Veterinary Journal**, v. 188, n. 1, p. 77–82, 2011. Elsevier Ltd. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2010.02.017>. Acesso em: 24/12/2020.

CLAYTON, H. M. Ascariasis in foals. **The Veterinary record**, v. 102, n. 25, p. 553–556, 1978.

CLAYTON, H. M. Ascarids: recent advances. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 2, n. 2, p. 313–328, 1986. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0749073917307186>. .

COLES, G. C.; BAUER, C.; BORGSTEEDE, F. H. M.; et al. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. **Veterinary Parasitology**, v. 44, n. 1–2, p. 35–44, 1992. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/030440179290141U>. .

CRIBB, N. C.; ARROYO, L. G. Techniques and accuracy of abdominal ultrasound in gastrointestinal diseases of horses and foals. **Veterinary Clinics of North America - Equine Practice**, v. 34, n. 1, p. 25–38, 2018.

CRIBB, N.; COTÉ, N.; BOURÉ, L.; PEREGRINE, A. Acute small intestinal obstruction associated with Parascaris equorum infection in young horses: 25 cases (1985–2004). **New Zealand Veterinary Journal**, v. 54, n. 6, p. 338–343, 2006. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00480169.2006.36721>. .

CRINGOLI, G.; MAURELLI, M. P.; LEVECKE, B.; et al. The Mini-FLOTAC technique for the diagnosis of helminth and protozoan infections in humans and animals. **Nature Protocols**, v. 12, n. 9, p. 1723–1732, 2017.

DIANA, A.; FRECCERO, F.; GIANCOLA, F.; et al. *Ex vivo* ultrasonographic and histological morphometry of small intestinal wall layers in horses**. Veterinary Radiology and Ultrasound**, p. 1–11, 2021.

EPSTEIN, K.; SHORT, D.; PARENTE, E.; REEF, V.; SOUTHWOOD, L. Gastrointestinal ultrasonography in normal adult ponies. **Veterinary Radiology and Ultrasound**, v. 49, n. 3, p. 282–286, 2008. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1740-8261.2008.00367.x>. Acesso em: 24/12/2020.

HOFFMANN, H.; KAWOOYA, M.; ESTERRE, P.; et al. In vivo and in vitro studies on the sonographical detection of Ascaris lumbricoides. **Pediatric Radiology**, v. 27, n. 3, p. 226–229, 1997.

HUSTED, L.; NIELSEN, M. K. Medicinsk behandling af spolormeforstoppelse hos et føl. **Dansk Veterinærtidsskrift**, v. 3, n. 93, p. 16–18, 2010.

KAPLAN, R. M.; NIELSEN, M. K. An evidence-based approach to equine parasite control: It ain't the 60s anymore. **Equine Veterinary Education**, v. 22, n. 6, p. 306–316, 2010. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.2042-3292.2010.00084.x>.

MAGRI, M. Ultrasonography of the abdomen in foals. **In Practice**, v. 40, n. 8, p. 348–356, 2018.

MAHMOOD, T.; MANSOOR, N.; QURAISHY, S.; ILYAS, M.; HUSSAIN, S. Ultrasonographic appearance of Ascaris lumbricoides in the small bowel. **Journal of Ultrasound in Medicine**, v. 20, n. 3, p. 269–274, 2001. John Wiley & Sons, Ltd. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.7863/jum.2001.20.3.269>. Acesso em: 4/9/2021.

MOLENTO, M. B.; ANTUNES, J.; BENTES, R. N.; COLES, G. C. Anthelmintic resistant nematodes in Brazilian horses. **Veterinary Record**, v. 162, n. 12, p. 384–385, 2008. Disponível em: <http://veterinaryrecord.bmj.com/cgi/doi/10.1136/vr.162.12.384>. .

MORRIS, L. H.; COLGAN, S.; LEATHWICK, D. M.; NIELSEN, M. K. Anthelmintic efficacy of single active and combination products against commonly occurring parasites in foals. **Veterinary Parasitology**, v. 268, p. 46–52, 2019. Elsevier. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2019.02.006>. .

NIELSEN, M. K.; DONOGHUE, E. M.; STEPHENS, M. L.; et al. An ultrasonographic scoring method for transabdominal monitoring of ascarid burdens in foals. **Equine Veterinary Journal**, v. 48, n. 3, p. 380–386, 2016.

REEF, V. B. Equine pediatric ultrasonography. **The compendium on continuing education**, v. 13, n. 8, p. 1277–1285, 1991.

REINEMEYER, C. R. Diagnosis and control of anthelmintic-resistant Parascaris equorum. **Parasites and Vectors**, v. 2, n. SUPPL. 2, p. S8, 2009. BioMed Central. Disponível em: <http://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/1756-3305-2-S2-S8>. Acesso em: 17/3/2021.

TATZ, A. J.; SEGEV, G.; STEINMAN, A.; et al. Surgical treatment for acute small intestinal obstruction caused by Parascaris equorum infection in 15 horses (2002-2011). **Equine Veterinary Journal**, v. 44, n. SUPPL. 43, p. 111–114, 2012. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.2042-3306.2012.00607.x>. .

UZAL, F. A.; ARROYO, L. G.; NAVARRO, M. A.; et al. Bacterial and viral enterocolitis in horses - a review. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, v. 34, n. 3, p. 354–375, 2022.

WILKES, E. J. A.; WOODGATE, R. G.; RAIDAL, S. L.; HUGHES, K. J. The application of faecal egg count results and statistical inference for clinical decision making in foals. **Veterinary Parasitology**, v. 270, p. 7–12, 2019. Elsevier. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2019.04.010>.

ANEXOS

ANEXO 1: CONTAGEM DE OVOS FECAIS EXPRESSA EM OVOS POR GRAMA DE FEZES (OPG) DOS 22 POTROS INCLUÍDOS NO ESTUDO. UTILIZOU-SE A TÉCNICA MINI-FLOTAC® COM SENSIBILIDADE DE DETECÇÃO DE 5 OPG.

	OPG 1			OPG 2		
	ST	SL	P	ST	SL	P
AJ	405	0	760	1595	0	45
S	5	220	175	1360	0	75
TD	480	0	365	810	0	30
FR	5	0	265	30	0	150
QR	695	25	130	1660	0	5
RW	360	0	250	950	0	1065
SU	620	0	325	1030	0	755
EA	500	80	920	30	0	0
B	2020	0	280	1570	0	0
YC	2130	0	130	2980	0	0
DP	1100	0	885	620	0	10
EE	3315	0	200	3895	0	5
L	365	0	375	515	0	0
MO	1480	0	110	3190	0	75

OPG1: análises das primeiras amostras coletadas ($D^{(-)}7$). OPG2: análises das amostras coletadas em D14. ST: ovos de morfologia compatível com estrongilídeos. SL: ovos de morfologia compatível com estrongilóides. P: ovos de morfologia compatível com *Parascaris* spp.

5 EXAME ULTRASSONOGRÁFICO TRANSABDOMINAL COMO MÉTODO COADJUVANTE NA TOMADA DE DECISÃO EM POTROS INFECTADOS POR *PARASCARIS* SPP.

Resumo

Cavalos são tipicamente acometidos por *Parascaris* spp. até 2 anos de idade, com pico de infecção entre 5 e 8 meses. Altos números deste parasito e seu tamanho podem causar obstruções e perfurações com mau prognóstico para o animal. Considerações sobre o ciclo de vida deste parasita e contagens de ovos nas fezes (OPG) não são ferramentas usuais no controle e tratamento, que são baseados em programas agressivos de desparasitação, incluindo anti-helmínticos de amplo espectro em intervalos regulares (60 a 90 dias). Não há correlação entre OPG e cargas de ascarídeos. A inclusão de novas ferramentas diagnósticas, como avaliações ultrassonográficas, pode contribuir para identificar *Parascaris* spp. e potros em risco. Em nosso estudo, incluímos 8 potros da raça Puro Sangue Inglês, com idade variando entre 5 e 8 meses. A decisão pelo uso de vermífugo foi feita com base na espessura da parede do intestino delgado, conteúdo e observação de *Parascaris* spp. Três dos cinco potros tratados apresentaram melhora e acreditamos que os outros dois tenham algum nível de resistência anti-helmíntica conforme indicado por TRCOF anterior. Diante disso, a ultrassonografia abdominal pode ser uma solução viável em programas de desparasitação como coadjuvante das técnicas tradicionais.

Palavras-chave: cavalos; diagnóstico por imagem; intestino delgado; parasitos; resistência parasitária

5 TRANSABDOMINAL ULTRASONOGRAPHY AS AN AUXILIARY TOOL ON DEWORMING PROGRAMS OF NATURALLY *PARASCARIS* SPP. INFECTED FOALS

Abstract

Horses are typically affected by *Parascaris* spp. until 2 years old, with a peak of infection between 5 and 8 months old. An ascarid burden and its size may cause obstructions and perforations with a poor prognosis to the animal. Considerations into this parasite life cycle and routine fecal egg counts (FEC) are not usual and control and treatment are based on aggressive deworming programs including broad spectrum anthelmintic within regular intervals (60 to 90 days). There is no correlation between FEC and ascarid burdens. Including new diagnostic tools, as ultrasonographic evaluations, may contribute to identify *Parascaris* spp. and at-risk foals. In our study, we included 8 Thoroughbred foals, ranging between 5 and 8 months old. The deworming decision was made upon on small intestine wall thickness, content, and observation of intraluminal *Parascaris* spp. Three of five treated foals showed improvement and we believe the other two have some level of anthelmintic resistance as so indicated by previous FECRT. Considering this, abdominal sonography may be a feasible solution in deworming programs as a contributor to traditional techniques.

Keywords: anthelmintic resistance; horses; sonography; small intestine; ascarid burden

5.1 INTRODUÇÃO

A população parasitária dos cavalos é formada por um vasto número de indivíduos. São mais de 50 espécies diferentes de uma única família, os ciatostomíneos ou pequenos estrôngilos. Juntam-se à eles os grandes estrôngilos, os anoplocefalídeos, *Strongyloides westeri*, Oxyuris equi, e também, *Parascaris* spp. para compor uma vasta fauna de endoparasitos (Kaplan; Vidyashankar, 2012). *Parascaris* spp. e ciatostomíneos são considerados os dois mais importantes parasitos, sendo que *Parascaris* spp. é de especial relevância para animais jovens de até 2 anos de idade, com destaque para a faixa etária entre 4 e 12 meses de vida, em que estão sob maior risco (Nielsen, 2016 e Peregrine *et al*. (2014).

Parascaris spp. apresenta em seu ciclo de vida fases imaturas migratórias que não eliminam ovos, mas são capazes de provocar o aparecimento de sinais clínicos. Animais infectados podem apresentar letargia, tosse e síndrome cólica, decorrente da obstrução do intestino delgado (ID) por êmbolos parasitários (Clayton, 1978). Este quadro pode ser decorrente de no mínimo 10 parasitos intraluminais, que acredita-se constituir o limite de risco para a sua formação (Nielsen *et al*., 2016). Além disso, Clayton; Duncan (1977) descreveram marcado espessamento de parede intestinal em potros livres de outros parasitos que foram submetidos a eutanásia após infecção experimental por *Parascaris* spp. As lesões inflamatórias causadas por *Parascaris* spp. foram confirmadas em estudo conduzido por Attia *et al*. (2022) em que identificou-se aumento da expressão gênica de mediadores inflamatórios (interleucina 1β (IL1-β) e citocinas inflamatórias – TNF-α) em alças de ID.

Medidas de vigilância parasitária como manejo ambiental, consideração do ciclo biológico do parasito e realização de exames coproparasitológicos regulares raramente são levadas em consideração no estabelecimento de programas de controle do *Parascaris* spp. Habitualmente, os potros recebem vermífugo já aos 30 dias de idade, quando as larvas de *Parascaris* spp. ainda estão em seu estágio migratório e contra quem os antiparasitários não apresentam efeito (Kaplan; Vidyashankar, 2012 e Nielsen, 2016). O uso de vermífugos não pode ser descartado, especialmente em animais por volta dos 2-3 meses de idade e quando desmamados, mas a rotação de princípios ativos em intervalos fixos é uma prática a ser desconsiderada (Kaplan; Vidyashankar, 2012 e Nielsen, 2016).

A administração de antiparasitários em potros altamente infectados constitui um grande fator de risco para o paciente, pois ocasiona a morte maciça de parasitos. Este fato, pode facilitar a formação de massas enoveladas que ocluem o lúmen intestinal (Cribb *et al*., 2006; Southwood *et al*., 1998 e Tatz *et al*., 2012), sendo que as formas imaturas do parasito também são capazes de ocasionar o mesmo problema (Clayton; Duncan, 1977).

O uso de anti-helmínticos atua como fator de pressão seletiva sobre a população de parasitos e lentamente indivíduos resistentes se sobressaem sobre os demais (Kaplan; Vidyashankar, 2012; Molento, 2005; Nielsen, 2016 e Peregrine *et al*., 2014). A população parasitária é composta, teoricamente, por indivíduos homozigoto susceptível (SS), poucos heterozigotos (SR e/ou RS) e um número ainda menor de indivíduos homozigotos resistentes (RR). A realização de tratamentos supressivos, em intervalos regulares e com alternância de princípios ativos conduziu a população parasitária a um estado preocupante de resistência múltipla. O que os caracteriza como resistentes é a presença de mutações, inicialmente aleatórias, que lhes permite escapar aos mecanismos de ação das mais variadas classes de antiparasitários Molento, 2005).

Tradicionalmente o diagnóstico de infecção parasitária é feito por meio da contagem de ovos de parasitos por grama de fezes (OPG) Kaplan; Vidyashankar, 2012; Nielsen, 2016 e Peregrine *et al*., 2014). Entretanto, Nielsen *et al*. (2010) compararam o número de ovos de *Parascaris* spp. e de ciatostomíneos nas fezes e a carga parasitária encontrada do hospedeiro, afirmando que não foi possível estabelecer uma correlação direta entre estes dois fatores. No mesmo estudo, Nielsen *et al*. (2010) testaram o valor preditivo negativo e positivo da contagem de ovos na identificação de infecção por *Parascaris* spp., obtendo resultado de 0,66 e 0,95, respectivamente, indicando que um resultado negativo não exclui a presença do parasito. Além disso, Wilkes *et al*. (2016) determinaram que a eliminação de ovos deste parasito não é homogênea durante o dia.

Testes sorológicos foram desenvolvidas buscando-se por alternativas para contornar as limitações de técnicas coproparasitológicas envolvendo a contagem de ovos. Todavia, a distribuição ubiquitária de *Parascaris* spp. e consequente formação de anticorpos maternos que serão transferidos ao potro por meio do colostro impedem a aplicabilidade desta técnica (Burk *et al*., 2016).

O nível de resistência parasitária a um dado medicamento pode ser facilmente testado por meio do teste de redução na contagem de ovos nas fezes (TRCOF) (Coles *et al*., 1992), usando a técnica de contagem de ovos por grama de fezes. Na interpretação do TRCOF, compara-se as contagens de OPG de um grupo controle com um grupo tratamento, obtendo-se a porcentagem de eficácia de tal composto.

Em estudo conduzido por Molento *et al*. (2008) com animais Puro Sangue Inglês (PSI), foi identificada resistência em ciatostomíneos, *Strongylus equinus*, *Parascaris* spp. e *Strongyloides westeri*. O trabalho testou todas as classes de medicamentos (princípios ativos) disponíveis para equinos, com o TRCOF. Apenas febendazol e a associação entre febendazol e pirantel foram eficazes contra *Parascaris* spp. *Strogyloides westeri* se mostrou susceptível somente à associação entre ivermectina e pirantel. Os ciatostomíneos apresentaram alto nível de resistência aos medicamentos citados acima, e contra a ivermectina, pirantel, associação entre ivermectina e pirantel e entre ivermectina e praziquantel, moxidectina e abamectina. Assim como este, diversos outros trabalhos relataram diferentes níveis de resistência aos antiparasitários, levando à necessidade de construir programas de controle parasitário baseados em vigilância epidemiológica com enfoque em práticas sanitárias, condições ambientais e populações parasitárias locais. (Andersen *et al*., 2013; Coles *et al*., 1992; Kaplan; Vidyashankar, 2012; Molento *et al*., 2008; Nielsen *et al*., 2010; Nielsen, 2016 e Peregrine *et al*., 2014)

Estes fatores evidenciam a necessidade de novas técnicas diagnósticas que permitam a identificação de parasitos em seu período pré-patente e, também, a observação do parasito e das reais condições dos órgãos afetados por eles (Andersen *et al*., 2013). Neste sentido, a ultrassonografia transabdominal (USTA) pode ser útil já que é capaz de identificar alterações condizentes com a presença de parasitos. A técnica permite a visualização do parasito, fornecendo evidências diretas de sua presença (Magri, 2018). A distensão da alça, espessamento da parede e conteúdo anecoico suportam o diagnóstico de enterite, ainda que não sejam suficientes para especificar a sua causa (Bain, 2012). Foi descrito que a parede das alças de intestino delgado tem espessura entre 2 e 3 mm, e o lúmen com diâmetro de até 5 cm em potros saudáveis. O preenchimento do órgão apresenta conteúdo heterogêneo de ecogenicidade variada (Bain, 2012 e McAuliffe, 2004).

Avaliações ultrassonográficas realizadas no Kentucky, Estados Unidos, em potros sem raça definida, altamente infectados, permitiu a identificação de *Parascaris* spp. em todos os animais avaliados, detectando uma carga parasitária maior ou igual a 10 parasitos de forma confiável (Nielsen *et al*., 2016). O objetivo deste trabalho foi determinar as alterações ultrassonográficas, com a USTA, em ID de potros PSI, correlacionando com a presença de *Parascaris* spp. Os dados podem reforçar o uso da técnica de USTA como método coadjuvante na decisão de uso de anti-helmínticos nestes animais.

5.2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram selecionadas duas propriedades de criação de cavalos PSI. A primeira (haras resistente 1: HR1), foi realizada OPG regularmente durante dois meses com intervalos de 15 dias. Os dados revelaram a resistência parasitária com o TRCOF. Na HR1 existe o uso de anti-helmínticos de forma supressiva em intervalos de 30 dias, com rotação rápida de princípios ativos. Nesta propriedade, foram selecionados 02 potros com contagens persistentes de ovos de *Parascaris* spp. A segunda propriedade (haras susceptível 2: HS2) não apresenta histórico de resistência parasitária e os tratamentos são realizados de forma individual e de acordo com resultados de OPG. A OPG é realizada regularmente e considera-se os índices de desempenho de ganho de peso e crescimento para a raça e categoria para o tratamento. Nesta propriedade, foram selecionados 06 animais que apresentavam OPG positiva para ovos de *Parascaris* spp. Amostras de fezes foram coletadas do reto cinco dias antes da realização do primeiro exame ultrassonográfico (D(-)5) e no D14. As amostras foram analisadas seguindo a técnica de Gordon e Whitlock (21) modificada, com sensibilidade de 25 ovos.

Os animais dos dois locais foram submetidos a dois exames USTA nos dias D1 e D14. Para isso, os animais tiveram toda a região abdominal ventral escaneada pelo lado esquerdo. Após a limpeza da região, foi aplicada uma quantidade abundante de álcool 70% e gel condutor para ultrassom. O aparelho utilizado para a obtenção das imagens foi o modelo A5V da SonoScape (Shenzhen, China), com transdutor retal multifrequencial de 3 a 8 MHz. A frequência do aparelho, a profundidade de observação e o ponto focal de análise foram ajustados durante a execução do exame.

O escaneamento foi dividido em regiões, sendo elas: xifoide (imediatamente caudal ao processo xifoide), umbilical (sobre a cicatriz umbilical e caudal a ela) e, entre elas, definida como região média. Caso nenhuma alça de intestino delgado fosse visualizada nestas áreas, prosseguia-se à avaliação da região inguinal esquerda. As imagens obtidas foram salvas, reunidas em grupos e posteriormente avaliadas. Uma vez identificada a alça de intestino delgado, o conteúdo intraluminal foi classificado como anecoico ou heterogêneo. Além disso, a parede e o lúmen foram mensurados, em ao menos, dois pontos diferentes e a média correspondente foi registrada. Animais que apresentaram imagens de ID com conteúdo anecoico e/ou espessura de parede superior a 3 mm, em pelo menos uma das regiões de escaneamento, foram classificados como “imagem alterada”.

Animais cujas imagens foram classificadas como “normal”, tiveram a média da espessura da parede e do lúmen calculada a partir dos valores mensurados em alças de ID de todas as regiões. Animais em que foram identificadas alterações tiveram suas imagens separadas de acordo com a região de anormalidade. Os valores das médias foram usados como fonte de análise. Os animais que tiveram imagens classificadas com alterações, receberam 10 mg/kg de febendazol por via oral, após pesagem em balança no dia D1. Os potros foram mantidos em cocheira nos dias D2 e D3 e suas fezes foram minuciosamente observadas para coleta de espécimes de *Parascaris* spp.

Os dados foram tabulados no software Microsoft® Excel® para Microsoft 365 MSO (Versão 2309 Build 16.0.16827.20166) 64 bits. As imagens foram avaliadas e mensuradas por meio do software RadiAnt DICOM Viewer®, versão 2021.1 para Windows.

5.3 RESULTADOS

Foram obtidas imagens de ID nas duas datas e de todos os potros, em pelo menos uma das regiões escaneadas. Os animais tinham em média 219 dias de idade e 260 kg de peso. A média de OPG das primeiras amostras coletadas foi 303 e a média obtida das amostras coletadas no D14 foi 97.

É possivel observar nas FIGURAS 17 e 18 o conteúdo de ecogenicidade heterogênea no interior das alças, assim como seu formato arredondado. As paredes,

mensuradas da linha hiperecoica correspondente à serosa até a linha hiperecoica que representa a interface entre mucosa e ingesta, apresentam valores inferiores a 3 mm. É possivel notar que no centro da FIGURA 17 há uma estrutura circular bem definida que pode sugerir imagem condizente com *Parascaris* spp. Todavia, a característica dinâmica da USTA permitiu descartar esta hipótese.

FIGURA 17: IMAGEM OBTIDA POR USTA NA REGIÃO MÉDIA COM TRANSDUTOR TRANSRETAL MULTIFREQUENCIAL (3 A 5 MHZ), PROFUNDIDADE 86 MM E PONTO FOCAL EM 25 MM. POSIÇÃO ESQUERDA DA FIGURA É CRANIAL CORTE TRANSVERSAL DE ID PREENCHIDO POR CONTEÚDO HETEROGÊNEO E ESPESSURA DE PAREDE (MM) E DIÂMETRO DO LÚMEN (CM) MENSURADOS. POTRO HS1-A DA RAÇA PSI COM 241 DIAS DE IDADE, PESANDO260 KG.

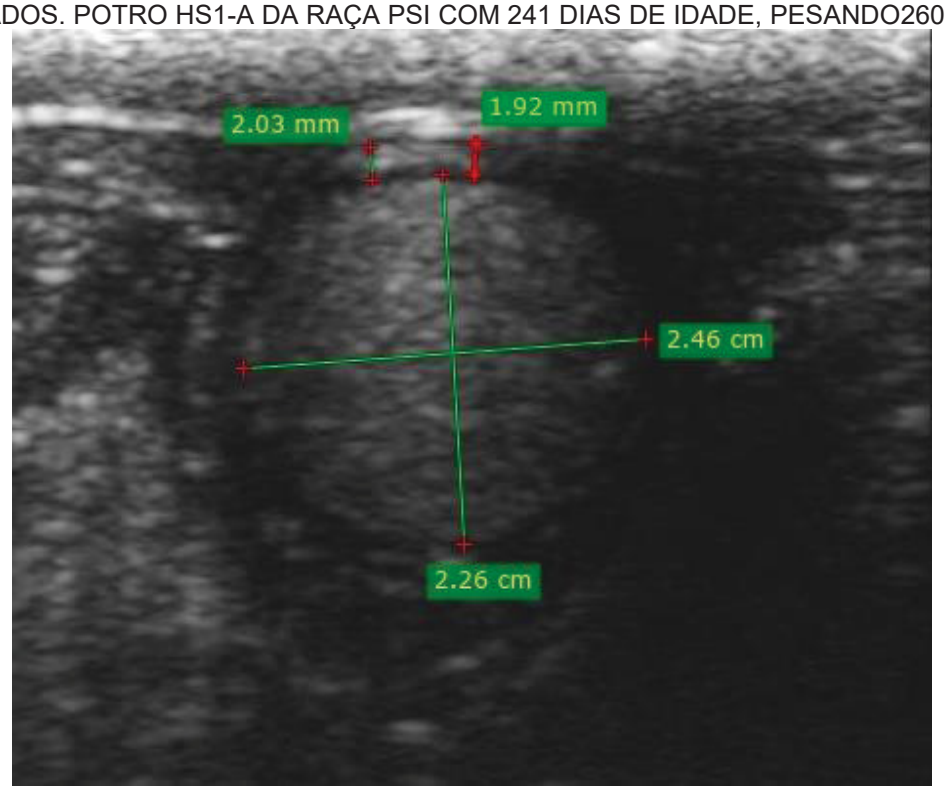
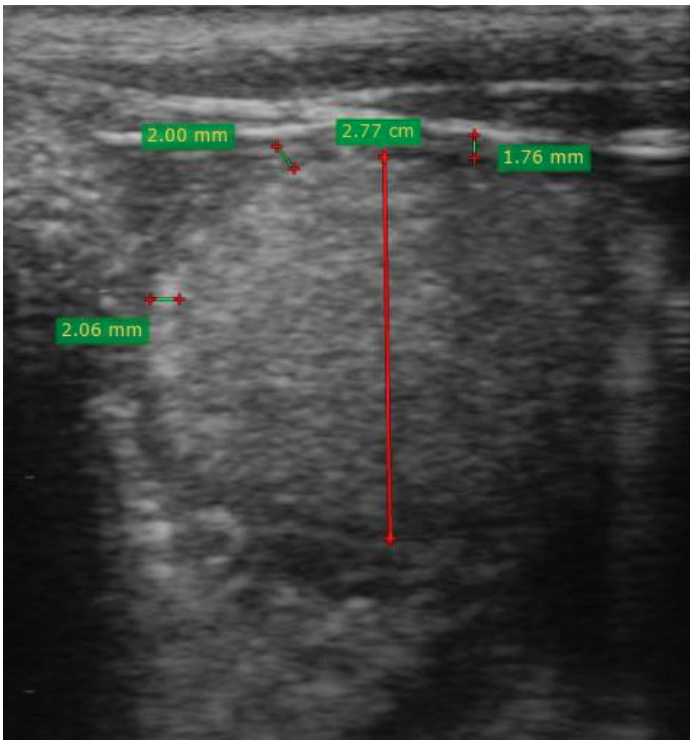
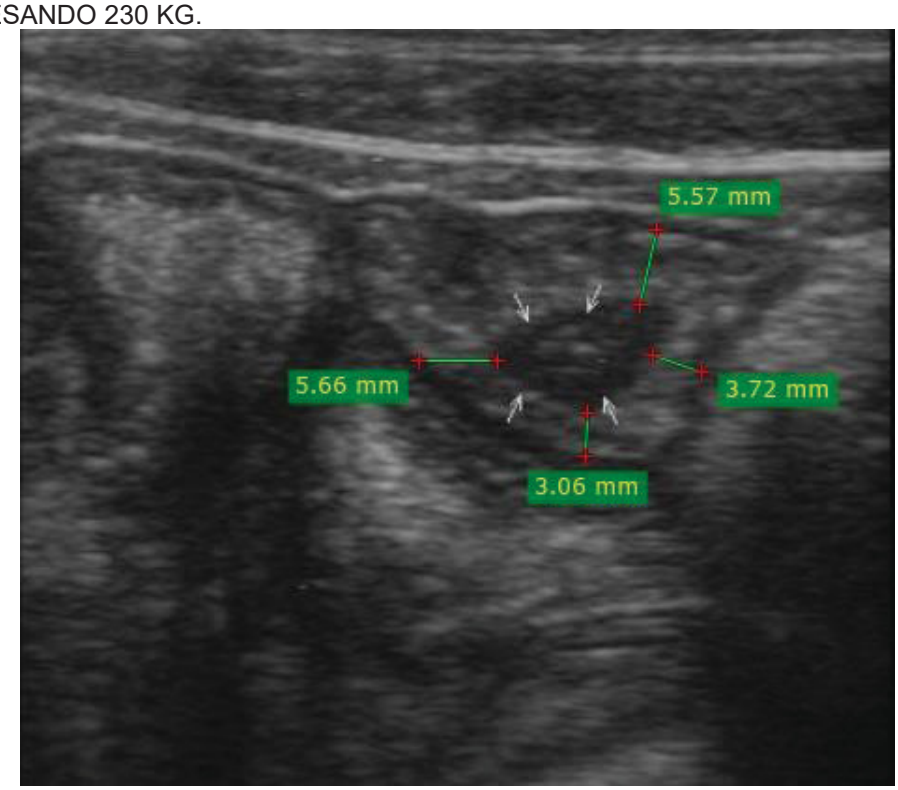


FIGURA 18: IMAGEM OBTIDA POR USTA NA REGIÃO INGUINAL COM TRANSDUTOR TRANSRETAL MULTIFREQUENCIAL (3 A 5 MHZ), PROFUNDIDADE 86 MM E PONTO FOCAL EM 25 MM. POSIÇÃO ESQUERDA DA FIGURA É CRANIAL. CORTE TRANSVERSAL DE ID PREENCHIDO POR CONTEÚDO HETEROGÊNEO E ESPESSURA DE PAREDE (MM) E DIÂMETRO DO LÚMEN (CM) MENSURADOS. POTRO HS1-F DA RAÇA PSI COM 267 DIAS DE IDADE E PESANDO 283 KG.



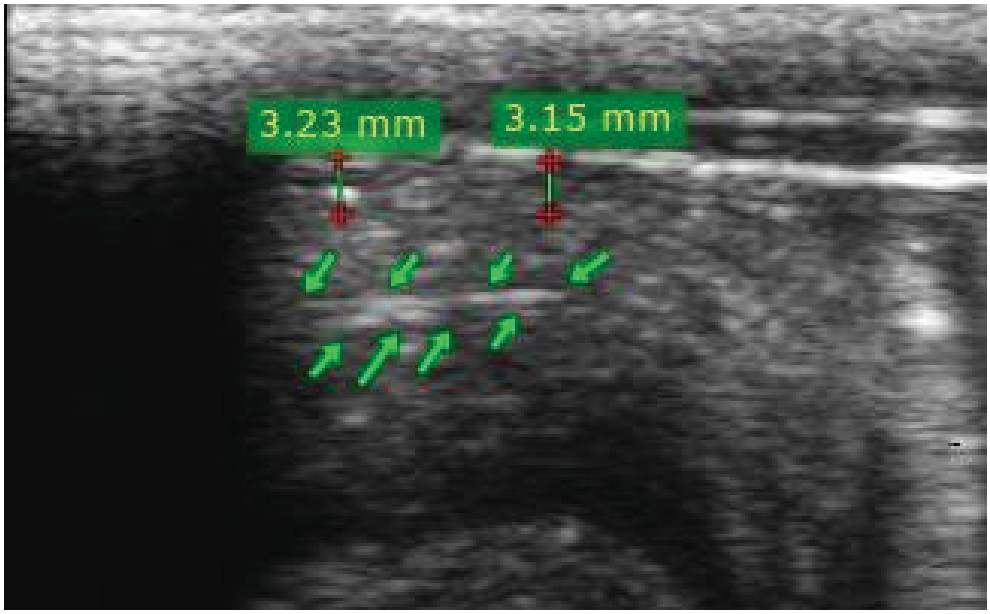
A técnica ultrassonográfica foi suficiente para identificar a presença de *Parascaris* spp. no interior do lúmen de ID dos potros. Três animais da HS2 não apresentaram alterações ultrassonográficas no momento do primeiro exame e, por isso, não foram tratados. Dos cinco animais que receberam vermífugo, todos apresentavam alterações ultrassonográficas com a espessura de parede aumentada e conteúdo intraluminal anecoico, além de imagem condizente com *Parascaris* spp. em apenas uma região (FIGURAS 19 a 23). Destes animais, dois pertenciam à propriedade HR1 e três, à propriedade HS2.

FIGURA 19: IMAGEM OBTIDA POR USTA NA REGIÃO UMBILICAL COM TRANSDUTOR TRANSRETAL MULTIFREQUENCIAL (3 A 5 MHZ), PROFUNDIDADE 86 MM E PONTO FOCAL EM 25 MM. POSIÇÃO ESQUERDA DA FIGURA É CRANIAL CORTE TRANSVERSAL DE ID PREENCHIDO POR CONTEÚDO ANECOICO E ESPESSURA DE PAREDE MENSURADA (MM). SETAS INDICAM IMAGEM DE *PARASCARIS* SPP. POTRO HS1-M DA RAÇA PSI COM 175 DIAS DE IDADE E PESANDO 230 KG.



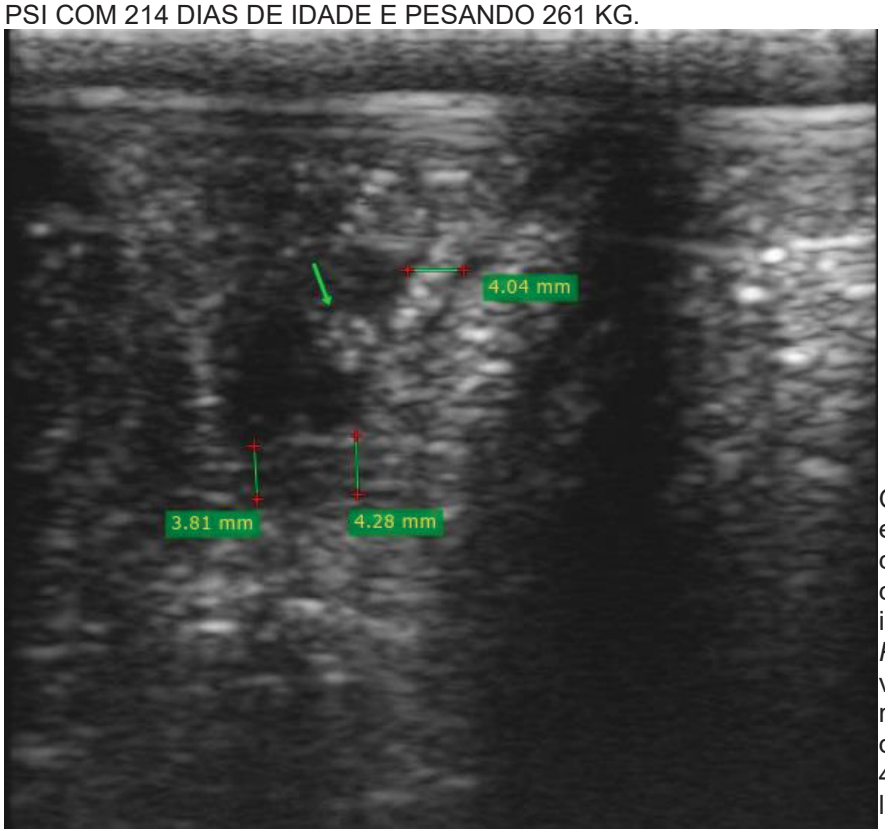
Observe o marcado espessamento da parede da alça intestinal, cujo formato é irregular e conteúdo fluido (diâmetro lúmen: 1,00 cm). Em seu interior, a identificação de estrutura arredondada hiperecoica é facilitada pelo contraste com o conteúdo anecoico (diâmetro do *Parascaris* spp.: 4,7 mm).

FIGURA 20: IMAGEM OBTIDA POR USTA NA REGIÃO MÉDIA COM TRANSDUTOR TRANSRETAL MULTIFREQUENCIAL (3 A 5 MHZ), PROFUNDIDADE 86 MM E PONTO FOCAL EM 25 MM. POSIÇÃO ESQUERDA DA FIGURA É CRANIAL. CORTE LONGITUDINAL DE ID PREENCHIDO POR CONTEÚDO ANECOICO E ESPESSURA DE PAREDE MENSURADA (MM). POTRO HS1-X DA RAÇA PSI COM 173 DIAS DE IDADE E PESANDO 235 KG.



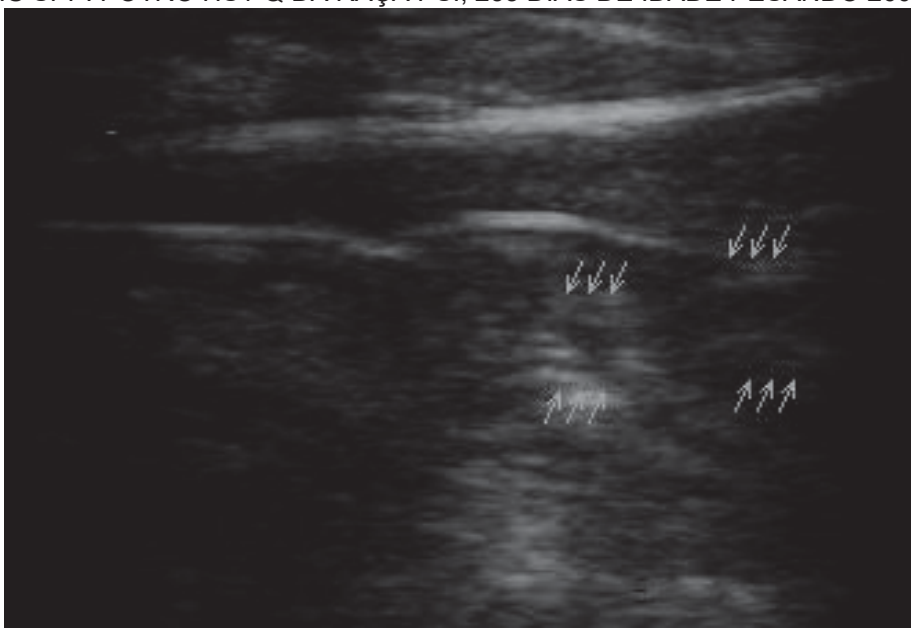
Note as duas linhas paralelas hiperecoicas no centro da alça, de aparência caracteristicamente descrita como “trilhos de trem” (espessura do *Parascaris* spp.: 2,2 mm).

FIGURA 21: IMAGEM OBTIDA POR USTA NA REGIÃO MÉDIA COM TRANSDUTOR TRANSRETAL MULTIFREQUENCIAL (3 A 5 MHZ), PROFUNDIDADE 86 MM E PONTO FOCAL EM 25 MM. POSIÇÃO ESQUERDA DA FIGURA É CRANIAL. CORTE TRANSVERSAL DE ID COM MENSURAÇÕES DE ESPESSURA DE PAREDE (MM) E LÚMEN PREENCHIDO POR CONTEÚDO ANECOICO. SETA INDICA IMAGEM SUGESTIVA DE *PARASCARIS* SPP. POTRO HR2-B DA RAÇA PSI COM 214 DIAS DE IDADE E PESANDO 261 KG.



Observe a parede espessada e o contraste criado pelo conteúdo anecoico no interior da alça para *Parascaris* spp, que é visualizado como uma rosquinha (diâmetro do *Parascaris* spp.: 4,56 mm, diâmetro do lúmen:1,53 cm).

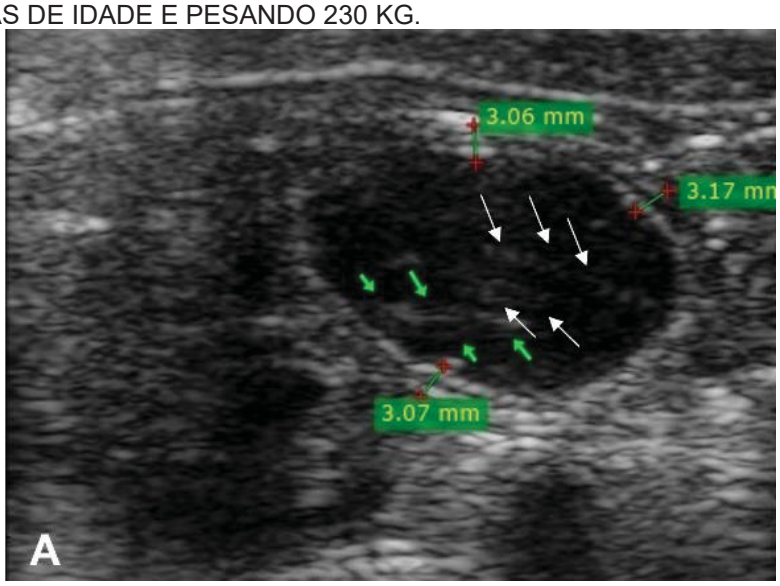
FIGURA 22: IMAGEM OBTIDA POR USTA NA REGIÃO INGUINAL COM TRANSDUTOR TRANSRETAL MULTIFREQUENCIAL (3 A 5 MHZ), PROFUNDIDADE 86 MM E PONTO FOCAL EM 25 MM. POSIÇÃO ESQUERDA DA FIGURA É CRANIAL. CORTE LONGITUDINAL DE ID COM CONTEÚDO INTRALUMINAL HETEROGÊNEO. SETAS INDICAM IMAGENS SUGESTIVAS DE DOIS *PARASCARIS* SPP. POTRO HS1-Q DA RAÇA PSI, 235 DIAS DE IDADE PESANDO 260 KG.



Obs. Observe os dois conjuntos de linhas hiperecoicas paralelas, que se moviam de forma independente do peristaltismo intestinal, evidenciando a presença de dois indivíduos de *Parascaris* spp. (espessura P1: 1,93 mm, espessura P2: 2,27 mm).

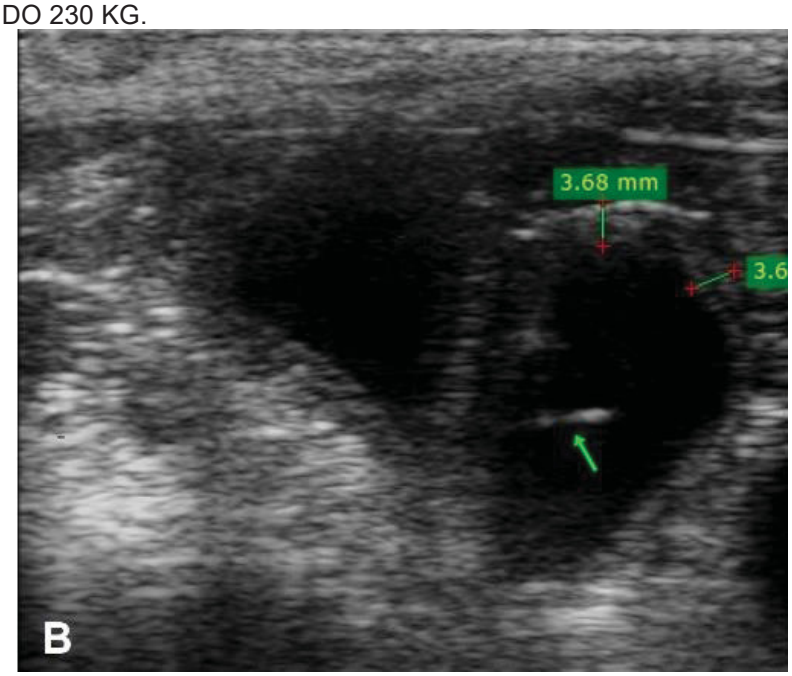
A sequência de imagens apresentadas nas FIGURAS 23 (A a D) ilustra a evolução dos achados obtidos a partir de um único ponto de observação, com o transdutor firmemente apoiado na parede abdominal de um mesmo potro.

FIGURA 23-A: IMAGEM OBTIDA POR USTA NA REGIÃO UMBILICAL COM TRANSDUTOR TRANSRETAL MULTIFREQUENCIAL (3 A 5 MHZ), PROFUNDIDADE 74 MM E PONTO FOCAL EM 25 MM. POSIÇÃO ESQUERDA DA FIGURA É CRANIAL. CORTE TRANSVERSAL DE ID PREENCHIDO POR CONTEÚDO ANECOICO E ESPESSURA DE PAREDE MENSURADA (MM). SETAS INDICAM IMAGENS SUGESTIVAS DE DOIS *PARASCARIS* SPP. POTRO HR2-S DA RAÇA PSI COM 170 DIAS DE IDADE E PESANDO 230 KG.



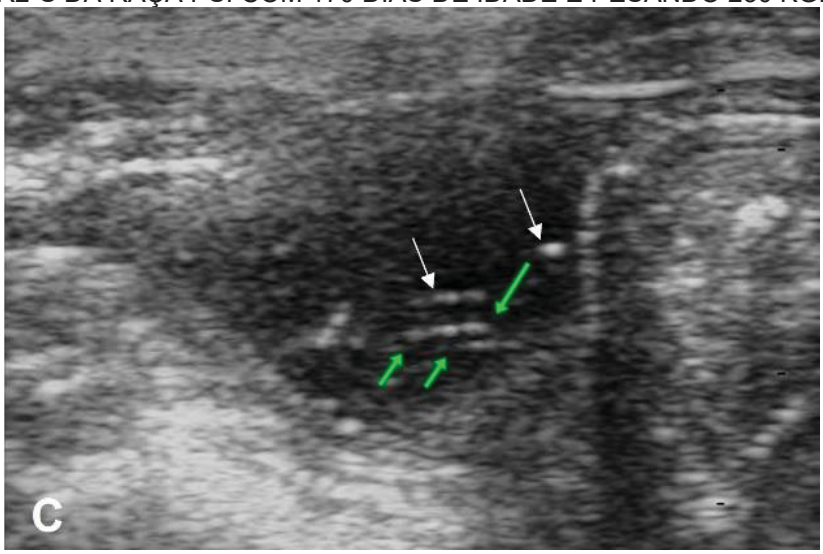
Em uma alça de parede espessada, diâmetro de lúmen de 2,41 cm e conteúdo anecóico, identificou-se duas estruturas sugestivas de *Parascaris* spp. (setas) medindo 3,2 mm (setas verdes) e 5,7 mm (setas brancas).

FIGURA 23-B: IMAGEM OBTIDA POR USTA NA REGIÃO UMBILICAL COM TRANSDUTOR TRANSRETAL MULTIFREQUENCIAL (3 A 5 MHZ), PROFUNDIDADE 74 MM E PONTO FOCAL EM 25 MM. POSIÇÃO ESQUERDA DA FIGURA É CRANIAL. CORTE TRANSVERSAL DE ID PREENCHIDO POR CONTEÚDO ANECOICO E ESPESSURA DE PAREDE MENSURADA (MM). SETA INDICA IMAGEM DE *PARASCARIS* SPP. POTRO HR2-S DA RAÇA PSI COM 170 DIAS DE IDADE E PESANDO 230 KG.



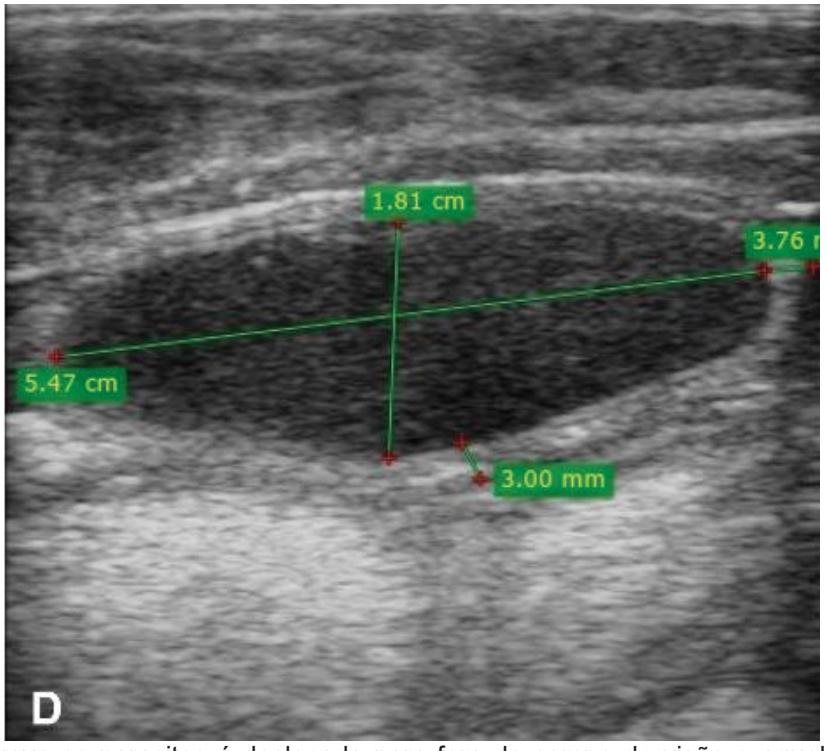
Uma segunda alça de ID insinuou-se, empurrando a anterior para a direita. A movimentação fez com que um dos *Parascaris* spp. não fosse mais visualizado e o remanescente parecesse menor (seta verde, espessura: 2,48 mm).

FIGURA 23-C: IMAGEM OBTIDA POR USTA NA REGIÃO UMBILICAL COM TRANSDUTOR TRANSRETAL MULTIFREQUENCIAL (3 A 5 MHZ), PROFUNDIDADE 74 MM E PONTO FOCAL EM 25 MM. POSIÇÃO ESQUERDA DA FIGURA É CRANIAL. CORTE TRANSVERSAL DE ID PREENCHIDO POR CONTEÚDO ANECOICO. SETAS INDICAM IMAGENS DE DOIS *PARASCARIS* SPP. POTRO HR2-S DA RAÇA PSI COM 170 DIAS DE IDADE E PESANDO 230 KG.



A alça contendo os *Parascaris* spp. se enche de conteúdo heterogêneo. Uma segunda alça se insinua, permitindo novamente a visualização de dois parasitos (setas), embora somente de forma parcial de um deles (setas brancas). O espécime de *Parascaris* spp. apontado pelas setas verdes tem espessura de 4,21 mm e aquele apontado pelas setas brancas, 2,50 mm.

FIGURA 23-D. IMAGEM OBTIDA POR USTA NA REGIÃO UMBILICAL COM TRANSDUTOR TRANSRETAL MULTIFREQUENCIAL (3 A 5 MHZ), PROFUNDIDADE 74 MM E PONTO FOCAL EM 30 MM. POSIÇÃO ESQUERDA DA FIGURA É CRANIAL. CORTE TRANSVERSAL DE ID PREENCHIDO POR CONTEÚDO ANECOICO E ESPESSURA DE PAREDE (MM) E DIÂMETRO DE LÚMEN (CM) MENSURADOS. POTRO HR2-S DA RAÇA PSI COM 170 DIAS DE IDADE E PESANDO 230 KG.



A alça que abrigava os parasitos é deslocada para fora do campo de visão e aquela anteriormente preenchida por conteúdo heterogêneo se distende por conteúdo fluido anecoico e a visualização de *Parascaris* spp. não é mais possível.

No D14 os animais foram submetidos novamente a exame ultrassonográfico e aqueles pertencentes à propriedade HS2 não apresentaram alterações nas imagens ultrassonográficas condizentes com enterite. Já nos animais HR1 foram encontradas alterações em mais de uma região escaneada.

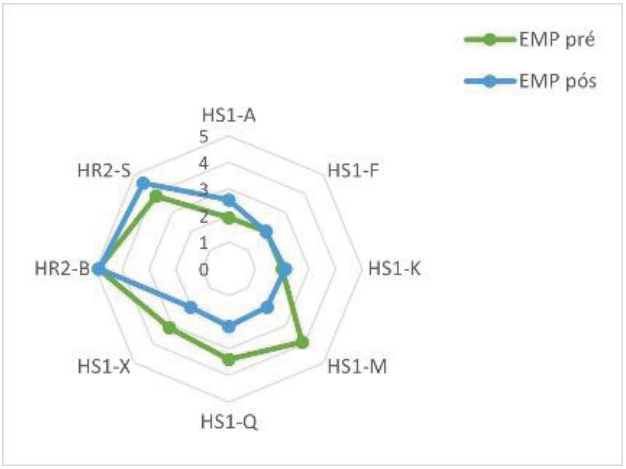
Dados relativos à espessura média de parede (EMP), diâmetro médio do lúmen (DML), tipo de conteúdo intraluminal (CT) e valores de OPG estão apresentados na TABELA 4 e na FIGURA 24. Letras e números pretos sublinhados indicam valores aumentados com relação aos parâmetros normais. Células marcadas em vermelho indicam valores que apresentaram aumento após o tratamento, aquelas marcadas em amarelo não apresentaram variação e em verde apresentaram diminuição dos valores. Os números em vermelho, amarelo e verde expressam a variação relativa entre as mensurações antes e após o tratamento, seguindo o mesmo padrão de classificação descrito para as células.

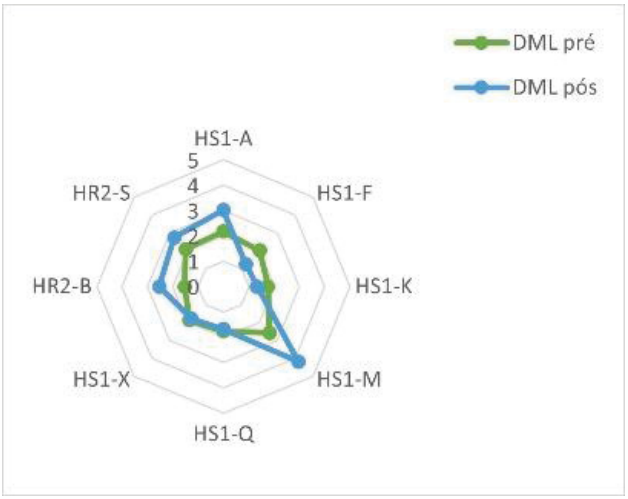
TABELA 4: TIPO DE CONTEÚDO (CT) E VALORES E SUAS VARIAÇÕES DE ESPESSURA MÉDIA DE PAREDE (EMP), DIÂMETRO MÉDIO DO LÚMEN (DML) OBSERVADOS EM USTA DE POTROS PSI E NÚMERO DE OVOS DE *PARASCARIS* SPP POR GRAMA DE FEZES (OPG) ANTES E APÓS O TRATAMENTO COM 10 MG/KG DE FEBENDAZOL POR VIA ORAL.

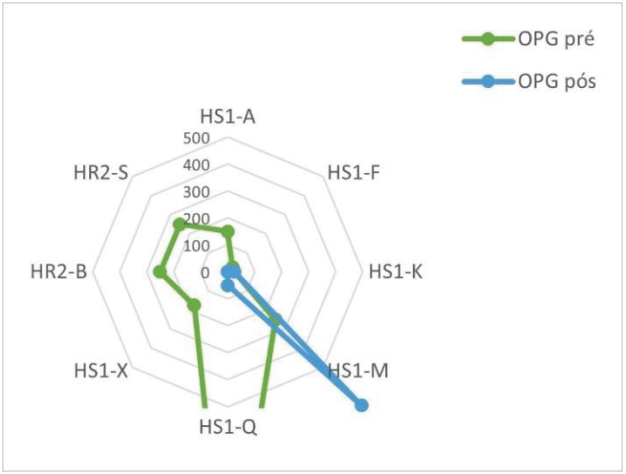
	Pré-tratamento				**Pós-tratamento**				**Variação Pré - Pós**		
Animais não tratados											
	EMP	**DML**	**CT**	**OPG**	**EMP**	**DML**	**CT**	**OPG**	**EMP**	**DML**	**OPG**
HS1-A	1,92	2,18	HT	150	2,60	3,02	HT	0	+ 35%	+ 38%	- 100%
HS1-F	1,99	2,02	HT	25	1,97	1,25	HT	0	- 1%	- 38%	- 100%
HS1-K	2,00	1,76	HT	25	2,12	1,33	HT	25	+ 6%	- 24%	0,00 %
MÉDIA	1,97	1,99		66,67	2,23	1,87		8,33			
Animais tratados											
HR2-B	4,89	1,53	AN	250	4,87	2,54	AN	0	0,00	+ 66%	- 100%
HS1-M	3,89	2,58	AN	250	2,03	4,19	HT	700	- 48%	+ 62%	+ 180%
HS1-Q	3,40	1,77	AN	1300	2,17	1,68	HT	50	- 36%	- 5%	- 96%
HR2-S	3,87	2,10	AN	250	4,55	2,74	AN	0	+ 17%	+ 30%	- 100%
HS1-X	3,14	1,89	HT	175	2,04	1,79	HT	0	- 35%	- 5%	- 100%
MÉDIA	3,84	1,97		445	3,13	2,59		150			

HS1-* e HR2-*: identificação dos haras e potros do experimento. EMP: espessura média de parede (mm). DML: diâmetro médio do lúmen (cm). CT: conteúdo intraluminal, onde AN é anecoico e HT é heterogêneo. OPG: contagem de ovos de *Parascaris* spp. por grama de fezes.

FIGURA 24: ESTATÍSTICA DESCRITIVA DA VARIAÇÃO DOS VALORES DE ESPESSURA MÉDIA DE PAREDE (EMP), DIÂMETRO MÉDIO DO LÚMEN (DML) E CONTAGEM DE OVOS DE *PARASCARIS* SPP. POR GRAMA DE FEZES (OPG) ANTES E APÓS TRATAMENTO COM 10 MG/KG POR VIA ORAL DE FEBENDAZOL EM 8 POTROS DA RAÇA PURO SANGUE INGLÊS NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.







Os três animais que não receberam tratamento pertenciam todos à propriedade HS1. Os valores de espessura da parede intestinal dos segmentos visualizados nestes animais eram todos inferiores a 2 mm, diâmetro médio do lúmen

de aproximadamente 2 cm e conteúdo intraluminal heterogêneo. Estes animais apresentaram valores de OPG iguais ou inferiores a 150.

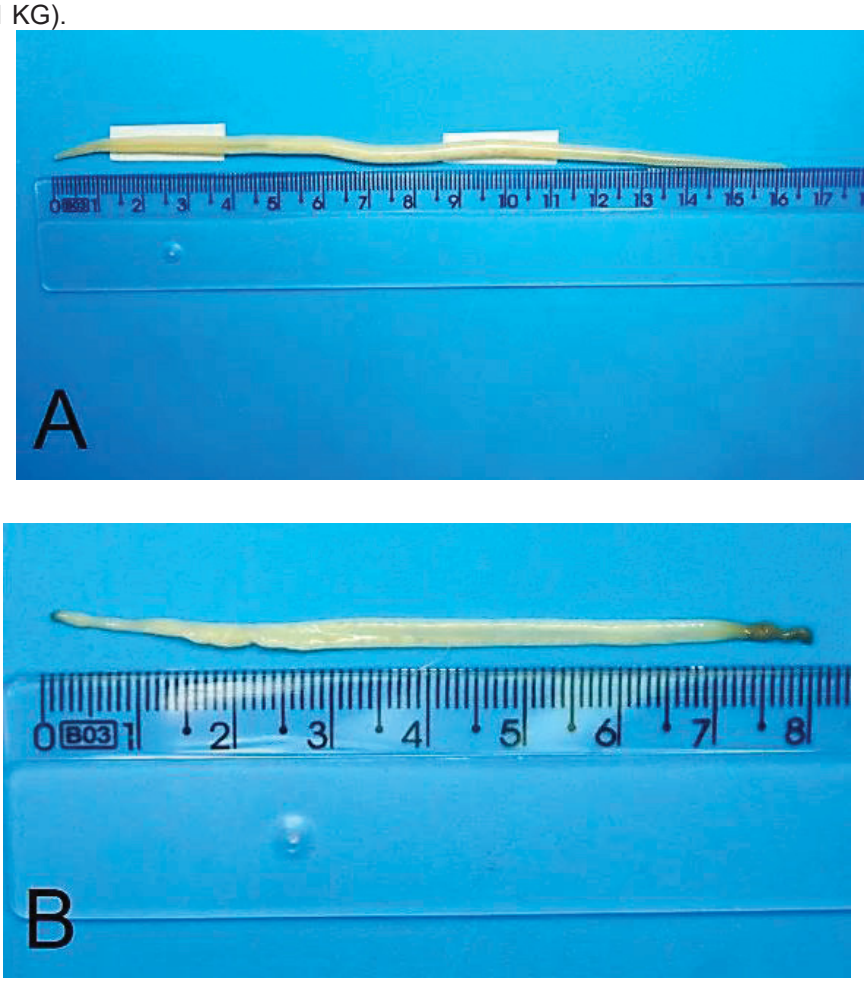
No grupo de animais tratados, observou-se espessura de parede acima de 3 mm de espessura, lúmen com diâmetro médio por volta de 2 cm, majoritariamente preenchido por conteúdo anecoico e contagem de OPG igual ou acima de 175.

Na comparação entre EMP antes e após o tratamento, nota-se a tendência dos valores em se acumularem mais próximos ao centro do gráfico depois do tratamento, o que indica sua diminuição, apesar das linhas de conexão se deslocarem em favor de valores mais altos em decorrência dos achados nos animais da propriedade HR2.

A análise do gráfico correspondente à variação de OPG permite identificar claramente a diminuição nos valores com forte tendência a serem próximos de zero. Por sua vez, a ilustração dos valores de DMP indica aumento do diâmetro das alças após o tratamento.

Dos cinco animais tratados, quatro eliminaram *Parascaris* spp. entre a 18 e 36 horas após o tratamento (FIGURA 25), confirmando a presença deste parasito no interior das alças intestinais, que foi identificada por meio do exame ultrassonográfico. Todos os indivíduos foram coletados, lavados em água corrente e armazenados em álcool etílico 70% sob refrigeração.

FIGURA 25: ESPÉCIMES DE *PARASCARIS* SPP. ELIMINADOS POR POTROS DA RAÇA PSI ALOJADOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA. EM A E B, RESPECTIVAMENTE POR POTRO HR2-S (170 DIAS DE IDADE, PESO 230 KG) E POTRO HR2-B (214 DIAS DE IDADE, PESANDO 261 KG).



Obs. (A): *Parascaris* spp. eliminado pelo potro HR2-S após 18 h do tratamento. Parasito medindo 16,5 cm de comprimento e 5,00 mm de espessura. (B): *Parascaris* spp. eliminado pelo potro HR2-B após 36 h do tratamento. Parasito medindo 8,00 cm de comprimento por 3,5 mm de espessura.

5.4 DISCUSSÃO

Este é um estudo envolvendo o uso de exame ultrassonográfico como ferramenta coadjuvante na tomada de decisão pelo uso de vermífugo em potros. Os achados ultrassonográficos aparentam ser um bom parâmetro na decisão por tratamento dos animais, uma vez que três dos cinco animais que receberam anti-helmíntico apresentaram melhora no valor de espessura média de parede e tipo de conteúdo intraluminal, retornando à normalidade.

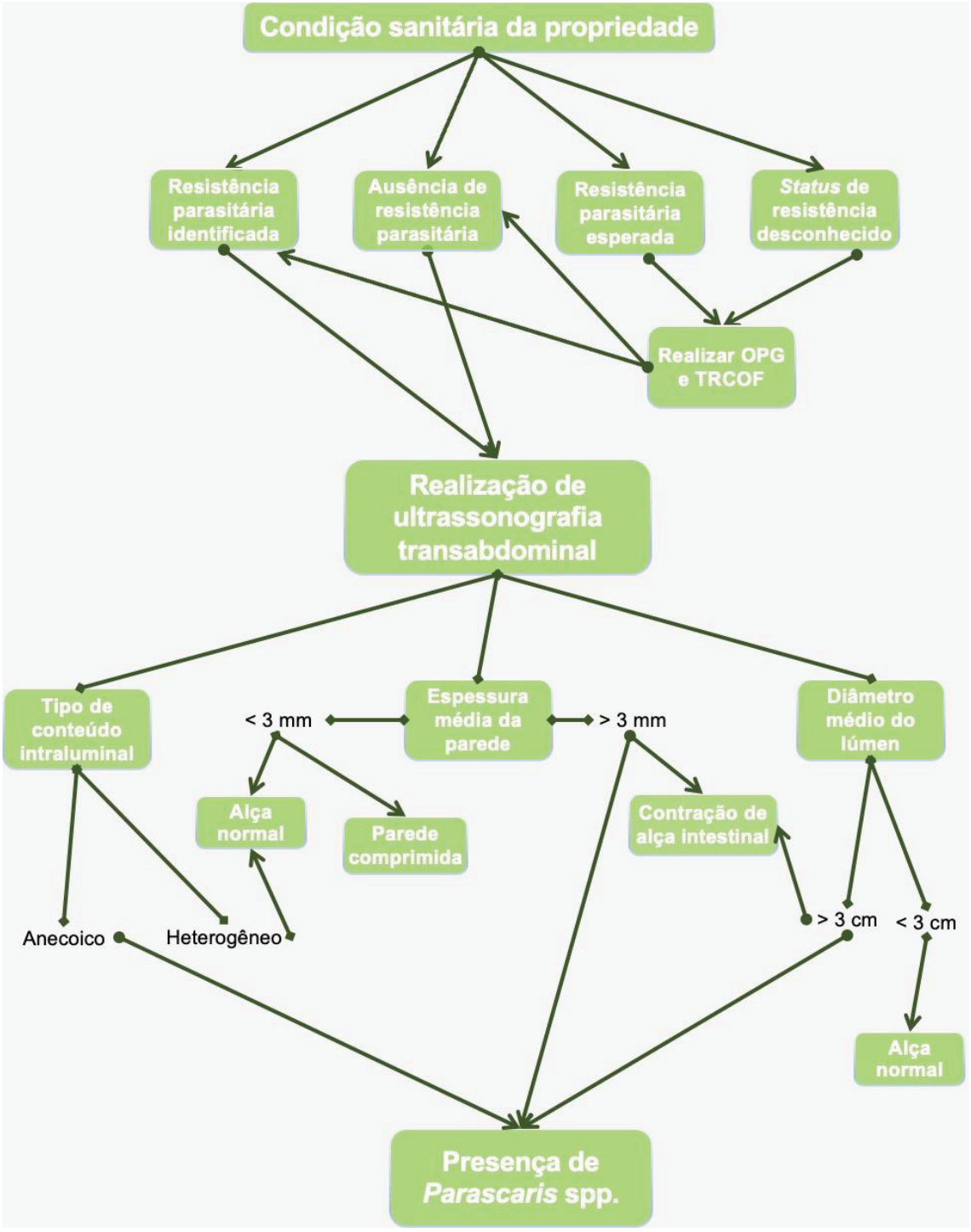
Os dois animais remanescentes pertencem a uma propriedade em que há altos níveis de resistência parasitária, aos mais diferentes grupos de químicos

(Molento *et al*., 2008), justificando a ausência de alterações nas imagens obtidas. A propósito, o exame ultrassonográfico demonstrou ser mais sensível à identificação do *Parascaris* spp. nestes animais do que a técnica parasitológica habitual.

Um dos animais do grupo não-tratado apresentou piora nos parâmetros de imagem, com contagem de OPG nula. Foi identificado aumento de espessura de parede e diâmetro do lúmen de 35 e 38%, respectivamente, embora eles ainda tenham se mantido dentro dos valores de normalidade. Em um animal do grupo tratados, houve aumento expressivo (180%) na OPG, embora não tenham sido encontradas alterações na USTA.

As alterações nos parâmetros ultrassonográficos sugerem início de processo inflamatório no intestino (Bain, 2012), de qualquer natureza. O aumento na contagem de OPG de um animal na mesma propriedade pode indicar certo nível de resistência parasitária, embora a ovipostura por parte das fêmeas de ascarídeos não seja constante durante o dia, criando variação em sua concentração nas fezes (Wilkes *et al*., 2016). Estas considerações induzem à formulação de uma hipótese de árvore de decisão que colabore com a identificação das alterações condizentes com *Parascaris* spp. e dos potros em risco de desenvolvimento de doença parasitária (FIGURA 26).

FIGURA 26: ÁRVORE DE DECISÃO PARA A IDENTIFICAÇÃO DE ANIMAIS COM ALTERAÇÕES ULTRASSONOGRÁFICAS CONDIZENTES COM *PARASCARIS* SPP.



Sabe-se que os fatores por hora elencados caracterizam enterites de uma forma geral, não sendo específicos para infestações por *Parascaris* spp. Outros parâmetros ultrassonográficos devem ser avaliados, tais como motilidade e formato das alças e presença de líquido livre intracavitário. A eles devem ser somados dados relativos à condição sanitária da propriedade, como exames coproparasitológicos

regulares e realização de TRCOF, bem como dados de desempenho esperado para aquela categoria animal, tais como crescimento em altura e ganho médio de peso.

Até o presente momento, há indícios de que a técnica de USTA possa ser usada juntamente com resultados de exames coproparasitológicos tradicionais como coadjuvante na tomada de decisões sobre o manejo antiparasitário dos animais. Estudos envolvendo um número maior de animais, por um período maior e cálculos de fatores de risco de cada um dos parâmetros avaliados são necessários para a validação da hipótese e proposta de uma alternativa para controle parasitário individual, considerando a resposta fisiopatológica do animal à infestação.

REFERÊNCIAS

ANDERSEN, U. V; HOWE, D. K.; OLSEN, S. N.; NIELSEN, M. K. Recent advances in diagnosing pathogenic equine gastrointestinal helminths: the challenge of prepatent detection. **Veterinary Parasitology**, v. 192, p. 1–9, 2013. Elsevier B.V. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.11.003>.

ATTIA, M. M.; SOLIMAN, S. M.; SALAEH, N. M. K.; et al. Evaluation of immune responses and oxidative stress in donkeys: Immunological studies provoked by *Parascaris equorum* infection. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 29, n. 4, p. 2173–2179, 2022. Elsevier.

BAIN, F. T. Ultrasound of the thorax and abdomen in the foal. **58th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners -AAEP**. v. 58, p.38–44, 2012.

BURK, S. V; DANGOUDOUBIYAM, S.; BREWSTER-BARNES, T.; et al. Equine antibody response to larval Parascaris equorum excretory-secretory products. **Veterinary Parasitology**, v. 226, p. 83–87, 2016. Elsevier B.V. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2016.06.036>. .

CLAYTON, H. M. Ascariasis in foals. **The Veterinary record**, v. 102, n. 25, p. 553–556, 1978.

CLAYTON, H. M.; DUNCAN, J. L. Experimental Parascaris equorum infection of foals. **Research in Veterinary Science**, v. 23, p. 109–114, 1977.

COLES, G. C.; BAUER, C.; BORGSTEEDE, F. H. M.; et al. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. **Veterinary Parasitology**, v. 44, n. 1–2, p. 35–44, 1992. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/030440179290141U>.

CRIBB, N.; COTÉ, N.; BOURÉ, L.; PEREGRINE, A. Acute small intestinal obstruction associated with Parascaris equorum infection in young horses: 25 cases (1985–2004). **New Zealand Veterinary Journa**l, v. 54, n. 6, p. 338–343, 2006. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00480169.2006.36721>. .

GORDON, H. M.; WHITLOCK, H. V. A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces. **Journal Council Science Industry Research**, v. 12, n. 1, p. 50–52, 1939.

KAPLAN, R. M.; VIDYASHANKAR, A. N. An inconvenient truth: Global worming and anthelmintic resistance. **Veterinary Parasitology**, v. 186, n. 1–2, p. 70–78, 2012. Elsevier B.V. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.11.048>. .

MAGRI, M. Ultrasonography of the abdomen in foals. **In Practice**, v. 40, n. 8, p. 348–356, 2018.

MCAULIFFE, S. B. Abdominal ultrasonography of the foal. **Clinical Techniques in Equine Practice**, v. 3, n. 3, p. 308–316, 2004.

MOLENTO, M. B. Resistência parasitária em helmintos de equídeos e propostas de manejo. **Ciência Rura**l, v. 35, n. 6, p. 1469–1477, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.12.012>. .

MOLENTO, M. B.; ANTUNES, J.; BENTES, R. N.; COLES, G. C. Anthelmintic resistant nematodes in Brazilian horses. **Veterinary Record**, v. 162, n. 12, p. 384–385, 2008. Disponível em: <http://veterinaryrecord.bmj.com/cgi/doi/10.1136/vr.162.12.384>. .

NIELSEN, M. K.; BAPTISTE, K. E.; TOLLIVER, S. C.; COLLINS, S. S.; LYONS, E. T. Analysis of multiyear studies in horses in Kentucky to ascertain whether counts of eggs and larvae per gram of feces are reliable indicators of numbers of strongyles and ascarids present. **Veterinary Parasitology**, v. 174, p. 77–84, 2010. Elsevier B.V. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.08.007>.

NIELSEN, M. K.; DONOGHUE, E. M.; STEPHENS, M. L.; et al. An ultrasonographic scoring method for transabdominal monitoring of ascarid burdens in foals. **Equine Veterinary Journal**, v. 48, n. 3, p. 380–386, 2016.

NIELSEN, M. K. K. Evidence-based considerations for control of Parascaris spp. infections in horses. **Equine Veterinary Education**, v. 28, n. 4, p. 224–231, 2016. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/eve.12536>. .

PEREGRINE, A. S.; MOLENTO, M. B.; KAPLAN, R. M.; NIELSEN, M. K. Anthelmintic resistance in important parasites of horses: Does it really matter? **Veterinary Parasitology**, v. 201, p. 1–8, 2014. Elsevier B.V. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.01.004>. .

SOUTHWOOD, L. L.; BAXTER, G. M.; BENNETT, D. G.; RAGLE, C. A. Ascarid impaction in young horses. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, v. 20, n. 1, p. 100–106, 1998.

TATZ, A. J.; SEGEV, G.; STEINMAN, A.; et al. Surgical treatment for acute small intestinal obstruction caused by Parascaris equorum infection in 15 horses (2002-2011). **Equine Veterinary Journal**, v. 44, n. SUPPL. 43, p. 111–114, 2012. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.2042-3306.2012.00607.x>. .

WILKES, E. J. A.; COWLING, A.; WOODGATE, R. G.; HUGHES, K. J. Inhomogeneity of the density of *Parascaris* spp. eggs in faeces of individual foals and the use of hypothesis testing for treatment decision making. **Veterinary Parasitology**, v. 229, p. 131–138, 2016. Elsevier B.V. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2016.10.010>.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Parascaris spp., o parasito de maior relevância para cavalos jovens, apresenta formas imaturas que causam quadros de pneumonia ao migrarem pelos pulmões do potro e, ao alcançarem o intestino delgado, causam êmbolos parasitários que podem culminar com a obstrução e até mesmo ruptura daquela alça. A parascaridíase intestinal está associada, também, a formas não completamente desenvolvidas deste parasito, uma vez que seu crescimento parece estar limitado pelo número de indivíduos presente naquele segmento do intestino.

Ciatostomíneos, que são os parasitos de maior prevalência em cavalos adultos, quando em sua fase imatura também causam danos. Ao penetrarem a mucosa do intestino grosso para completarem seu ciclo, ocasionam tiflite e colite brandas. Estes danos são mais extensos na emergência das larvas, quando esta acontece de forma maciça, ocasionando a ciatostominose larval, um quadro de síndrome cólica.

Técnicas tradicionais de diagnóstico preveem a identificação do parasito por meio da contagem de seus ovos por grama de fezes (OPG) e não permitem o reconhecimento da interação entre parasito e hospedeiro. A contagem de ovos apresenta algumas limitações, sendo que a maior delas é inerente aos próprios parasitos: quando em suas fases imaturas, eles não depositam ovos e, portanto, não são identificados.

Estas mesmas técnicas são aplicadas para a determinação dos animais a receberem vermífugos e para o reconhecimento e quantificação da resistência parasitária, um quadro cada vez mais presente e difundido por todo o mundo, que resulta do uso excessivo e impensado de anti-helmínticos.

Linhas de corte foram estabelecidas de acordo com o número de OPG de ciatostomíneos (6) e estes valores passaram a ser empiricamente extrapolados para as demais espécies parasitas de cavalos. Sugere-se que animais que apresentam contagens com valores iguais ou superiores a 200 OPG sejam tratados, independentemente de sua condição corporal, desempenho zootécnico ou sinais clínicos apresentados.

A resistência parasitária é identificada pela redução que ocorre na eliminação dos ovos após o tratamento com determinado princípio ativo e a eficácia esperada

para estes medicamentos foi determinada para os pequenos estrôngilos e, da mesma maneira que ocorre para as linhas de corte, estes valores são extrapolados de forma empírica para os outros parasitos.

O uso de valores de OPG em ambas as situações têm pouco significado clínico, uma vez que não representam a carga parasitária presente no hospedeiro e não identificam os estágios parasitários imaturos.

Há um complexo sistema envolvendo parasito, hospedeiro e ambiente que determina se infecção parasitária resultará em doença parasitária para aquele hospedeiro). O ciclo de vida do parasito, a competência imunológica do hospedeiro, componentes genômicos de ambos e variações no “macro ambiente”, entendido como o ambiente externo ao hospedeiro e no “micro ambiente”, ou seja no microbioma e metaboloma intestinal daquele indivíduo são alguns dos fatores envolvidos nesta intricada relação, ainda não totalmente compreendida.

A administração de vermífugos precisa ser feita de forma realmente mais racional, considerando-se não somente contagens de OPG. Conhecimentos sobre o ciclo do parasito, flutuações populacionais em decorrência de variações ambientais e, principalmente, a interação entre ele e o hospedeiro devem compor os fatores desta conta cujo resultado é a exposição dos parasitos a mais uma dose de anti-helmíntico. Seu uso continuado reforça a resistência parasitária e nos afasta da eficácia daquele que é o único medicamento capaz de tratar um animal portador de doença, expondo-o ao risco de morte.

É preciso “girar a chave”: quando o assunto é doença parasitária devemos focar na identificação da doença e não do agente etiológico. A simples presença de um agente patogênico não é condição suficiente para o desenvolvimento de sinais clínicos ou condições que coloquem o animal em risco.

Devemos ter por objetivo o desenvolvimento e aprimoramento de técnicas visando a identificação deste desequilíbrio, que identifiquem, por exemplo, qual é o potro que pode ter seu intestino ocluído por um êmbolo de parasitos. Qual é o potro cujo sistema imune não foi capaz de debelar a infecção, expondo-o ao risco de ocorrência de doença caso a administração de vermífugo seja a gota d’água que faça aquele copo transbordar.

A ultrassonografia transabdominal atende a estes propósitos ao permitir a identificação do *Parascaris* spp. e de alterações na parede do intestino delgado

condizentes com enterite. A ocorrência de inflamação na alça pode indicar que aquele é um animal em risco e os parâmetros que tornarão esta avaliação mais objetiva precisam ser mais bem estudados e explorados para que possam, talvez, ser aplicados ao processo de tomada de decisão pelo uso de medicamentos. A observação de parasitos no interior do lúmen após o uso de vermífugo pode ser um indicador mais sensível de resistência parasitária e este é um dado também a ser aprofundado.

REFERÊNCIAS

_____. **WHO. Constitution of World Health Organization**. 1946.

ADAIR, H. S. What is your diagnosis - obstructive small intestinal disease. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 196, p. 2023–2024, 1990.

ALEMAN, M.; GILLIS, C. L.; NIETO, J. E.; RENAUDIN, C. D.; BEA, J. Ultrasonographic anatomy and biometric analysis of the thoracic and abdominal organs in healthy foals from birth to age 6 months. **Equine Veterinary Journal**, v. 34, n. 7, p. 649–655, 2010. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.2746/042516402776250414>. .

ANDERSEN, U. V; HOWE, D. K.; OLSEN, S. N.; NIELSEN, M. K. Recent advances in diagnosing pathogenic equine gastrointestinal helminths: the challenge of prepatent detection. **Veterinary Parasitology**, v. 192, p. 1–9, 2013. Elsevier B.V. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.11.003>.

AROMAA, M.; HAUTALA, K.; OKSANEN, A.; SUKURA, A.; NÄREAHO, A. Parasite infections and their risk factors in foals and young horses in Finland. **Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports**, v. 12, p. 35–38, 2018. Elsevier. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2018.01.006>. .

ARSENOPOULOS, K.; FTHENAKIS, G. C.; PAPADOPOULOS, E. Sonoparasitology: An alternative approach to parasite detection in sheep. **Small Ruminant Research**, v. 152, p. 162–165, 2017. Elsevier B.V. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.12.007>.

ATTIA, M. M.; SOLIMAN, S. M.; SALAEH, N. M. K.; et al. Evaluation of immune responses and oxidative stress in donkeys: Immunological studies provoked by *Parascaris equorum* infection. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 29, n. 4, p. 2173–2179, 2022. Elsevier.

BAIN, F. T. Ultrasound of the thorax and abdomen in the foal. **58th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners - AAEP.** v. 58, p.38–44, 2012.

BAUDENA, M. A.; CHAPMAN, M. R.; FRENCH, D. D.; KLEI, T. R. Seasonal development and survival of equine cyathostome larvae on pasture in south Louisiana. **Veterinary Parasitology**, v. 88, p. 51–60, 2000. Elsevier.

BELLAW, J. L.; KREBS, K.; REINEMEYER, C. R.; et al. Anthelmintic therapy of equine cyathostomin nematodes – larvicidal efficacy, egg reappearance period, and drug resistance. **International Journal for Parasitology**, v. 48, n. 2, p. 97–105, 2018. Australian Society for Parasitology. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2017.08.009>. Acesso em: 15/5/2022.

BEVEVINO, K. E.; EDWARDS, J. F.; COHEN, N. D.; SOLIS, C. N. Ex vivo comparison of ultrasonographic intestinal wall layering with histology in horses: a

feasibilty study. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, p. 1–15, 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/vru.12946>.

BIANCHI, M. V.; MELLO, L. S. DE; WENTZ, M. F.; et al. Fatal parasite-induced enteritis and typhlocolitis in horses in southern Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria**, v. 28, n. 3, p. 443–450, 2019.

BIOCCA, E.; NASCETTI, G.; IORI, A.; *et al*. Descrizione di Parascaris univalens, parassita degli equini, e suo differenziamento da Parascaris equorum. **Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali**, v. 65, n. 8, p. 133– 140., 1978. Disponível em: <http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1978_8_65_3-4_133_0>. .

BISHOP, S. C. A consideration of resistance and tolerance for ruminant nematode infections. **Frontiers in genetics**, v. 3, p. 168, 2012. Disponível em: <www.frontiersin.org>. .

BOLS, P. E. J.; DE PORTE, H. F. M. The Horse catalyzed birth of modern veterinary medicine in 18th-century France. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 41, p. 35–41, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jevs.2016.04.003>. .

BROOM, D. M. Indicators of poor welfare. **British Veterinary Journal**, v. 142, n. 6, p. 524–526, 1986. W.B. Saunders.

BROOM, D. M. The scientific assessment of animal welfare. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 20, p. 5–19, 1988. Elsevier.

BROWN, P. J.; CLAYTON, H. M. Hepatic pathology of experimental Parascaris equorum infection in worm-free foals. **Journal of Comparative Pathology**, v. 89, n. 1, p. 115–123, 1979.

BULLINI, L.; NASCETTI, G.; CARRÈ, S.; RUMORE, F.; BIOCCA, E. Ricerche cariologiche ed elettroforetiche su Parasacaris univalens e Parascaris equorum. **Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali. Rendiconti**, v. 65, n. 3–4, p. 151–156, 1978. Disponível em: <http://www.bdim.eu/item?fmt=pdf&id=RLINA_1978_8_65_3-4_133_0>. .

BURK, S. V; DANGOUDOUBIYAM, S.; BREWSTER-BARNES, T.; et al. Equine antibody response to larval Parascaris equorum excretory-secretory products. **Veterinary Parasitology**, v. 226, p. 83–87, 2016. Elsevier B.V. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2016.06.036>. .

BURKE, J. M.; MILLER, J. E. Use of FAMACHA system to evaluate gastrointestinal nematode resistance/resilience in offspring of stud rams. **Veterinary Parasitology**, v. 153, p. 85–92, 2008. Elsevier.

BUSONI, V.; BUSSCHER, V. DE; LOPEZ, D.; VERWILGHEN, D.; CASSART, D. Evaluation of a protocol for fast localised abdominal sonography of horses (FLASH) admitted for colic. **Veterinary Journal**, v. 188, n. 1, p. 77–82, 2011. Elsevier Ltd. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2010.02.017>. Acesso em: 24/12/2020.

CABLE, C. S.; FUBINI, S. L.; ERB, H. N.; HAKES, J. E. Abdominal surgery in foals: a review of 119 cases (1977 - 1994). **Equine Veterinary Journal**, v. 29, n. 4, p. 257–261, 1997.

CLAYTON, H. M. Ascariasis in foals. **The Veterinary record**, v. 102, n. 25, p. 553–556, 1978.

CLAYTON, H. M. Ascarids: recent advances. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 2, n. 2, p. 313–328, 1986. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0749073917307186>. .

CLAYTON, H. M.; DUNCAN, J. L. Experimental Parascaris equorum infection of foals. **Research in Veterinary Science**, v. 23, p. 109–114, 1977.

CLAYTON, H. M.; DUNCAN, J. L. Clinical signs associated with Parascaris equorum infection in worm-free pony foals and yearlings. **Veterinary Parasitology**, v. 4, n. 1, p. 69–78, 1978. Elsevier.

CLAYTON, H. M.; DUNCAN, J. L. The migration and development of Parascaris equorum in the horse. **International Journal for Parasitology**, v. 9, n. 4, p. 285–292, 1979.

CLAYTON, H.M.; DUNCAN, J. L. The development of immunity to Parascaris equorum infection in the foal. **Research in Veterinary Science**, v. 26, p. 383–384, 1979. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0034528818328996>. .

COLES, G. C.; BAUER, C.; BORGSTEEDE, F. H. M.; et al. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. **Veterinary Parasitology**, v. 44, n. 1–2, p. 35–44, 1992. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/030440179290141U>. .

COOPER, J. J.; MASON, G. J. The identification of abnormal behaviour and behavioural problems in stabled horses and their relationship to horse welfare: a comparative review. **Equine Veterinary Journal**, v. 30, n. Supplement 27, p. 5–9, 2010. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.2042-3306.1998.tb05136.x>. .

CRIBB, N. C.; ARROYO, L. G. Techniques and accuracy of abdominal ultrasound in gastrointestinal diseases of horses and foals. **Veterinary Clinics of North America - Equine Practice**, v. 34, n. 1, p. 25–38, 2018.

CRIBB, N.C.; COTÉ, N.; BOURÉ, L.; PEREGRINE, A. Acute small intestinal obstruction associated with Parascaris equorum infection in young horses: 25 cases (1985–2004). **New Zealand Veterinary Journal**, v. 54, n. 6, p. 338–343, 2006. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00480169.2006.36721>.

CRINGOLI, G.; MAURELLI, M. P.; LEVECKE, B.; et al. The Mini-FLOTAC technique for the diagnosis of helminth and protozoan infections in humans and animals. **Nature Protocols**, v. 12, n. 9, p. 1723–1732, 2017.

DALLA COSTA, E.; MURRAY, L.; DAI, F.; CANALI, E.; MINERO, M. Equine on-farm welfare assessment: a review of animal-based indicators. **Animal Welfare**, v. 23, p. 323–341, 2014.

DIANA, A.; FRECCERO, F.; GIANCOLA, F.; et al. *Ex vivo* ultrasonographic and histological morphometry of small intestinal wall layers in horses. **Veterinary Radiology and Ultrasound**, p. 1–11, 2021.

DI DONATO, P.; PENNINCK, D.; PIETRA, M.; CIPONE, M.; DIANA, A. Ultrasonographic measurement of the relative thickness of intestinal wall layers in clinically healthy cats. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v. 16, n. 4, p. 333–339, 2014.

DIAS DE CASTRO, L. L.; ABRAHÃO, C. L. H.; BUZATTI, A.; et al. Comparison of McMaster and Mini-FLOTAC fecal egg counting techniques in cattle and horses. **Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports**, v. 10, p. 132–135, 2017. Elsevier. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vprsr.2017.10.003>. .

EPSTEIN, K.; SHORT, D.; PARENTE, E.; REEF, V.; SOUTHWOOD, L. Gastrointestinal ultrasonography in normal adult ponies. **Veterinary Radiology and Ultrasound**, v. 49, n. 3, p. 282–286, 2008. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1740-8261.2008.00367.x>. Acesso em: 24/12/2020.

FABIANI, J. V.; LYONS, E. T.; NIELSEN, M. K. Dynamics of Parascaris and Strongylus spp. parasites in untreated juvenile horses. **Veterinary Parasitology**, v. 230, p. 62–66, 2016. Elsevier B.V. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2016.11.002>.

FREEMAN, S. Ultrasonography of the equine abdomen: Techniques and normal findings. **In Practice**, v. 24, n. 4, p. 204–211, 2002. BMJ Publishing Group. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1136/inpract.24.4.204>. Acesso em: 16/4/2021.

FRITZEN, B.; ROHN, K.; SCHNIEDER, T.; VON SAMSON-HIMMELSTJERNA, G. Endoparasite control management on horse farms - lessons from worm prevalence and questionnaire data. **Equine Veterinary Journal**, v. 42, n. 1, p. 79–83, 2010.

GARNIER, R.; GRENFELL, B. T.; NISBET, A. J.; MATTHEWS, J. B.; GRAHAM, A. L. Integrating immune mechanisms to model nematode worm burden: an example in sheep. **Parasitology**, v. 143, n. 7, p. 894–904, 2016.

GEURDEN, T.; SMITH, E., V.; J., YAZWINSKI, T.; et al. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (WAAVP) guideline for the evaluation of the efficacy of anthelmintics in food and companion animals: general guidelines. **Veterinary Parasitology**, v. 304, n. March, p. 109698, 2022. Elsevier B.V. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2022.109698>. .

GHISI, M.; KAMINSKY, R.; MÄSER, P. Phenotyping and genotyping of Haemonchus contortus isolates reveals a new putative candidate mutation for benzimidazole resistance in nematodes. **Veterinary Parasitology**, v. 144, n. 3–4, p. 313–320, 2007. Elsevier.

GOODWIN, D. Horse behaviour: evolution, domestication and feralisation. In: N. K. Waran (Org.); **The Welfare of Horses**. 1º ed, p.1–18, 2007. Dordrecht: Springer.

GORDON, H. M.; WHITLOCK, H. V. A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces. **Journal Council Science Industry Research**, v. 12, n. 1, p. 50–52, 1939.

HANSELAER, J. R.; NYLAND, T. G. Chyloabdomen and ultrasonographic detection of na intra-abdominal abscess in a foal. **American Journal of Veterinary Research**, v. 183, n. 12, p. 1465–1467, 1984.

HAUTALA, K.; NÄREAHO, A.; KAUPPINEN, O.; et al. Risk factors for equine intestinal parasite infections and reduced efficacy of pyrantel embonate against Parascaris sp. **Veterinary Parasitology**, v. 273, p. 52–59, 2019. Elsevier. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2019.08.004>.

HAWLEY, D. M.; ALTIZER, S. M. Disease ecology meets ecological immunology: understanding the links between organismal immunity and infection dynamics in natural populations. **Functional Ecology**, v. 25, p. 48–60, 2011.

HODGKINSON, J. E.; KAPLAN, R. M.; KENYON, F.; et al. Refugia and anthelmintic resistance: concepts and challenges. **International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance**, v. 10, p. 51–57, 2019.

HOFFMANN, H.; KAWOOYA, M.; ESTERRE, P.; et al. *In vivo* and *in vitro* studies on the sonographical detection of Ascaris lumbricoides. **Pediatric Radiology**, v. 27, n. 3, p. 226–229, 1997.

HONIGSBAUM, M. 'Tipping the balance": Karl Friedrich Meyer, latent infectious and the birth of modern ideas of disease ecology. **Journal of the History of Biology**, v. 49, p. 261–309, 2016.

HUNT, P. W.; LELLO, J. How to make DNA count: DNA-based diagnostic tools in veterinary parasitology. **Veterinary Parasitology**, v. 186, p. 101–108, 2012. Elsevier B.V. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.11.055>. .

HUSTED, L.; NIELSEN, M. K. Medicinsk behandling af spolormeforstoppelse hos et føl. **Dansk Veterinærtidsskrift**, v. 3, n. 93, p. 16–18, 2010.

JABBAR, A.; LITTLEWOOD, D. T. J.; MOHANDAS, N.; et al. The mitochondrial genome of Parascaris univalens - Implications for a “forgotten” parasite. **Parasites and Vectors**, v. 7, p. 1–8, 2014.

JAMES, A. E.; OSTERMAN, F. O.; BUSH, R. M.; et al. The Use of Compound B-Mode Ultrasound in Abdominal Disease of Animals. **Veterinary Radiology**, v. 17, n. 3, p. 106–112, 1976.

JENKINS, E.; BACKWELL, A. L.; BELLAW, J.; et al. Not playing by the rules: Unusual patterns in the epidemiology of parasites in a natural population of feral horses (Equus caballus) on Sable Island, Canada. **International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife**, v. 11, p. 183–190, 2020. Australian Society for Parasitology.

KAPLAN, R. M.; NIELSEN, M. K. An evidence-based approach to equine parasite control: It ain’t the 60s anymore. **Equine Veterinary Education**, v. 22, n. 6, p. 306–316, 2010. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.2042-3292.2010.00084.x>.

KAPLAN, R. M.; DENWOOD, M. J.; NIELSEN, M. K.; et al. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) guideline for diagnosing anthelmintic resistance using the faecal egg count reduction test in ruminants , horses and swine. **Veterinary Parasitology**, v. 318, n. April, 2023. Elsevier B.V. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2023.109936>.

KAPLAN, R. M.; VIDYASHANKAR, A. N. An inconvenient truth: Global worming and anthelmintic resistance. **Veterinary Parasitology**, v. 186, n. 1–2, p. 70–78, 2012. Elsevier B.V. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.11.048>. .

KIRBERGER, R. M.; BERG, J. S. VA. DEN; GOTTSCHALK, R. D.; GUTHRIE, A. J. Duodenal Ultrasonography in the Normal Adult Horse. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 36, n. 1, p. 50–56, 1995.

KLECEL, W.; MARTYNIUK, E. From the Eurasian steppes to the roman circuses - A review of early development of horse breeding and management. **Animals**, v. 11, p. 1859, 2021.

KLEI, T. R.; CHAPMAN, M. R. Immunity in equine cyathostome infections. **Veterinary Parasitology**, v. 85, p. 123–136, 1999.

KLEMME, I.; KARVONEN, A. Vertebrate defense against parasites: interactions between avoidance, resistance, and tolerance. **Ecology and Evolution**, v. 7, p. 561–571, 2017. Disponível em: <www.ecolevol.org>. .

KUMAR, S.; GUPTA, S.; MOHMAD, A.; et al. Molecular tools-advances, opportunities and prospects for the control of parasites of veterinary importance. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 41, n. 1, p. 33–42, 2020. International Journal of Tropical Insect Science.

KWA, M. S. G.; VEENSTRA, J. G.; ROOS, M. H. Benzimidazole resistance in Haemonchus contortus is correlated with a conserved mutation at amino acid 200 in β-tubulin isotype 1. **Molecular and Biochemical Parasitology**, v. 63, n. 2, p. 299–303, 1994. Elsevier. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0166685194900663>. Acesso em: 19/5/2022.

LINDAHL, I. L. Detection of pregnancy in sheep by means of ultrasound. **Nature**, v. 5, n. 212(5062), p. 642–643, 1966.

LÖNKER, N. S.; FECHNER, K.; ABD EL WAHED, A. Horses as a crucial part of One Health. **Veterinary Sciences**, v. 7, n. 1, p. 28, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2306-7381/7/1/28>. .

LOVE, S.; MURPHY, D.; MELLOR, D. Pathogenicity of cyathostome infection. **Veterinary Parasitology**, v. 85, p. 113–122, 1999.

LYONS, E. T.; TOLLIVER, S. C.; IONITA, M.; COLLINS, S. S. Evaluation of parasiticidal activity of fenbendazole, ivermectin, oxibendazole, and pyrantel pamoate in horse foals with emphasis on ascarids (Parascaris equorum) in field studies on five farms in Central Kentucky in 2007. **Parasitology Research**, v. 103, n. 2, p. 287–291, 2008. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s00436-008-0966-8>. .

MACFADDEN, B. J. Fossil horses from “Eohippus” (Hyracotherium) to Equus: Scaling, Cope’s Law, and the evolution of body size. **Paleobiology**, v. 12, n. 4, p. 355–369, 1986.

MAGRI, M. Ultrasonography of the abdomen in foals. **In Practice**, v. 40, n. 8, p. 348–356, 2018.

MAHMOOD, T.; MANSOOR, N.; QURAISHY, S.; ILYAS, M.; HUSSAIN, S. Ultrasonographic appearance of Ascaris lumbricoides in the small bowel. **Journal of Ultrasound in Medicine**, v. 20, n. 3, p. 269–274, 2001. John Wiley & Sons, Ltd. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.7863/jum.2001.20.3.269>. Acesso em: 4/9/2021.

MARTI, E.; EHRENSPERGER, F.; BURGER, D.; et al. Maternal transfer of IgE and subsequent development of IgE responses in the horse (Equus callabus). **Veterinary Immunology and Immunopathology**, v. 127, p. 203–211, 2009.
MATTHEWS, J. B. Facing the threat of equine parasitic disease. **Equine Veterinary Journal**, v. 43, n. 2, p. 126–132, 2011. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.2042-3306.2010.00356.x>. .

MCAULIFFE, S. B. Abdominal ultrasonography of the foal. **Clinical Techniques in Equine Practice**, v. 3, n. 3, p. 308–316, 2004.

MCCALL, C. A.; POTTER, G. D.; KREIDER, J. L.; JENKINS, W. L. Physiological responses in foals weaned by abrupt or gradual methods. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 7, n. 6, p. 368–374, 1987. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0737080687800072>. .

MCGLADDERY, A. J. Ultrasonography as an aid to the diagnosis of equine colic. **Equine Veterinary Education**, v. 4, n. 5, p. 248–251, 1992.

MCHORSE, B. K.; BIEWENER, A. A.; PIERCE, S. E. The evolution of a single toe in horses: causes, consequences, and the way forward. **Integrative and Comparative Biology**, v. 59, n. 3, p. 638–655, 2019. Oxford University Press.

MITCHELL, M. C.; TZELOS, T.; HANDEL, I.; et al. Development of a recombinant protein-based ELISA for diagnosis of larval cyathostomin infection. **Parasitology**, v. 143, n. 8, p. 1055–1066, 2016.

MOLENTO, M. B.; ANTUNES, J.; BENTES, R. N.; COLES, G. C. Anthelmintic resistant nematodes in Brazilian horses. **Veterinary Record**, v. 162, n. 12, p. 384–385, 2008. Disponível em: <http://veterinaryrecord.bmj.com/cgi/doi/10.1136/vr.162.12.384>. .

MOLENTO, M. B. Resistência parasitária em helmintos de equídeos e propostas de manejo. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6, p. 1469–1477, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.12.012>.

MORRIS, L. H.; COLGAN, S.; LEATHWICK, D. M.; NIELSEN, M. K. Anthelmintic efficacy of single active and combination products against commonly occurring parasites in foals. **Veterinary Parasitology**, v. 268, p. 46–52, 2019. Elsevier. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2019.02.006>. .

NEAL, H. N. Foal colic: Practical imaging of the abdomen. **Equine Veterinary Education**, v. Manual 6, n. 5, p. 263–270, 2003. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.2042-3292.2003.tb01819.x>. Acesso em: 16/4/2021.

NICHOLLS, J. M.; CLAYTON, H. M.; PIRIE, H. M.; DUNCAN, J. L. A pathological study of the lungs of foals infected experimentally with Parascaris equorum. **Journal of Comparative Pathology**, v. 88, n. 2, p. 261–274, 1978. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0021997578900300>. .

NIELSEN, M. K.; BAPTISTE, K. E.; TOLLIVER, S. C.; COLLINS, S. S.; LYONS, E. T. Analysis of multiyear studies in horses in Kentucky to ascertain whether counts of eggs and larvae per gram of feces are reliable indicators of numbers of strongyles and ascarids present. **Veterinary Parasitology**, v. 174, p. 77–84, 2010. Elsevier B.V. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.08.007>.

NIELSEN, M. K.; DONOGHUE, E. M.; STEPHENS, M. L.; et al. An ultrasonographic scoring method for transabdominal monitoring of ascarid burdens in foals. **Equine Veterinary Journal**, v. 48, n. 3, p. 380–386, 2016.

NIELSEN, M. K. K. Evidence-based considerations for control of Parascaris spp. infections in horses. **Equine Veterinary Education**, v. 28, n. 4, p. 224–231, 2016. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/eve.12536>. .

NIELSEN, M.K.; PFISTER, K.; VON SAMSON-HIMMELSTJERNA, G. Selective therapy in equine parasite control-Application and limitations. **Veterinary Parasitology**, v. 202, n. 3–4, p. 95–103, 2014. Elsevier B.V. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.03.020>. .

NIELSEN, M. K.; REINEMEYER, C. R.; DONECKER, J. M.; et al. Anthelmintic resistance in equine parasites-Current evidence and knowledge gaps. **Veterinary Parasitology**, v. 204, n. 1–2, p. 55–63, 2014. Elsevier. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2013.11.030>. Acesso em: 25/4/2021.

NIELSEN, M K; WANG, J.; DAVIS, R.; et al. Parascaris univalens—a victim of large-scale misidentification? **Parasitology Research**, v. 113, n. 12, p. 4485–4490, 2014. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s00436-014-4135-y>. .

OTHMAN, R.; ALZUHEIR, I. Prevalence of Parascaris equorum in native horses in west bank Palestine. **Iraqi Journal of Veterinary Sciences**, v. 33, n. 2, p. 433–436, 2019.

PEACHEY, L. E.; JENKINS, T. P.; CANTACESSI, C. This Gut Ain't Big Enough for Both of Us. Or Is It? Helminth–Microbiota Interactions in Veterinary Species. **Trends in Parasitology**, v. 33, n. 8, p. 619–632, 2017. Elsevier Ltd.

PENNINCK, D.; NYLAND, T. G.; FISHER, P. E.; KERR, L. Y. Ultrasonography of the normal canine gastrointestinal tract. **Veterinary Radiology**, v. 30, n. 6, p. 272–276, 1989.

PEREGRINE, A. S.; MOLENTO, M. B.; KAPLAN, R. M.; NIELSEN, M. K. Anthelmintic resistance in important parasites of horses: Does it really matter? **Veterinary Parasitology**, v. 201, p. 1–8, 2014. Elsevier B.V. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.01.004>.

PFISTER, K.; VAN DOORN, D. New perspectives in equine intestinal parasitic disease - Insights in monitoring helminth infections. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 34, n. 1, p. 141–153, 2018. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0749073917309227>. .

PICKETT, H. Horses: behaviour, cognition and welfare. **Animal Sentience website report**, p. 1–10, 2009.

PRICHARD, R. K.; HALL, C. A.; KELLY, J. D.; MARTIN, I. C. A.; DONALD, A. D. The problem of anthelmintic resistance in nematodes. **Australian Veterinary Journal**, v. 56, n. 5, p. 239–250, 1980.

PROUDMAN, C. J.; TREES, A. J. Use of excretory/secretory antigens for the serodiagnosis of Anoplocephala perfoliata cestodosis. **Veterinary Parasitology**, v. 61, p. 239–247, 1996.

RANTANEN, N. W.; EWING, R. L. Principles of ultrasound application in animals. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 22, n. 5, p. 196–203, 1981.

REEF, V. B. The Use of Diagnostic Ultrasound in The Horse. **Ultrasound Quarterly**, v. 9, n. 1, p. 1–33, 1991a.

REEF, V. B. Equine pediatric ultrasonography. **The compendium on continuing education**, v. 13, n. 8, p. 1277–1285, 1991b.

REHBEIN, S.; VISSER, M.; WINTER, R. Prevalence, intensity and seasonality of gastrointestinal parasites in abattoir horses in Germany. **Parasitology Research**, v. 112, n. 1, p. 407–413, 2013.

REINEMEYER, C. R. Diagnosis and control of anthelmintic-resistant Parascaris equorum. **Parasites and Vectors**, v. 2, n. SUPPL. 2, p. S8, 2009. BioMed Central. Disponível em: <http://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/1756-3305-2-S2-S8>. Acesso em: 17/3/2021.

REINEMEYER, C. R. Anthelmintic resistance in non-strongylid parasites of horses. **Veterinary Parasitology**, v. 185, n. 1, p. 9–15, 2012. Elsevier B.V. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.10.009>. .

REINEMEYER, C. R.; NIELSEN, M. K. Control of helminth parasites in juvenile horses. **Equine Veterinary Education**, v. 29, n. 4, p. 225–232, 2017. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/eve.12541>. .

RELF, V. E.; MORGAN, E. R.; HODGKINSON, J. E.; MATTHEWS, J. B. Helminth egg excretion with regard to age, gender and management practices on UK Thoroughbred studs. **Parasitology**, v. 140, n. 5, p. 641–652, 2013.

VON SAMSON-HIMMELSTJERNA, G. Anthelmintic resistance in equine parasites – detection, potential clinical relevance and implications for control. **Veterinary Parasitology**, v. 185, p. 2–8, 2012. Elsevier B.V. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.10.010>. .

SCALA, A.; TAMPONI, C.; SANNA, G.; et al. Parascaris spp. eggs in horses of Italy : a large - scale epidemiological analysis of the egg excretion and conditioning factors. **Parasites & Vectors**, v. 14, n. 246, p. 1–8, 2021. BioMed Central. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13071-021-04747-w>. .

SILVESTRE, A.; CABARET, J. Mutation in position 167 of isotype 1 β-tubulin gene of Trichostrongylid nematodes: Role in benzimidazole resistance? **Molecular and Biochemical Parasitology**, v. 120, n. 2, p. 297–300, 2002. Elsevier. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0166685101004558>. Acesso em: 19/5/2022.

SOUTHWOOD, L. L.; BAXTER, G. M.; BENNETT, D. G.; RAGLE, C. A. Ascarid impaction in young horses. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, v. 20, n. 1, p. 100–106, 1998.

SOUTHWOOD, L. L.; RAGLE, C. A.; SNYDER, J.; HENDRICKSON, D. A. Surgical treatment of ascarid impaction in horses and foals. **AAEP Proceedings.** p.258–261, 1996.

SUTHERST, R. W.; COMINS, H. N. The management of acaricide resistance in the cattle tick, Boophilus microplus (Canestrini) (Acari: Ixodidae), in Australia. **Bulletin of Entomological Research**, v. 69, n. 3, p. 519–537, 1979.

TATZ, A. J.; SEGEV, G.; STEINMAN, A.; et al. Surgical treatment for acute small intestinal obstruction caused by Parascaris equorum infection in 15 horses (2002-2011). **Equine Veterinary Journal**, v. 44, n. SUPPL. 43, p. 111–114, 2012. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.2042-3306.2012.00607.x>.

TYDÉN, E.; MORRISON, D. A.; ENGSTRÖM, A.; et al. Population genetics of Parascaris equorum based on DNA fingerprinting. **Infection, Genetics and Evolution**, v. 13, n. 1, p. 236–241, 2013. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1567134812003504>. .

UZAL, F. A.; ARROYO, L. G.; NAVARRO, M. A.; et al. Bacterial and viral enterocolitis in horses - a review. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, v. 34, n. 3, p. 354–375, 2022.

VATISTAS, N. J.; SNYDER, J. R.; WILSON, W. D.; et al. Surgical treatment for colic in the foal (67 cases): 1980–1992. **Equine Veterinary Journal**, v. 28, n. 2, p. 139–145, 1996. American Medical Association (AMA). Disponível em: <https://beva.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.2042-3306.1996.tb01606.x>. Acesso em: 8/9/2021.

VIDYASHANKAR, A. N.; HANLON, B. M.; KAPLAN, R. M. Statistical and biological considerations in evaluating drug efficacy in equine strongyle parasites using fecal egg count data. **Veterinary Parasitology**, v. 185, n. 1, p. 45–56, 2012. Elsevier B.V. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.10.011>. .

WALLACE, K. D.; SELCER, B. A.; BECHT, J. L. Technique for transrectal ultrasonography of the cranial mesenteric artery of the horse. **American Journal of Veterinary Research**, v. 50, n. 10, p. 1695–1698, 1989.

WALLACE, K D; SELCER, B. A.; TYLER, D. E.; BROWN, J. Transrectal ultrasonography of the cranial mesenteric artery of the horse. **American Journal of Veterinary Research1**, v. 50, n. 10, p. 1699–1703, 1989.

WALLACE, K. D.; SELCER, B. A.; TYLER, D. E.; BROWN, J. In vitro ultrasonographic appearance of the normal and verminous equine aorta, cranial mesenteric artery, and its branches. **American Journal of Veterinary Research**, v. 50, n. 10, p. 1774–1778, 1989.

WILKES, E. J. A.; COWLING, A.; WOODGATE, R. G.; HUGHES, K. J. Inhomogeneity of the density of Parascaris spp. eggs in faeces of individual foals and the use of hypothesis testing for treatment decision making. **Veterinary Parasitology**, v. 229, p. 131–138, 2016. Elsevier B.V. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2016.10.010>. .

WILKES, E. J. A.; WOODGATE, R. G.; RAIDAL, S. L.; HUGHES, K. J. The application of faecal egg count results and statistical inference for clinical decision making in foals. **Veterinary Parasitology**, v. 270, p. 7–12, 2019. Elsevier. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2019.04.010>.

WILLIAMS, S.; COOPER, J. D.; FREEMAN, S. L. Evaluation of normal findings using a detailed and focused technique for transcutaneous abdominal ultrasonography in the horse. **BMC Veterinary Research**, v. 10, n. Suppl 1, p. 1–8, 2014. BioMed Central Ltd.

WOOD, E. L. D.; MATTHEWS, J. B.; STEPHENSON, S.; SLOTE, M.; NUSSEY, D. H. Variation in fecal egg counts in horses managed for conservation purposes: individual egg shedding consistency, age effects and seasonal variation. **Parasitology**, v. 140, p. 115–128, 2013.

WOOLASTON, R. R.; BAKER, R. L. Prospects of breeding small ruminants for resistance to internal parasites. **International Journal for Parasitology**, v. 26, n. 8–9, p. 845–855, 1996. Pergamon.

VAN WYK, J. A. Refugia - Overlooked as perhaps the most potent factor concerning the development of anthelmintic resistance. **Onderstepoort Journal of Veterinary Research**, v. 68, p. 55–67, 2001.

VAN WYK, J. A.; BATH, G. F. The FAMACHA system for managing haemonchosis in sheep and goats by clinically identifying individual animals for treatment. **Veterinary Research**, v. 35, p. 467–483, 2004.