

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

NATÁLIA LIMA BRASIL DUTRA

**CONTRIBUIÇÃO DA RADIOGRAFIA ABDOMINAL PARA O
DIAGNÓSTICO DE ENTEROLITÍASE EM EQUINOS**

Uruguaiana

2024

NATÁLIA LIMA BRASIL DUTRA

**CONTRIBUIÇÃO DA RADIOGRAFIA ABDOMINAL PARA O
DIAGNÓSTICO DE ENTEROLITÍASE EM EQUINOS**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação *Stricto sensu* em Ciência Animal da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciência Animal.

Orientadora: Claudia Acosta Duarte

**Uruguaiana
2024**

D272c Dutra, Natália Lima Brasil
CONTRIBUIÇÃO DA RADIOGRAFIA ABDOMINAL PARA O
DIAGNÓSTICO DE ENTEROLITÍASE EM EQUINOS / Natália
Lima Brasil Dutra.
50 p.

Dissertação (Mestrado)-- Universidade Federal do
Pampa, MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL, 2024.
"Orientação: Claudia Acosta Duarte".

1. Enterólito. 2. Equinos. 3. Radiografia
Abdominal. 4. Síndrome cólica . I. Título.

NATÁLIA LIMA BRASIL DUTRA

**CONTRIBUIÇÃO DA RADIOGRAFIA ABDOMINAL PARA O
DIAGNÓSTICO DE ENTEROLITÍASE EM EQUINOS**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação Stricto sensu em Ciência Animal da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciência Animal.

Área de concentração: Sanidade Animal

Tese defendida e aprovada em: 15 de janeiro de 2024
Banca examinadora:

Prof^a Dr. Claudia Acosta Duarte
Orientadora
Universidade Federal do Pampa- UNIPAMPA

Prof^o Dr. Geison Morel Nogueira
Universidade Federal de Uberlândia- UFU - MG

Prof^a Dr. Carla Teixeira Leite
Colégio Agrícola Municipal Luiz Antônio Martins Bastos – RS



Assinado eletronicamente por **CLAUDIA ACOSTA DUARTE, PROFESSOR MAGISTÉRIO SUPERIOR**, em 15/01/2024, às 15:12, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1352154** e o código CRC **32DBBBB6**.

Dedico este trabalho ao meu avô, Arcebi e
minha mãe Rejane.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a UNIPAMPA pela oportunidade de aprendizado e de aprimoramento profissional que obtive ao decorrer do mestrado. A todos os docentes da instituição que tive a oportunidade de conviver e aprender durante esse processo e ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES)

A minha orientadora Claudia pela oportunidade de realização do mestrado e por estar sempre disponível nos momentos de necessidade. Muito mais que uma orientadora, é um exemplo de profissional e pessoa, me inspirando demasiadamente como docente.

A Gabriela por toda a ajuda e incentivo desde o meu ingresso na UNIPAMPA, auxiliando com as pesquisas, escrita, estatística, estando ao meu lado como amiga e me tranquilizando em momentos difíceis, é para mim um exemplo de profissional e pessoa, a qual admiro muito.

A minha mãe Rejane pelo apoio incondicional e por ser um grande exemplo de mãe, pessoa e professora a qual me espelho.

Ao Lucas por ser um grande incentivador do meu mestrado e compreender todos os momentos de ausência e dificuldades.

A Clínica Veterinária Guadalupe e toda a equipe da mesma que participaram do projeto.

A Adriana Oliveira da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pelo auxílio na parte estatística do estudo.

“Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa. Todos nós ignoramos alguma coisa. Por isso aprendemos sempre.”

Paulo Freire

RESUMO

A síndrome cólica representa a principal emergência na medicina de equinos, bem como maior causa de óbito na espécie, sendo muitas vezes um desafio diagnóstico determinar sua etiologia. A associação da manifestação clínica, exame físico, histórico detalhado, comportamento e exames complementares são fundamentais para determinar a conduta terapêutica mais eficiente. Uma das afecções relacionadas à síndrome cólica, de grande casuística em equinos, é a enterolitíase. Enterólitos são concreções mineralizadas encontradas dentro do intestino grosso dos equinos, que podem causar cólicas obstrutivas ao impedir o fluxo entérico normal, geralmente em pontos de redução do diâmetro intestinal como a flexura pélvica, transição do cólon dorsal direito para cólon transverso e cólon menor. O diagnóstico presuntivo da enfermidade é realizado com base no histórico e sinais clínicos, enquanto o diagnóstico definitivo só é possível na celiotomia exploratória ou radiografia abdominal. O presente trabalho teve como objetivo verificar a aplicabilidade clínica de parâmetros já estabelecidos para realização de diagnóstico radiográfico em casos de enterolitíase equina, e comparar esses achados entre um grupo com enterolitíase e um grupo controle. A partir dos prontuários de 92 equinos atendidos com síndrome cólica em um período que compreendeu junho de 2022 a outubro de 2023, os registros foram avaliados de maneira retrospectiva e incluíram 32 animais, que foram atendidos com sinais clínicos de cólica obstrutiva advinda do intestino grosso ou com histórico de dor abdominal recorrente que não manifestavam sinais clínicos no momento do atendimento, que realizaram exame de radiografia abdominal e que foi possível obter o diagnóstico definitivo por meio de celiotomia. Doze animais compuseram o grupo controle e 20, o grupo enterolitíase. Foi verificada a influência do tamanho, número e localização do enterólito na detecção radiográfica, além de identificação de fatores que dificultem a realização da técnica diagnóstica. Os achados radiográficos foram correlacionados aos achados cirúrgicos e foi feita a comparação desses achados entre o grupo controle e enterolitíase. 85,5% dos animais do grupo enterolitíase (17/20) obtiveram o diagnóstico pré-cirúrgico de enterólito por meio da radiografia abdominal enquanto três animais apresentaram falso-negativo e obtiveram o diagnóstico na celiotomia exploratória. Não houve diferença estatística relacionada ao tamanho e ao local da obstrução do enterólito, no entanto o número de concreções apresentou relevância estatística. Os principais fatores que interferiram no diagnóstico foram a distensão abdominal, peso e o escore de condição corporal. O presente estudo evidenciou que a radiografia digital abdominal é um importante método auxiliar de diagnóstico pré-cirúrgico nos casos de enterolitíase equina, sendo verificado a possibilidade dessa forma diagnóstica

independente do segmento obstruído e do número de enterólitos, apresentando mais facilidade de observação nos animais com mais de uma concreção. No entanto, ressalta-se a necessidade de cautela na interpretação de imagens de equinos obesos e com presença de distensão abdominal por gás, situações em que ocorreu um diagnóstico falso negativo. A utilização de um grupo controle, em que todas as avaliações radiográficas descartaram a presença de enterólitos, bem como a confirmação cirúrgica dos grupos, enterólito e controle, permitiram ressaltar a importância do método diagnóstico no atendimento dessas afecções para uma intervenção terapêutica precoce e um melhor prognóstico.

Palavras-chave: cólica obstrutiva, cavalo, diagnóstico por imagem

ABSTRACT

Colic syndrome represents the main emergency in equine medicine, as well as the biggest cause of death in the species, and it is often a diagnostic challenge to determine its etiology. The association of clinical manifestation, physical examination, detailed history, behavior and complementary exams are essential to determine the most efficient therapeutic approach. One of the conditions related to colic syndrome, with a large number of cases in horses, is enterolithiasis. Enteroliths are mineralized concretions found inside the large intestine of horses, which can cause obstructive colic by blocking normal enteric flow, generally at points of reduction in intestinal diameter such as the pelvic flexure, transition from the right dorsal colon to the transverse colon and small colon. The presumptive diagnosis of the disease is made based on the history and clinical signs, while the definitive diagnosis is only possible through exploratory celiotomy or abdominal radiography. This study aimed to verify the clinical applicability of established parameters for carrying out radiographic diagnosis in cases of equine enterolithiasis and to compare these findings in a group with enterolithiasis and a control group. Medical records of 92 horses treated with colic syndrome from June 2022 to October 2023 were evaluated retrospectively. They included 32 animals, which were treated with clinical signs of obstructive colic arising from the large intestine or with a history of recurrent abdominal pain that did not show clinical signs at the time of care, that underwent an abdominal x-ray and it was possible to obtain a definitive diagnosis through celiotomy. Twelve animals took part in the control group and 20 in the enterolithiasis group. The influence of size, number and location of the enterolith on radiographic detection was verified, in addition to identifying factors that make it difficult to perform the diagnostic technique. The radiographic findings were correlated with the surgical ones and a comparison between the control and enterolithiasis groups was made. 85.5% of the animals in the enterolithiasis group (17/20) obtained a pre-surgical diagnosis of enteroliths through abdominal radiography, while three animals presented false-negative results and obtained the diagnosis through exploratory celiotomy. There was no statistical difference related to the size and location of enterolith obstruction but the number of concretions was statistically relevant. The main factors that interfered in the diagnosis were abdominal distension, weight and body condition score. The present study showed that abdominal digital radiography is an important auxiliary method of pre-surgical diagnosis in cases of equine enterolithiasis, verifying the possibility of this diagnostic method regardless of the obstructed segment and the number of enteroliths, presenting easier observation in animals with more than one concretion. However, the need for caution is highlighted when interpreting images of obese horses and those with abdominal gas distension, situations in which a false

negative diagnosis has occurred. The use of a control group, in which all radiographic evaluations discarded the presence of enteroliths, as well as surgical confirmation of the enterolith and control groups, allowed to highlight the importance of the diagnostic method in treating these conditions for early therapeutic intervention and better prognosis.

Keywords: obstructive colic, horse, diagnostic imaging

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 Anatomia do intestino grosso.....	15
2.2 Síndrome cólica e enterolitíase.....	16
2.3 Diagnóstico de enterolitíase	17
2.4 Tratamento e prognóstico da enterolitíase.....	19
3 OBJETIVOS.....	22
3.1 Objetivos gerais.....	22
3.2 Objetivos específicos.....	22
4 CAPÍTULO 1- Contribuição da radiografia abdominal para o diagnóstico de enterolitíase em equinos.....	23
5 CONCLUSÃO.....	48
REFERÊNCIAS.....	49

1. INTRODUÇÃO

O mercado equestre movimenta anualmente no Brasil R\$16,15 bilhões e gera 610 mil empregos junto ao rebanho de aproximadamente 5,8 milhões de equinos distribuídos no país, criados para trabalho, esporte e lazer (SANTOS et al., 2018). Dentro do segmento equestre, a síndrome cólica permanece como causa importante de prejuízo físico e financeiro e como principal causa de óbito na espécie, apesar de todo o avanço presenciado na medicina veterinária nos últimos anos (ALVES, 2020).

A etiologia da síndrome cólica é complexa e multifatorial possuindo interatividade importante com todos os sistemas orgânicos no decorrer de sua evolução (FREEMAN, 2018). Podem ter origem no estômago, intestino delgado e intestino grosso e, normalmente, são divididas em obstrutivas simples ou estrangulativas (COOK et al., 2019). Dentre as cólicas de origem obstrutiva de intestino grosso destaca-se a enterolitíase, definida como a formação de concreções que têm bandas concêntricas ao redor de um núcleo central. Apresentam-se de maneira única ou múltipla, além de possuir diversos tamanhos e formas. Podem ser compostas por minerais provenientes da dieta e causam obstrução intestinal em pontos de estreitamento luminal que leva ao acúmulo de conteúdo intestinal e gás, gerando distensão e dor (SOUTHWOOD, 2019).

A abordagem diagnóstica inclui uma série de procedimentos como o exame clínico completo, constatando frequência cardíaca, frequência respiratória, temperatura retal, coloração e umidade da membrana mucosa, tempo de preenchimento capilar, ausculta de movimentos intestinais e pulsos digitais. A sondagem nasogástrica deve ser sempre incluída no atendimento de equinos apresentando desconforto abdominal, auxiliando no diagnóstico, tratamento e profilaxia (SOUTHWOOD, 2015). A palpação retal permite a exploração de estruturas como cólon menor, ceco, baço, polo caudal do rim esquerdo, ligamento nefroesplênico e determinadas regiões do cólon maior como a flexura pélvica que podem apresentar alterações anatômicas, de tamanho e de conteúdo nos quadros de síndrome cólica, fornecendo informações complementares ao diagnóstico do equino com desconforto abdominal (MARSHALL, BLIKSLAGER, 2019). Procedimentos diagnósticos adicionais são muitas vezes necessários para determinar a natureza do quadro de abdômen agudo e decidir entre tratamento clínico ou cirúrgico.

O diagnóstico definitivo de enterolitíase normalmente é realizado durante o procedimento operatório (SOUTHWOOD, 2019). Contudo, por meio do exame radiográfico abdominal pré-cirúrgico, o diagnóstico conclusivo também pode ser obtido. No entanto, essa avaliação se torna de difícil acesso devido ao custo para se obter aparelhos de alta potência. Além disso, para a realização da radiografia abdominal equina, a exposição adequada é fundamental para aumentar a qualidade do diagnóstico e evitar resultados falso-negativos (MARSHALL, BLIKSLAGER, 2019). Também, segundo KELLEHER et al. (2014), a sensibilidade do método é variável dependendo do segmento intestinal obstruído pelo enterólito.

Conforme o quadro obstrutivo progride podem ocorrer lesões de mucosa, por compressão vascular intramural, reduzindo a perfusão tecidual do segmento afetado, podendo evoluir para necrose e ruptura visceral (COOK et al., 2019). Assim, a possibilidade de confirmação da enterolitíase e encaminhamento terapêutico precoce do paciente são cruciais para um prognóstico favorável, o que denota a importância da busca por adequações dos exames complementares que viabilizem um confiável e rápido diagnóstico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Anatomia do intestino grosso

O intestino grosso dos equinos é composto por ceco, cólon maior, cólon transverso, cólon menor e reto. O ceco corresponde ao primeiro segmento do intestino grosso podendo atingir até um metro de comprimento e capacidade de 30 litros. Sua base é fixa e não exteriorizável, podendo ser apenas palpada durante uma celiotomia, enquanto seu ápice pode ser exteriorizado. Possui quatro tênias, sendo as tênias lateral e dorsal importantes pontos de referência na inspeção abdominal. A tênia dorsal liga o ceco ao íleo pela prega íleo-cecal enquanto a tênia cecal lateral liga o ceco ao cólon ventral direito por meio da prega ceco-cólica. O ceco repassa seu conteúdo para o cólon ventral direito que se estende ventral e cranialmente formando a flexura esternal e se tornando cólon ventral esquerdo que se prolonga caudalmente formando a flexura pélvica, dando sequência então ao cólon dorsal esquerdo, flexura diafragmática e cólon dorsal direito (SHERLOCK, 2019).

Os cólons ventrais direito e esquerdo são caracterizados por quatro tênias, a flexura pélvica tem uma tênia, a qual se prolonga ao longo da superfície ventral do cólon dorsal esquerdo, que passa a ter três tênias assim como o cólon dorsal direito. O cólon maior apresenta de 3 a 7 metros de comprimento e diâmetro entre 20 e 25 cm, sendo que, sua porção mais larga, o cólon dorsal direito, pode atingir até 50 cm de diâmetro sofrendo redução abrupta deste diâmetro e dando origem ao cólon transverso, que sai do lado direito do abdômen para o lado esquerdo dando origem ao cólon menor (SOUTHWOOD, 2019).

O cólon transverso é curto e fixado ao teto da cavidade abdominal por um mesocólon que não permite a sua exteriorização, passa de sentido direito para esquerdo quando forma o cólon menor com aproximadamente 3,5 m de comprimento, 7 a 10cm de diâmetro e mesentério amplo e gorduroso de fácil reconhecimento e que permite exteriorização de grande parte do segmento, marcado também por uma tênia em sua superfície antimesentérica e outra na superfície mesentérica. O cólon menor possui diversas saculações nas quais o conteúdo fecal

adquire o formato de cíbalos. Sequencialmente ao cólon menor são observados ampola retal e reto (PRANGE et al., 2019).

2.2 Síndrome cólica e enterolitíase

A síndrome cólica possui origem multifatorial e evolução complexa, principalmente ao equilíbrio hemodinâmico do paciente, sendo considerada a principal causa de óbito em equinos. Observar os sinais clínicos manifestados pelo cavalo com cólica e associá-los ao histórico e exame físico é de suma importância para selecionar a conduta mais adequada para o caso, uma vez que a evolução do quadro pode acarretar desequilíbrio multissistêmico, colapso cardiovascular e óbito (ALVES, 2020).

A dor abdominal pode ter origem em afecções gastrintestinais e ser classificada como patologia obstrutiva simples ou estrangulativa (ALVES, 2020). As cólicas classificadas como obstrutivas simples causam oclusão parcial ou total do lúmen intestinal em seus diversos segmentos, levando à distensão por conteúdo e gás e podendo ser causadas por conteúdo intestinal compactado, corpo estranho, fecalomas e enterólitos (PIERCE, 2009). As cólicas estrangulativas ocluem simultaneamente o lúmen intestinal e a vascularização induzindo isquemia do segmento intestinal envolvido e levando a quadros mais graves de cólica, sendo a principal causa de morte associada a essa enfermidade em equinos (BLIKSLAGER, GONZALEZ, 2018).

Enterólitos são cálculos intestinais formados a partir de minerais como estruvita, magnésio e amônia (SOUTHWOOD, 2019), além de outras substâncias como sódio, potássio, cálcio, fósforo e enxofre (HASSEL et al., 2001), juntamente a presença de outros minerais que se formam no intestino grosso dos equinos. Os minerais se acumulam ao redor de um núcleo, geralmente materiais ingeridos propositalmente ou acidentalmente e não digeridos como uma pequena pedra, plástico, crina, fio de nylon e cabrestos. Podem apresentar uma superfície lisa ou irregular, além da possibilidade de serem únicos ou múltiplos e, frequentemente, são causas de cólica ao provocar obstrução intestinal (SOUTHWOOD, 2019) total ou parcial, em pontos de redução do lúmen, como a transição do cólon dorsal direito para cólon transversal, cólon transversal e cólon menor (HASSEL, 2002).

Fatores associados à ocorrência de enterólitos incluem animais estabulados por períodos prolongados (COHEN et al., 2000), alimentação rica em proteína, cálcio e magnésio e elevado pH intestinal. A composição de minerais do solo e da água do criatório também podem desempenhar um papel importante na formação dos cálculos (ROUFF et al., 2018). O consumo de feno de alfafa é associado a formação de enterólitos devido seu alto teor de proteínas e magnésio que podem levar a altos níveis de nitrogênio amoniacal no trato gastrointestinal e colaborar para um ambiente alcalino que predispõe a cristalização da estruvita (SOUTHWOOD, 2019).

Em estudo conduzido por HASSEL et al. (2008), o manejo alimentar com mais de 50% de oferta de feno de alfafa foi considerado um fator que aumentou o risco de desenvolvimento de enterolitíase. Medidas profiláticas para evitar a ocorrência de enterólitos em equinos incluem a redução do consumo de alfafa e não utilização dessa leguminosa como única fonte de volumoso (HASSEL et al., 2004). A utilização de alfafa no manejo nutricional dos equinos deve compor de 20 a 30% da dieta devido seu alto valor nutricional e alto teor de minerais associados a formação de enterolitíase como o magnésio e cálcio (CINTRA, 2016). Contudo, a alfafa não deve ser o único fator associado a ocorrência de enterolitíase, pois muitos cavalos alimentados com alfafa não desenvolvem a formação das concreções. Outros fatores devem ser considerados como componentes genéticos, microbiota intestinal e fatores ligados a composição mineral do solo e água disponível aos animais (HASSEL et al., 1999). O conhecimento sobre a etiologia da doença é fundamental para que medidas preventivas possam ser adotadas (NARDI et al., 2022). Além de reduzir o consumo de alfafa, outros fatores podem contribuir para evitar a ocorrência de enterólitos, como alterações de dieta que promovam acidificação do conteúdo retido no cólon maior, permitir o acesso livre à pastagens e a prática de exercícios (HASSEL et al., 2004).

Embora a enterolitíase seja de ocorrência mundial, determinadas áreas geográficas como a Califórnia nos Estados Unidos (HASSEL et al., 2008) e a região sul do Brasil são particularmente conhecidas pela grande ocorrência de enterolitíase como causa de cólicas de resolução cirúrgica (SANTOS et al, 2017).

2.3 Diagnóstico de enterolitíase

A suspeita de enterolitíase geralmente ocorre pelos sinais clínicos de síndrome obstrutiva de intestino grosso que incluem hipomotilidade intestinal, ausência ou redução da defecação, presença de muco nas fezes, fezes pastosas, distensão e dor abdominal. Durante a anamnese, normalmente é relatado presença de cólica recorrente bem como passagem de enterólitos pequenos junto às fezes. Embora menos comum, também pode ser citada perda de peso (PIERCE, 2009). Informações a respeito do manejo, função desempenhada pelo animal e alimentação também podem auxiliar o clínico em sua abordagem (COOK, HASSEL, 2014).

O exame clínico completo deve ser realizado incluindo a frequência cardíaca como um indicador importante de dor e equilíbrio hemodinâmico. Soma-se a essa avaliação a coloração das mucosas e tempo de preenchimento capilar, que colaboram para verificar o estado de hidratação do paciente e possível quadro de endotoxemia. A temperatura retal pode estar associada à peritonite (MARSHALL, BLIKSLAGER, 2019) em decorrência de tempo prolongado do processo obstrutivo e ruptura intestinal (PIERCE, 2010). A auscultação intestinal pode revelar ausência ou redução da motilidade de intestino grosso (MARSHALL, BLIKSLAGER, 2019).

Equinos com enterólito localizado no cólon menor tendem a apresentar dor intensa e taquicardia devido obstrução completa do lúmen enquanto cavalos com obstruções em outros locais podem apresentar dor de leve a moderada e responsiva a analgesia. Necrose transmural pode ocorrer evoluindo para ruptura visceral e sinais clínicos de peritonite, choque e óbito (SOUTHWOOD, 2015).

O diagnóstico de enterolitíase pode ser realizado por palpação retal (HASSEL, 2002), porém, geralmente é limitada pela distensão abdominal por gás secundária a obstrução e raramente um enterólito pode ser palpado (SOUTHWOOD, 2019).

O diagnóstico definitivo normalmente é efetuado durante o procedimento cirúrgico, uma vez que o único exame capaz de realizar o diagnóstico pré-cirúrgico de enterolitíase é a radiografia abdominal e, devido à dificuldade e custo para obter aparelhos específicos para a espécie equina, o exame se torna de difícil acesso em muitas regiões.

O Raio-X foi descoberto em 1895, pelo físico Wilhelm Conrad Roentgen, e é amplamente utilizado na medicina humana e medicina veterinária. Consiste em uma onda eletromagnética de alta frequência e baixo comprimento. A formação da radiação x necessita de uma fonte geradora que é a ampola (tubo), no interior do tubo um ambiente a vácuo que possui dois polos, o ânodo (+) e o cátodo (-). Ao redor do polo negativo se originam elétrons que ao entrar em choque a partir da entrada de energia produzem calor e a radiação X (BUTLER et al., 2008).

A imagem radiográfica é determinada pela quantidade de raios-x que são absorvidos pelas diferentes densidades entre os tecidos. As áreas de penetração mais fáceis são representadas na imagem pelo preto, enquanto áreas mais densas, que absorvem ou desviam uma porção maior de raios-x são representadas em branco. Densidades intermediárias como tecidos moles e musculatura produzem tons variáveis de cinza. A justaposição desses tecidos e suas diversas densidades permitem a diferenciação de forma e estrutura (BUTLER et al., 2008).

Esse método de exame por imagem é amplamente utilizado no diagnóstico de enfermidades equinas do sistema locomotor e na odontologia. Para o diagnóstico de afecções abdominais, a radiografia pode ser muito útil. No entanto, para radiografar o abdômen de um equino adulto, são necessários equipamentos de alta exposição e estacionários ou de grande porte. Por meio de projeções laterolateral e dorsoventral (BUTLER et al., 2008) é possível realizar o diagnóstico de afecções obstrutivas do intestino grosso como a enterolitíase e compactações de cólon por acúmulo de areia de maneira rápida, permitindo o encaminhamento precoce para a cirurgia (KEPPIE et al., 2008).

A radiografia abdominal em equinos é um desafio devido à penetração insuficiente de radiação no abdômen do animal adulto. Apesar disso, é um método diagnóstico importante para afecções como enterolitíase apresentando melhor sensibilidade e especificidade para diagnóstico em enterólitos de cólon maior enquanto possui menor sensibilidade para enterólitos de cólon menor, sendo a técnica afetada pela presença de gás abdominal, frequentemente associada a patologia neste local (KELLEHER et al., 2014).

MAHER et al. (2011) verificaram sensibilidade de 50% para diagnóstico radiográfico de enterólitos em cólon menor e 94,5% para cólon maior em estudo com 142 casos, enquanto KELLEHER et al. (2014) obtiveram sensibilidade de 61,5% para o diagnóstico de enterolitíase para cólon menor e 88,9% para cólon maior. Ambos os estudos corroboraram que, equinos com enterólitos em cólon menor tendem a apresentar maior acúmulo de gás intraluminal que influenciou negativamente o exame, dificultando a visualização da concreção.

A presença de distensão gasosa intestinal prejudica a obtenção do diagnóstico devido ao chamado sinal de somatória, quando ocorre a sobreposição de múltiplas estruturas preenchidas por gás, gerando uma imagem final radioluscente (BERRY & THRALL, 2010).

2.4 Tratamento e prognóstico da enterolitíase

O tratamento é cirúrgico, por meio de celiotomia, o que permite a exploração abdominal, identificação e remoção da concreção. A abordagem operatória mais utilizada para acesso à cavidade abdominal nos casos de síndrome cólica é a celiotomia mediana ventral. Uma incisão pré-retro-umbilical, que pode se estender de 30 a 40 cm, é realizada na pele, com posterior divulsão do tecido subcutâneo. Pinças hemostáticas auxiliam a coibir a hemorragia e permitir que se identifique a linha alba, onde uma pequena incisão de 2 cm é realizada com bisturi e, posteriormente, ampliada (SOUTHWOOD, 2015).

Após incisar a linha alba, procede-se a abertura do peritônio, obtendo assim acesso a cavidade abdominal para inspeção. Este acesso permite a exteriorização de cerca de 75% de trato gastrointestinal, com exceção do estômago, duodeno, íleo distal, base do ceco, cólon ventral direito, cólon dorsal direito em sua porção distal, cólon transverso e a porção inicial e terminal do cólon menor (MARSHALL, BLIKSLAGER, 2019). Após a realização da avaliação sistemática da cavidade abdominal e localização do enterólito, a sua remoção é conduzida por meio de enterotomia ou enterectomia, conforme segmento intestinal e condição de viabilidade da víscera obstruída. A enterorrafia é realizada com material absorvível sintético, em padrão simples contínuo seguido por um padrão de Cushing. A sutura em duas camadas propicia melhores resultados relacionados à cicatrização, hemostasia e minimiza a ocorrência de extravasamento de conteúdo intestinal, quando comparado a outras técnicas (SOUTHWOOD, 2019).

Conforme MARSHALL et al. (2019), a celiorrafia pode ser realizada com fio absorvível, em padrão contínuo simples, na linha alba e no tecido subcutâneo, utilizando fios de maior calibre para a linha branca e fios de menor calibre para o tecido subcutâneo. Para a pele, recomenda-se sutura simples contínua ou isolada, com uso de fio monofilamentar inabsorvível ou agrafes cirúrgicos.

Outra opção de acesso cirúrgico é a laparotomia pelo flanco com o animal em posição quadrupedal, porém o enterólito pode não ser localizado ou o segmento intestinal obstruído pode não ser exteriorizável por essa abordagem operatória e exigir uma segunda laparotomia pela linha média ventral (BLUE, 1979). O acesso pelo flanco não permite a inspeção de toda a cavidade abdominal, abordagem recomendada uma vez que enterólitos podem se apresentar de forma múltipla e alojados em outros segmentos intestinais além do ponto de obstrução (HASSEL, 2002).

O prognóstico é favorável quando o paciente é encaminhado no início dos sinais clínicos e quando os enterólitos se localizam no cólon maior. Por outro lado, é considerado reservado para os enterólitos que se localizam em regiões de difícil acesso como determinadas porções do cólon menor e cólon transversal (TUREK et al., 2019). Conforme o quadro obstrutivo progride podem ocorrer lesões de mucosa, por compressão vascular intramural, reduzindo a perfusão tecidual do segmento afetado que se apresenta com aspecto de infarto, podendo evoluir para necrose e ruptura visceral (COOK et al., 2019).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivos gerais

Verificar a aplicabilidade clínica de parâmetros já estabelecidos para realização de diagnóstico radiográfico em casos de enterolitíase equina, e comparar esses achados entre um grupo com enterolitíase e um grupo controle.

3.2 Objetivos específicos

- Verificar a influência do tamanho, número e localização do enterólito na detecção radiográfica
- Identificar fatores que dificultem a realização da técnica diagnóstica
- Comparar achados radiográficos do grupo controle e do grupo enterolitíase
- Correlacionar os achados radiográficos aos achados cirúrgicos

4 CAPÍTULO 1 - Artigo científico

Contribuição da radiografia abdominal para o diagnóstico de enterolitíase em equinos

Natália Lima Brasil Dutra

Artigo científico a ser submetido à revista Semina: Ciências Agrárias

Highlights

- 1) A obesidade interferiu na obtenção da imagem radiográfica abdominal equina.
- 2) A localização e número de enterólitos não dificultou o diagnóstico radiográfico.
- 3) A distensão abdominal pode acarretar resultados radiográficos falso negativos.

RESUMO

Uma das afecções relacionadas a síndrome cólica, de grande casuística em equinos, é a enterolitíase. Enterólitos são concreções mineralizadas encontradas dentro do intestino grosso dos equinos, que podem causar cólicas obstrutivas ao impedir o fluxo entérico normal, geralmente em pontos de redução do diâmetro intestinal como a flexura pélvica, transição do cólon dorsal direito para cólon transverso e cólon menor. O diagnóstico presuntivo da enfermidade é realizado com base no histórico e sinais clínicos enquanto o diagnóstico definitivo só é possível na celiotomia exploratória ou radiografia abdominal. O presente trabalho teve como objetivo verificar a aplicabilidade clínica de parâmetros já estabelecidos para realização de diagnóstico radiográfico em casos de enterolitíase equina, e comparar esses achados entre um grupo com enterolitíase e um grupo controle. A partir dos prontuários de 92 equinos atendidos com síndrome cólica em um período que compreendeu junho de 2022 a outubro de 2023, os registros foram avaliados de maneira retrospectiva e incluíram 32 animais, que foram atendidos com sinais clínicos de cólica obstrutiva advinda do intestino grosso ou com histórico de dor abdominal recorrente que não manifestavam sinais clínicos no momento do atendimento, que realizaram exame de radiografia abdominal e que foi possível obter o diagnóstico definitivo por meio de celiotomia. Doze animais compuseram o grupo controle e 20, o grupo enterolitíase. Foi verificada a influência do tamanho, número e localização do enterólito na detecção radiográfica, além de identificação de fatores que dificultem a realização da técnica diagnóstica. Os achados radiográficos foram correlacionados aos achados cirúrgicos e foi feita a comparação desses achados entre o grupo controle e enterolitíase. 85,5% dos animais do grupo enterolitíase (17/20) obtiveram o diagnóstico pré-cirúrgico de enterólito por meio da radiografia abdominal enquanto três animais apresentaram falso-negativo e obtiveram o diagnóstico na celiotomia exploratória. Não houve diferença estatística relacionada ao tamanho e ao local da obstrução do enterólito, no entanto o número de concreções apresentou relevância estatística. Os principais fatores que interferiram no diagnóstico foram a distensão abdominal, peso e o escore de condição corporal. O presente estudo evidenciou que a radiografia digital abdominal é um importante método auxiliar de diagnóstico pré-cirúrgico nos casos de enterolitíase equina, sendo verificado a possibilidade dessa forma diagnóstica independente do segmento obstruído e do número de enterólitos, apresentando mais facilidade de observação nos animais com mais de uma concreção. No entanto, ressalta-se a necessidade de cautela na interpretação de imagens de equinos obesos e com presença de distensão

abdominal por gás, situações em que ocorreu um diagnóstico falso negativo. A utilização de um grupo controle, em que todas as avaliações radiográficas descartaram a presença de enterólitos, bem como a confirmação cirúrgica dos grupos, enterólito e controle, permitiram ressaltar a importância do método diagnóstico no atendimento dessas afecções para uma intervenção terapêutica precoce e um melhor prognóstico.

Palavras-chave: cólica obstrutiva, cavalo, diagnóstico por imagem

ABSTRACT

One of the conditions related to colic syndrome, with a large number of cases in horses, is enterolithiasis. Enteroliths are mineralized concretions found inside the large intestine of horses, which can cause obstructive colic by blocking normal enteric flow, generally at points of reduction in intestinal diameter such as the pelvic flexure, transition from the right dorsal colon to the transverse colon and small colon. The presumptive diagnosis of the disease is made based on the history and clinical signs, while the definitive diagnosis is only possible through exploratory celiotomy or abdominal radiography. This study aimed to verify the clinical applicability of established parameters for carrying out radiographic diagnosis in cases of equine enterolithiasis and to compare these findings in a group with enterolithiasis and a control group. Medical records of 92 horses treated with colic syndrome from June 2022 to October 2023 were evaluated retrospectively. They included 32 animals, which were treated with clinical signs of obstructive colic arising from the large intestine or with a history of recurrent abdominal pain that did not show clinical signs at the time of care, that underwent an abdominal x-ray and it was possible to obtain a definitive diagnosis through celiotomy. Twelve animals took part in the control group and 20 in the enterolithiasis group. The influence of size, number and location of the enterolith on radiographic detection was verified, in addition to identifying factors that make it difficult to perform the diagnostic technique. The radiographic findings were correlated with the surgical ones and a comparison between the control and enterolithiasis groups was made. 85.5% of the animals in the enterolithiasis group (17/20) obtained a pre-surgical diagnosis of enteroliths through abdominal radiography, while three animals presented false-negative results and obtained the diagnosis through exploratory celiotomy. There was no statistical difference related to the size and location of enterolith obstruction but the number of concretions was statistically relevant. The main factors that interfered in the diagnosis were abdominal distension, weight and body condition score. The present study showed that abdominal digital radiography is an important auxiliary method of pre-surgical diagnosis in cases of equine enterolithiasis, verifying the possibility of this diagnostic method regardless of the obstructed segment and the number of enteroliths, presenting easier observation in animals with more than one concretion. However, the need for caution is highlighted when interpreting images of obese horses and those with abdominal gas distension, situations in which a false negative diagnosis has occurred. The use of a control group, in which all radiographic evaluations discarded the presence of enteroliths, as well as surgical confirmation of the

enterolith and control groups, allowed to highlight the importance of the diagnostic method in treating these conditions for early therapeutic intervention and better prognosis.

Keywords: obstructive colic, horse, diagnostic imaging

CONTRIBUIÇÃO DA RADIOGRAFIA ABDOMINAL PARA O DIAGNÓSTICO DE ENTEROLITÍASE EM EQUINOS

THE CONTRIBUTION OF ABDOMINAL RADIOGRAPHY TO THE DIAGNOSIS OF ENTEROLITHIASIS IN HORSES

INTRODUÇÃO:

A enterolitíase em equinos é endêmica em determinadas áreas como a região sul do Brasil. Enterólitos são cálculos intestinais formados a partir de minerais como estruvita, magnésio e amônia (Southwood, 2019), além de outras substâncias como sódio, potássio, fósforo, cálcio e enxofre (Hassel et al., 2001). Podem levar a quadros de cólica obstrutiva, que incluem sinais clínicos de hipomotilidade intestinal, ausência ou redução da defecação, presença de muco nas fezes, distensão e dor abdominal (Pierce, 2009).

O diagnóstico preciso das etiologias causadoras de dor abdominal em equinos representa um desafio. Informações provenientes de uma anamnese bem realizada assim como um exame clínico detalhado são de grande valor. Adicionalmente, para contribuir, faz-se uso de técnicas complementares como exames de imagem e patologia clínica, tanto no atendimento a campo quanto em centros de referência. Para um melhor aproveitamento desses métodos auxiliares, o veterinário deve estar ciente das indicações bem como das limitações de cada técnica (Cook & Hassel, 2014).

A radiografia é amplamente utilizada no diagnóstico de enfermidades equinas do sistema locomotor e na odontologia. Também, para o diagnóstico de afecções abdominais, esse exame complementar pode ser muito útil, no entanto, para radiografar o abdômen de um equino adulto são necessários equipamentos de alta exposição e que sejam estacionários ou de grande porte, o que exige que o paciente se desloque até o local de realização do exame. Por meio de raio-X abdominal pode ser possível realizar o diagnóstico de afecções obstrutivas do intestino grosso como a enterolitíase, de maneira rápida, permitindo o encaminhamento precoce para a cirurgia (Keppie et al., 2008), tornando-se um método diagnóstico importante. Segundo Kelleher et al. (2014), apresenta melhor sensibilidade e especificidade para diagnóstico em enterólitos de cólon maior enquanto possui menor sensibilidade para enterólitos de cólon menor, sendo a técnica afetada pela presença de gás abdominal, frequentemente associada a patologia neste local.

O objetivo do presente estudo foi de verificar a aplicabilidade clínica de parâmetros já estabelecidos para realização de diagnóstico radiográfico em casos de enterolitíase equina, e comparar esses achados entre um grupo com enterolitíase e um grupo controle.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se os prontuários de 92 equinos atendidos com síndrome cólica ou histórico de dor abdominal recorrente entre junho de 2022 e outubro de 2023 na Clínica Veterinária Guadalupe, localizada no Rio Grande do Sul, Brasil.

Os critérios de inclusão para o estudo foram equinos atendidos com sinais clínicos de cólica obstrutiva advinda do intestino grosso ou com histórico de dor abdominal recorrente, que não manifestavam sinais clínicos no momento do atendimento, que realizaram exame de radiografia abdominal e que foi possível obter o diagnóstico definitivo por meio de celiotomia.

Cavalos

Grupo controle - Foram incluídos equinos que manifestaram sinais clínicos de desconforto abdominal vinculados ao intestino grosso e que realizaram radiografias abdominais onde não foi possível observar opacidade mineral sugestiva de enterolitíase. Todos os animais desse grupo foram encaminhados para celiotomia mediana por não responderem ao tratamento clínico, obtendo o diagnóstico de outras afecções vinculadas ao intestino grosso.

Grupo enterolitíase – Foram incluídos equinos que manifestaram sinais clínicos de desconforto abdominal vinculados ao intestino grosso ou histórico sugestivo de enterolitíase, que realizaram radiografias abdominais (com ou sem imagem sugestiva de enterolitíase), e o diagnóstico cirúrgico da presença de enterolitíase.

Radiografia

As imagens radiográficas foram obtidas por meio de um raio-X modelo MAG DYNAMIC C 500Ma/150 Kv, e avaliadas por três médicos veterinários com experiência na área. Os animais previamente selecionados realizaram as projeções latero-lateral esquerda. Quando não observada opacidade mineral sugestiva de enterolitíase eram feitas as projeções dorsoventrais na metade direita e esquerda do abdômen e a latero-lateral direita. O estudo completo não era realizado em todos os animais, o que é justificado devido a necessidade de redução da exposição à radiação dos operadores e pelo tempo prévio a intervenção cirúrgica nos animais em que a concreção foi rapidamente identificada. As configurações de projeções utilizadas foram de kV entre 100 e 150 e mAs entre 12.0 e 40.0. A distância entre o emissor e o animal era de cerca de 30 cm e a placa de recepção era mantida em contato com o animal. A placa de recepção possuía 35x29 de dimensão.

Parâmetros avaliados

Os animais foram avaliados com relação a raça e peso (kg). Também foi analisado o escore de condição corporal, utilizando a graduação de 1 a 9 (Henneke, 1983) e subdividindo os animais em três grupos: magros (1 a 3); normais (4 a 6) e obesos (7 a 9).

Quanto a avaliação radiográfica, foi efetuada a verificação de ausência ou presença de densidade mineral sugestiva de enterolitíase, projeção diagnóstica utilizada (LL e/ou DV), características do enterólito (oval ou irregular), número total de concreções, localização da concreção e presença de gás no trato gastrointestinal.

O grau de distensão de gás foi determinado pela inspeção da distensão dos flancos, pela observação de imagem sugestiva de gás nos campos radiográficos e qualidade da penetração radiográfica, além da inspeção direta durante a celiotomia. Dessa forma, foi classificado em ausente, leve, moderado e intenso (Tabela 1).

Achados Cirúrgicos

Foram avaliados os achados cirúrgicos relacionado ao diagnóstico do grupo controle e enterolitíase. No grupo enterolitíase foi determinado presença de enterólito, formato, número e localização do(s) cálculo(s). Também foi considerado se o animal recebeu alta, veio a óbito ou se houve necessidade de eutanásia.

Estatística

Os dados foram tabulados em excel e submetidos à análise estatística no software R (R CORE TEAM, 2021). Inicialmente, as variáveis foram avaliadas com base na concordância entre os dados da imagem radiográfica, ausência ou presença de imagem sugestiva de enterólito, os achados na celiotomia exploratória e confirmação da afecção. Para as variáveis quantitativas foi utilizado o teste de Mann-Whitney, devido ao desvio da normalidade, e para as variáveis qualitativas foi calculado o teste Qui-Quadrado, selecionando assim os parâmetros significativos para análise múltipla por meio da definição do valor de p (Tabela 2). Foram utilizados apenas os animais do grupo enterolitíase para análise, tendo em vista que os do grupo controle apresentavam 100% de concordância e causariam um efeito superestimado nos dados.

Na sequência, utilizando as variáveis com significância estatística na análise inicial, foi realizada a análise de correspondência múltipla (ACM) (Di Franco, 2016; Nenadić; Greenacre, 2005) para avaliar a associação simultânea dos achados na avaliação radiográfica com os possíveis fatores que influenciam no acerto deste exame. A ACM foi realizada com os pacotes FactoMineR e factoextra R (Kassambara & Mundt, 2017; Lê et al., 2008).

Para viabilizar a ACM, as variáveis categóricas foram organizadas da seguinte forma: o escore de condição corporal, utilizando a classificação de 1-9 (Henneke et al., 1983), foi categorizado considerando os escores para animais magros (1-3), normais (4-6) e obesos (7-9), formando assim 3 grupos; com relação aos sinais clínicos os animais foram divididos em dois grupos, presença ou ausência de sinais; os achados radiográficos foram organizados de acordo com a presença de imagem sugestiva de enterólito, ausente ou presente; com relação a presença de gás classificou-se como ausente, leve,

moderado e intenso; o diagnóstico final categorizado como enterólito ou não enterólito; e, por fim, o desfecho dos animais como alta ou óbito.

Variáveis, categorias e indivíduos foram representados como uma nuvem de pontos dispostos em um plano delimitado por eixos de variabilidade crescentes. A posição das categorias no plano representa a associação de cada uma com os eixos, portanto haverá maior discriminação em maiores distâncias das categorias em relação à origem do gráfico. A proximidade entre os indivíduos significa que eles possuem perfis semelhantes em relação às variáveis do estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Dos 92 equinos atendidos com síndrome cólica ou histórico de dor abdominal recorrente, no período entre junho de 2022 e outubro de 2023 na Clínica Veterinária Guadalupe-RS, 32 animais preencheram os critérios de inclusão para o estudo e tiveram seus arquivos médicos avaliados. Doze equinos compuseram o grupo controle e 20 o grupo enterolitíase. Para o estudo radiográfico foram necessárias 19 a 48 projeções por cavalo. Essa variação no número de projeções ocorreu devido ao tamanho pequeno da placa de recepção, o que requereu um grande número de projeções. Por outro lado, em animais com desconforto significativo, a partir da imagem sugestiva de enterolitíase o exame era cessado e o paciente preparado rapidamente para cirurgia. Em relação a concordância sobre ausência ou presença de densidade mineral sugestiva de enterolitíase, os médicos veterinários revisores das imagens concordaram em 18 dos 20 animais do grupo enterolitíase. Dois animais geraram divergência entre os revisores, sendo que dois dos três relataram presença da imagem compatível. Em ambos os equinos foi possível diagnosticar a enterolitíase no período transoperatório. No grupo controle os revisores concordaram 100% em relação a ausência de opacidade mineral sugestiva de enterolitíase que posteriormente foi confirmado por meio da abordagem cirúrgica.

O grupo controle incluiu 12 equinos com idade entre 4 e 16 anos, 9 machos e 3 fêmeas, das raças Árabe (1), Brasileiro de Hipismo (2), Quarto de Milha (1) e Crioula (8), que manifestaram sinais clínicos de desconforto abdominal vinculados ao intestino grosso e que realizaram radiografias abdominais onde não foi possível observar radiopacidade sugestiva de enterolitíase. Todos os cavalos deste grupo foram encaminhados para celiotomia mediana por não responderem ao tratamento clínico, obtendo o diagnóstico de outras afecções vinculadas ao intestino grosso (Tabela 3).

O grupo enterolitíase incluiu 20 cavalos com idade entre 4 e 17 anos, 14 machos e 6 fêmeas, das raças Quarto de Milha (2), Brasileiro de Hipismo (1) e Crioula (17) que manifestaram sinais clínicos de desconforto abdominal vinculados ao intestino grosso ou histórico sugestivo de enterolitíase e que realizaram radiografias abdominais. Foi possível observar radiopacidade sugestiva de enterolitíase em

17 equinos (85,5%) que foram encaminhados para a celiotomia mediana e obtiveram a confirmação diagnóstica. Três animais do grupo enterolitíase (14,5%) não obtiveram radiografias com imagem de densidade compatível com enterólito, mas foram submetidos a celiotomia devido ao quadro de desconforto abdominal não responsivo a terapia clínica e foram encontrados enterólitos como causa do quadro obstrutivo.

Relacionado a distribuição racial do estudo, observa-se predominância da raça crioula em ambos grupos (controle e enterolitíase), o que se correlaciona ao fato da raça deter seu desenvolvimento em grande parte dentro do estado do Rio Grande do Sul, possuindo, segundo a Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Crioulos (ABCCC), 425,3 mil exemplares registrados no estado, enquanto a raça Quarto de Milha possui, segundo a Associação Brasileira de Criadores de Quarto de Milha (ABQM), 19,8 mil exemplares registrados no estado do RS entre animais puros e mestiços. O desenvolvimento de enterolitíase na raça Crioula pode ser associado ao manejo intensivo, principalmente em animais de esporte e em preparo morfológico em que o consumo de alfafa é uma das principais fontes de volumoso, forragem que é de fácil acesso no estado (Santos et al., 2017). Outros fatores como características minerais do solo e da água de determinadas regiões geográficas também podem estar associados a maior ocorrência da afecção (Hassel et al., 1999).

Dentre as variáveis analisadas estatisticamente, pode-se evidenciar que o peso e escore corporal, a presença de imagem sugestiva de enterólito no raio-x, o número de enterólitos na imagem e a distensão por gás tiveram diferença estatística significativa, apresentando valor de p menor ou igual a 0,05.

Os animais do grupo enterolitíase pesaram entre 400 e 580 kg. Dos 20 equinos deste grupo, 18 possuíam escore de condição corporal 5, caracterizado por costelas não visíveis, mas facilmente sentidas e sem acúmulo de gordura localizado. Um animal apresentou escore 8 e outro 9, caracterizados por acúmulo de gordura na região das costelas, base da cauda e crista do pescoço. A aplicabilidade da técnica foi menor para animais com escore de condição corporal acima de 6, utilizando uma escala de 1 a 9, segundo classificação de Henneke (1983) (FIGURA 1) e correlativamente maior peso (FIGURA 2). No presente trabalho esses parâmetros impediram a visualização dos enterólitos na imagem, no entanto, tal relação não foi encontrada na literatura consultada. Uma vez que a radiografia abdominal exige maior penetração de radiação do que outras áreas como membros e cabeça, a subexposição pode afetar negativamente o diagnóstico e referente a essa questão, um ponto conveniente da radiologia digital é o processamento da imagem permitindo a alteração de contraste, que pode compensar a subexposição, uma das principais causas de erro de diagnóstico (Kelleher et al., 2014).

Com relação aos parâmetros analisados radiograficamente, foi observado maior ocorrência de enterólitos esféricos, dez animais apresentaram apenas uma concreção de formato esférico, quatro animais apresentaram duas concreções de formato esférico enquanto 6 animais apresentaram uma ou múltiplas concreções de formato irregular. Os enterólitos podem apresentar diversos formatos, texturas

e tamanhos. As variações de textura estão associadas aos componentes de formação da concreção (Hassel et al., 2001). Os formatos esféricos e tetraédricos são os mais observados (Pierce, 2009). Os enterólitos de formato esférico tendem a ser únicos enquanto enterólitos no formato politetraédrico indicam geralmente a presença de múltiplas concreções (Southwood, 2015).

Em 12 equinos do estudo foi encontrado uma concreção em cada animal, 2 concreções foram encontradas em 5 animais, 5 concreções em um animal, 12 concreções em um animal e 40 concreções de tamanho pequeno em um animal onde na imagem radiográfica as concreções se apresentavam juntas, unidas a um núcleo metálico (prego) fornecendo a impressão diagnóstica de uma única concreção de tamanho avantajado. Maher et al. (2011) em estudo sobre o uso de radiografia abdominal computadorizada para o diagnóstico de enterolitíase em equinos que avaliou 142 casos, corroboram que animais que possuem um maior número de enterólitos tendem a ter concreções de menor tamanho, o que poderia afetar negativamente o diagnóstico quando comparados a animais com um único enterólito. No presente estudo a aplicabilidade da técnica não foi afetada pelo número de enterólitos, sendo possível realizar o diagnóstico de animais com um único e com múltiplos enterólitos, verificando-se que a presença de mais de uma concreção apresentou uma correlação positiva com o sucesso do exame de imagem.

Dos 20 animais do grupo enterolitíase, 14 animais obtiveram o diagnóstico na projeção latero-lateral, três animais na projeção dorso-ventral e 3 animais realizaram todas as projeções com resultado falso negativo verificado posteriormente durante a celiotomia. Estes dados não foram avaliados na estatística devido a não realização de todas as projeções em todos os animais frente a necessidade de redução da exposição à radiação dos operadores.

No que tange a localização dos cálculos e sua relação com o diagnóstico, estatisticamente o estudo não identificou diferença significativa, diferentemente do que foi citado por (Maher et al., 2011). Kelleher et al. (2014) mencionaram uma melhor acurácia da técnica para diagnóstico de enterólitos em cólon maior quando comparado a cólon menor, fato correlacionado principalmente a distensão por gás característica nas obstruções de cólon menor por enterólitos que obstruem completamente o lúmen deste segmento intestinal. Os enterólitos causam obstrução em pontos de redução importante do diâmetro intestinal como a transição do cólon dorsal direito para cólon transversal e cólon menor (Southwood, 2019), o que foi verificado no presente estudo, em que, por meio de celiotomia, foram diagnosticados oito animais com obstrução no cólon dorsal direito, cinco no cólon transversal e sete cavalos com obstrução em cólon menor. Com a progressão do quadro obstrutivo podem ocorrer lesões causadas pela compressão da massa na parede intestinal que podem evoluir para necrose e ruptura intestinal (Cook et al., 2019). Um animal do estudo apresentava lesão compatível com necrose na região da camada serosa do cólon menor no local da obstrução, porém ainda com viabilidade cirúrgica, concluindo-se o procedimento e recebendo alta no pós-operatório. Maiores complicações são associadas à obstrução de

cólon menor, como inflamação, isquemia e ruptura intestinal (Pierce, 2010) o que pode ser associado a regiões que não são passíveis de exteriorização da cavidade abdominal e menor diâmetro deste segmento o que acarreta maiores danos causados por pressão contra a parede intestinal (Prange et al., 2019).

Quanto à distensão abdominal, dos 20 equinos presentes no grupo enterolitíase, nove foram classificados como ausente, sendo quatro animais encaminhados de maneira eletiva para realização do exame e, posteriormente, para a celiotomia, o que ocorreu devido ao diagnóstico positivo na radiografia, juntamente com o histórico compatível com enterólito (FIGURA 3), que incluiu manifestações de dor abdominal recorrente e defecação de enterólitos. Oito animais apresentaram distensão leve, um animal apresentou distensão moderada e 2 animais apresentaram distensão intensa. Dos animais com distensão intensa, um animal possuía BCS 5 e foi possível realizar o diagnóstico pré-cirúrgico de enterólito em cólon menor (FIGURA 4). O outro apresentava BCS 8 e exibiu falso negativo no exame de radiografia abdominal, sendo encaminhado posteriormente para celiotomia exploratória por não responder ao tratamento clínico e seguir com desconforto. No transoperatório foi identificado um enterólito em cólon dorsal direito como causa do quadro clínico, mostrando que o escore de condição corporal pode ser um fator importante a ser considerado na obtenção do diagnóstico, alertando o clínico para cuidados com falsos negativos em animais obesos. Porém, é necessário um estudo com um maior número de animais associando distensão abdominal e escore de condição corporal com o diagnóstico positivo radiográfico e a localização do enterólito. É determinado que a distensão gasosa afeta negativamente o diagnóstico de enterólitos na radiografia abdominal e que enterólitos localizados no cólon menor se tornam ainda mais difíceis de diagnosticar por causarem obstruções com acúmulo de gás significativo (Prange et al., 2019) e pela localização anatômica do cólon menor, mais centralizado no abdômen com ingesta mais compactada que dificulta, levando a menor contraste nas margens do enterólito (Maher et al., 2011).

Quando múltiplas estruturas são sobrepostas, como por exemplo alças intestinais preenchidas com gás, pode ocorrer uma mudança na opacidade de determinada área na radiografia final prejudicando o diagnóstico, o que se chama efeito de somação, podendo reduzir a radiopacidade do enterólito, assim como áreas com presença de gás somando-se a estruturas de tecido mole pode promover opacidade semelhante a gordura prejudicando a formação da imagem (Nelson & Piese, 2019), fatores pelos quais animais com intensa distensão abdominal por gás e acúmulo de ingesta nos quadros obstrutivos podem gerar um resultado falso negativo na radiografia abdominal.

Após análise da associação entre a presença de imagem sugestiva de enterólito no raio-X e sua confirmação na celiotomia exploratória, foi realizada a ACM para avaliar como as variáveis estão relacionadas ao sucesso ou insucesso do exame de imagem no diagnóstico da afecção. Apenas os animais do grupo enterolitíase, com presença de enterólito, foram incluídos na ACM, totalizando 20 animais. O grupo controle, abdome agudo por outras causas que não enterolitíase, foram excluídos desta etapa pois a correlação da imagem negativa se confirmou em 100% dos casos. Os eixos x e y obtidos

pela ACM corresponderam a uma variância explicada de 43% e 18.8%, respectivamente, utilizando como referência a variável denominada *correct*, o acerto do exame de imagem na detecção dos enterólitos em comparação com o padrão ouro, que foi a celiotomia. Nesse sentido, há melhor discriminação dos indivíduos com variáveis mais relacionadas ao primeiro eixo. A ACM identificou os parâmetros mais prevalentes para o acerto ou erro do raio-X no diagnóstico de enterolitíase, conforme (FIGURA 5). A primeira dimensão dividiu o plano em duas regiões: uma à direita, formada principalmente pelos casos negativos, ou seja, animais em que não foi possível visualizar a imagem sugestiva de enterólito no raio-X porém, na celiotomia, foram encontradas as concreções (3 animais), e outra, à esquerda, com os animais que apresentaram imagem positiva e foram localizados os enterólitos na cirurgia (17 equinos). A análise das categorias de posição no espaço reduzido indica perfis diferentes para os grupos em decorrência do erro ou acerto do exame de imagem no diagnóstico de enterolitíase. Os casos em que a imagem não foi efetiva no diagnóstico distinguem-se por presença de gás moderado a intenso e animais categorizados como obesos no escore de condição corporal. Normalmente, os casos de sucesso no exame de imagem incluíram animais com gás ausente a leve e escore de condição corporal normal. Com relação a presença de sinais clínicos, houve tendência de proximidade com os casos de erros na imagem, porém, não houve divisão clara referente a este parâmetro.

Quatro animais do grupo enterolitíase foram encaminhados para a celiotomia de maneira não emergencial uma vez que chegaram estáveis para realizar o exame de radiografia abdominal. O diagnóstico precoce permite a intervenção quando o cavalo está sistemicamente estável, melhorando consideravelmente o prognóstico do cavalo, e reduz os custos para o cliente (Cook & Hassel, 2014). Nesses animais, o exame foi solicitado devido ao histórico de cólica recorrente em três animais no qual um animal apresentava histórico de ter defecado um enterólito, enquanto 16 animais do mesmo grupo foram radiografados e encaminhados para celiotomia exploratória de urgência por manifestarem sinais clínicos de desconforto abdominal como escarvar e rolar além de outros sinais como distensão abdominal severa, hipomotilidade intestinal e ausência de defecação.

Dezenove animais do grupo enterolitíase receberam alta e um animal foi eutanasiado devido complicações causadas por colite no pós-operatório. No grupo controle, um animal veio a óbito no pós-operatório imediato por complicações hemodinâmicas decorrentes de uma torção de cólon de 360 graus.

Em um trabalho publicado por Bianchi et al. (2020), foram avaliados 114 equinos necropsiados no Sul do Brasil, os quais, em sua maioria, eram provenientes da região metropolitana de Porto Alegre, RS e foram avaliadas doenças não-infecciosas do trato gastrointestinal. Dentre os animais incluídos no estudo, a enterolitíase foi a terceira maior causa de óbito, acometendo 20 dos 114 animais selecionados para o estudo, onde 11 de 20 cavalos apresentaram perfuração visceral e peritonite associado ao tempo prolongado de obstrução. Esses dados ressaltam a importância dessa enfermidade em equinos com cólica no sul do Brasil. Em revisão publicada por Hassel et al. (1999), foi observada taxa de recorrência

de enterolitíase de 900 equinos atendidos com a enfermidade, o que ressalta a importância de alertar os proprietários sobre a etiologia da afecção e adequar os animais ao melhor manejo alimentar e ambiental visando evitar a formação de enterólitos bem como identificar fatores de riscos em animais operados evitando a formação de novas concreções.

CONCLUSÃO:

O presente estudo evidenciou que a radiografia digital abdominal é um importante método auxiliar de diagnóstico pré-cirúrgico nos casos de enterolitíase equina, sendo verificado a possibilidade dessa forma diagnóstica independente do segmento obstruído e do número de enterólitos, apresentando mais facilidade de observação nos animais com mais de uma concreção. No entanto, ressalta-se a necessidade de cautela na interpretação de imagens de equinos obesos e com presença de distensão abdominal por gás, situações em que ocorreu um diagnóstico falso negativo. A utilização de um grupo controle, em que todas as avaliações radiográficas descartaram a presença de enterólitos, bem como a confirmação cirúrgica dos grupos, enterólito e controle, permitiram ressaltar a importância do método diagnóstico no atendimento dessas afecções para uma intervenção terapêutica precoce e um melhor prognóstico.

REFERÊNCIAS:

- Bianchi, V.M., Ribeiro, R.P., Stolf, S.A., Bertolini, M., Laisse, M.J.C., Sonne, L., Driemeier D. & Pavarini, P.S. (2020). Epidemiological and pathological aspects of noninfectious diseases of the gastrointestinal tract in 114 horses in Southern Brazil. *Brazilian Journal of Veterinary Research*. v.40, p.242-253. <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-6516>
- Cook L.V. & Hassel D.M. (2014). Evaluation of the colic in horses: decision for referral. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 30: 383-388. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cveq.2014.04.001>
- Di Franco, G. (2016). Multiple correspondence analysis: one only or several techniques? *Quality and Quantity*, v. 50, n. 3, p. 1299–1315.
- Henneke, D. R., Potter, G. D., Kreider, J. L. & Yeats, B. F. (1983). Relationship between body condition score, physical measurements and body fat percentage in mares. *Equine Veterinary Journal*, v. 15, n. 4, p. 371-372. doi: 10.1111/j.2042-3306.1983.tb01826.x.
- Hassel, D. M., Schiffman P. S. & Snyder J. R. (2001). Petrographic and geochemic evaluation of equine enteroliths. *American Journal of Veterinary Research*. 62:350–358. doi: 10.2460/ajvr.2001.62.350.
- Hassel, D.M., Langer, L.D., Drake, M.C., & Snyder, R.J. (1999) Evaluation of enterolithiasis in equids: 900 cases (1973-1996). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 7, p.214-233.
- Hassel, D.M Enterolithiasis. *Clinical Techniques in equine practice*. (2002), p.143-147. <https://doi.org/10.1053/ctep.2002.35576>
- Kassambara, A., Mundt, F. (2017). Extract and visualize the results of multivariate data analyses. *Facto extra* package.
- Kelleher, M. E., Puchalski S. M., Drake, C. & Le Jeune, S. S. (2014). Use of digital abdominal radiography for the diagnosis of enterolithiasis in equids: 238 cases (2008-2011). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, p.126–129. doi: 10.2460/javma.245.1.126.
- Keppie, N.J., Rosenstein, D.S., Holcombe, S.J. & Schott, A.H. (2008). Objective radiographic assessment of abdominal sand accumulation in horses. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v. 49, n. 2, p. 122–128. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1740-8261.2008.00337.x>
- Lê, S., Josse, J.; Husson, F. (2008). FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. *Journal of Statistical Software*, v. 25, n. 1, p. 1–18.
- Nenadić, O., Greenacre, M. Computation of Multiple Correspondence Analysis, with code in R. [s.l: s.n.]. Disponível em: <www.xlstat.com>.
- Nelson, C.N. & Pease, A. (2019). Radiography. In: AUER, J. A., STICK, J. A., KUMMERLE, J. M. & PRANGE, T. *Equine Surgery*. Elsevier Health Sciences. (5ª ed., Cap.68, pp .1156-1173).

- Maher, O., Puchalski, S. M., Drake, C. & Jeune, S.S. (2011). Abdominal computed radiography for the diagnosis of enterolithiasis in horses: 142 cases (2003-2007), *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 239, n. 11. doi: 10.2460/javma.239.11.1483.
- Marshall, F.J. & Blikslaager, T. A. (2019). Colic: Diagnosis, Surgical Decision, Preoperative Management, and Surgical Approaches to the Abdomen. In: AUER, J. A.; STICK, J. A.; KUMMERLE, J. M.; PRANGE, T. *Equine Surgery*. Elsevier Health Sciences. (5^a ed., Cap.33, pp. 521- 528).
- Pierce, L.R. (2009). Enteroliths and other foreign bodies. *Veterinary clinic equine*, v. 25, p. 329-340. doi: 10.1016/j.cveq.2009.04.010
- Pierce, L.R., Fischer, A. T., Rohrbach, B. W. & Klohn, A. (2010). Postoperative Complications and Survival after Enterolith Removal from the Ascending or Descending Colon in *Horses*. *Veterinary Surgery*, v. 39, n.5, p.609 -615.
- Prange, Y., Blikslager, T, A. & Rakestraw, C, P. (2019) Transverse and Small Colon. In: AUER, J. A.; STICK, J. A.; KUMMERLE, J. M.; PRANGE, T. *Equine Surgery*. Elsevier Health Sciences, (5^a ed., Cap.38, pp.621 – 631.
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. , 2021.
- Santos, C.A., Curcio, R. B., Finger, S.I., Junior, C. J. & NOGUEIRA, W.E.C. (2017) Enterolithiasis in Crioulo Horses. *Acta Scientiae Veterinariae*. doi: <https://doi.org/10.22456/1679-9216.85232>
- Southwood, L. (2019). Large Colon In: AUER, J. A.; STICK, J. A.; KUMMERLE, J. M.; PRANGE, T. *Equine Surgery*. Elsevier Health Sciences, (5^a ed., Cap.37, pp. 591-621).
- Southwood, L. (2015). Digestive System and Peritoneal Disease In: SOUTHWOOD, L. L.; WILKINS, A, P. *Equine Emergency and Critical Care Medicine*, (Cap. 1, pp. 27-154).

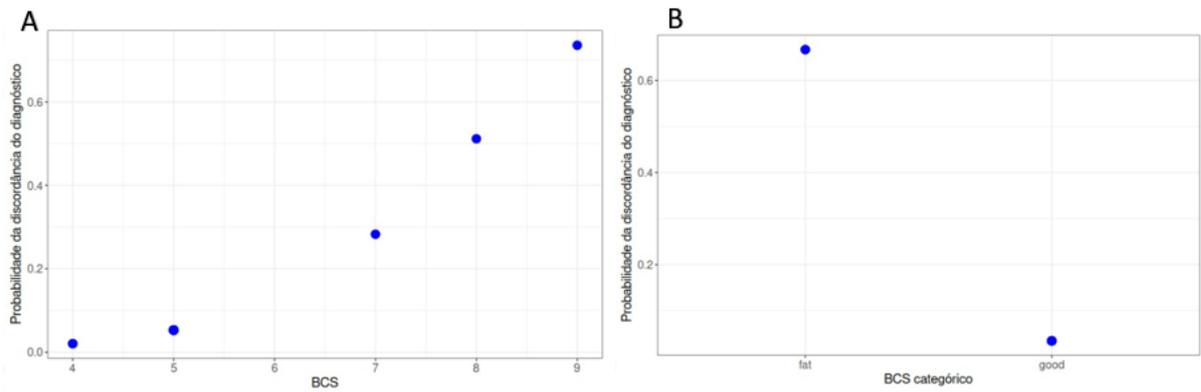


Figura 1 A. Inicialmente os animais foram classificados pelo score corporal utilizando-se uma classificação de 1 a 9 . B. Posteriormente, os mesmos foram subdivididos em 3 grupos (BCS categórico): magros (1 a 3); normais (4 a 6) e obesos (7 a 9).

Figura 1: Distribuição dos animais de acordo com o escore de condição corporal (BCS) avaliados utilizando uma escala de 1 a 9 (eixo x) e sua correlação com a probabilidade de discordância do diagnóstico (eixo y) onde pode-se notar que conforme o BCS aumenta, a curva para o erro do diagnóstico aumenta proporcionalmente (A). Pode-se observar também a distribuição dos animais conforme a categorização do BSC, onde, equinos de 1 a 3 foram classificados como magros (thin), 4 a 6 normais (good) e 7 a 9 gordos (fat) (eixo x). Nota-se a distribuição dos grupos bem marcada onde animais gordos tem maior probabilidade de discordância no diagnóstico (B).

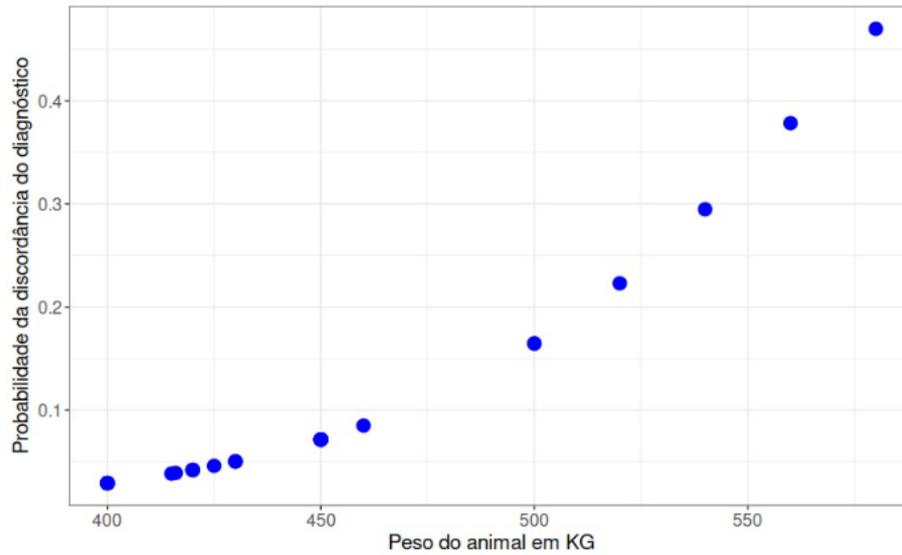


Figura 2. Distribuição dos animais de acordo com o peso em Kg (eixo x) e sua correlação com a probabilidade da discordância do diagnóstico (eixo y) onde pode-se evidenciar que, conforme o peso do animal aumenta, proporcionalmente, a chance de erro no diagnóstico de enterolitíase utilizando o exame de imagem aumenta.

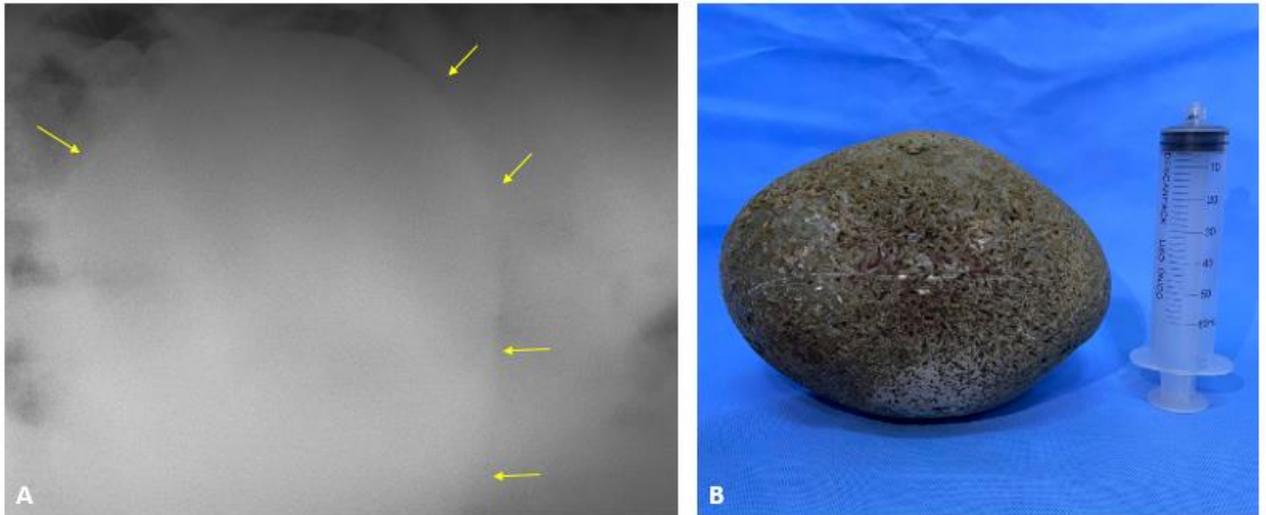


Figura 3. Radiografia abdominal (projeção dorsoventral) com imagem compatível com enterólito em cólon dorsal direito em paciente sem presença de distensão abdominal, as setas indicam a delimitação da concreção (A) e enterólito após remoção cirúrgica através de celiotomia e enterotomia em cólon dorsal direito (B).

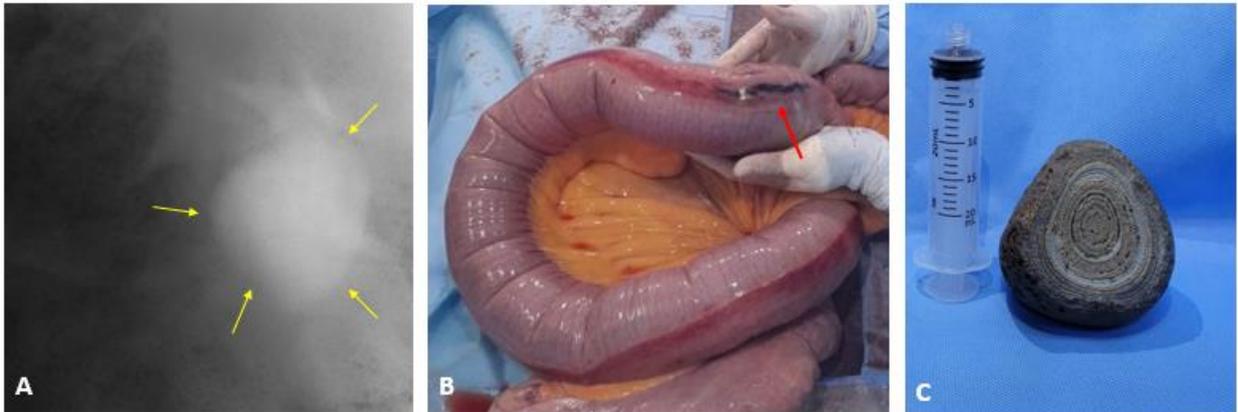


Figura 4. Radiografia abdominal (projeção latero-lateral) com imagem compatível com enterólito em cólon menor em paciente com distensão abdominal intensa, (setas amarelas) indicam a delimitação da concreção (A), imagem transoperatória onde observa-se distensão por gás de cólon menor, (seta vermelha) indica lesão de aparência necrótica na serosa intestinal no local da obstrução (B) e enterólito após remoção cirúrgica através de celiotomia e enterotomia em cólon menor (C).

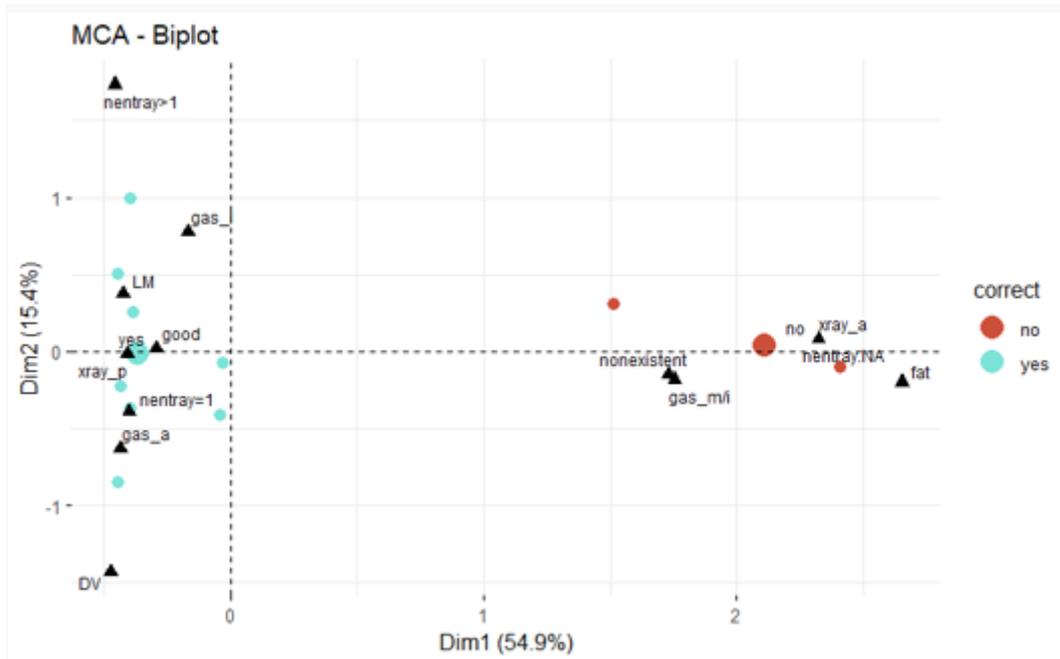


Figura 5. Análise de correspondência múltipla utilizando a variável *correct* (nível de acerto do exame de imagem em comparação com os achados na cirurgia) como base e correlacionando com as variáveis estatisticamente significativas na análise inicial (escore de condição corporal categórico, presença de gás, resultado no raio x e número de enterólitos na imagem). Os círculos vermelhos representam os animais em que não se obteve imagem sugestiva de enterólito (no) e os círculos azuis os equinos com imagem sugestiva no raio x e confirmação do diagnóstico de enterólito na cirurgia (yes). Os parâmetros significativos são representados por triângulos e incluem: animais obesos (Fat) e normais (good) de acordo com o escore de condição corporal categórico; presença de gás ausente (gas_a), leve (gas_l), moderado e/ou intenso (gas_m/i); presença de imagem sugestiva de enterólito no raio-x em presente (xray_p) ou ausente (xray_a); número de enterólitos visualizados na imagem igual a um (nentrays= 1), maior que um (nentrays>1) ou ausente (nentraysNA); e, por fim, projeção utilizada para detecção do enterólito: látero medial (LM), dorso ventral (DV) ou não encontrado (nonexistent). Pode-se observar uma marcada divisão entre os grupos de animais que foi possível diagnosticar o enterólito no exame de imagem e aqueles com ausência de imagem quando observa-se o gráfico no eixo x. No escore de condição corporal foi utilizado apenas categórico para melhorar a visualização dos dados na imagem.

Tabela 1. Parâmetros utilizados para classificação da distensão abdominal dos equinos.	
Ausente	Visualização das fossas paralombares; penetração radiográfica adequada, sem imagem compatível com gás; aparência côncava do abdome do equino ao ser posicionado em decúbito dorsal e ausência de distensão por gás nos segmentos intestinais na inspeção direta durante a celiotomia.
Leve	Visualização das fossas paralombares; penetração radiográfica adequada com presença leve de gás; leve abaulamento do abdome do equino ao ser posicionado em decúbito dorsal, distensão leve por gás nos segmentos intestinais na inspeção direta durante a celiotomia.
Moderado	Visualização reduzida das fossas paralombares; penetração radiográfica adequada com presença moderada presença de gás; moderado abaulamento do abdome do equino ao ser posicionado em decúbito dorsal, distensão moderada por gás nos segmentos intestinais na inspeção direta durante a celiotomia.
Intenso	Ausência de visualização das fossas paralombares; penetração radiográfica inadequada com presença intensa presença de gás perda da concavidade abdominal ao ser posicionado em decúbito dorsal, distensão intensa por gás nos segmentos intestinais na inspeção direta durante a celiotomia.

Tabela 2
Parâmetros significativos para análise múltipla por meio da definição do valor de p.

Variável	Valor de p
Raio-x	<0.001
Diagnóstico final	NA
Escore de condição corporal categórico	0,012
Sinais clínicos	0,876
Presença de gás	0,027
Localização do enterólito	0,586
Desfecho	1,000
Número de enterólitos na imagem	0,001
Número de enterólitos na cirurgia	0,673
Peso em Kg	0,044

Tabela 3. Relação dos achados cirúrgicos do grupo controle.

Número de equinos	Diagnóstico final
2	Compactação cólon maior
3	Torção de cólon maior
1	Sablose
2	Deslocamento de cólon maior
1	Fecaloma de cólon menor
1	Compactação de ceco
1	Compactação de ceco e cólon maior associada a deslocamento de cólon
1	Sem alterações

CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, analisados e interpretados no presente estudo, conclui-se que:

- O tamanho, número e localização do enterólito não interferiram na detecção radiográfica, sendo possível a sua identificação independente do segmento obstruído e apresentando mais facilidade de observação nos animais com mais de uma concreção;
- A distensão abdominal severa e o escore de condição corporal acima de 7, em uma escala de 1 a 9, além do peso do animal, foram fatores que dificultaram a realização da técnica, situações em que ocorreu diagnóstico falso negativo;
- A utilização de um grupo controle, em que todas as avaliações radiográficas descartaram a presença de enterólitos, bem como a confirmação cirúrgica dos grupos, enterólito e controle, permitiram ressaltar a importância do método diagnóstico no atendimento dessas afecções para uma intervenção terapêutica precoce e um melhor prognóstico.

Dessa forma, a radiografia digital abdominal pode ser considerada um importante método auxiliar de diagnóstico pré-cirúrgico nos casos de enterolitíase equina-

REFERÊNCIAS

- ALVES, G.E.S. Equívocos durante o atendimento clínico. In: **Gastroenterologia equina – 100 equívocos hipoiátricos – clínica e cirurgia**, Canal 6 editora; p.38-134, 2020.
- BERRY, C.R.; THRALL, D.E. Introdução a interpretação radiográfica In: **Diagnóstico de Radiologia Veterinária**. 5.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, cap.5, p. 78-92, 2010.
- BLIKSLAGER, A.; GONZALEZ, L. **Equine Intestinal Mucosal Pathobiology**. Annual Review of Animal Biosciences, v.6, n.1, 157–175, 2018.
- BLUE, M. G. Enteroliths in Horses-a retrospective study of 30 cases. **Equine Veterinary Journal**, v. 11, n.2, p.76–84, 1979.
- BUTLER J.; COLLES, C.; DYSON, S. General principles In: **Clinical Radiology of the Horse, Third Edition**, cap. 1, p. 1-36, 2008.
- CINTRA, A. G. Forrageiras para equinos In: **Alimentação equina: nutrição, saúde e bem-estar**. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro: Roca, p.177-195, 2016.
- COHEN, N.D.; VONTUR, C.A.; RAKESTRAW, P.C. Risk factors for enterolithiasis among horses in Texas. **Journal American Veterinary Medicine Association**, v.216, p.1787–1794, 2000.
- COOK, V. L.; BLIKSLAGER T. A.; MARSHALL F. J. Principles of intestinal injury and determination of intestinal viability. In: AUER, J. A.; STICK, J. A.; KUMMERLE, J. M.; PRANGE, T. **Equine Surgery**. Elsevier Health Sciences, p. 529-536, 2019.
- COOK L.V. & HASSEL D.M. Evaluation of the colic in horses: decision for referral. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v.30 p.383-388, 2014.
- FREEMAN, D. E. Fifty years of colic surgery. **Equine Veterinary Journal**, v. 50, n. 4, p. 423–435, 2018.
- HASSEL, M.D. et al. Evaluation of enterolithiasis in equids: 900 cases (1973-1996). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v.32 n14, p.233-245, 1999.
- HASSEL, D.M.; SCHIFFMAN P. S.; SNYDER J. R. Petrographic and geochemic evaluation of equine enteroliths. **American Journal Veterinary Research**, v.62, n.13, p. 350–358, 2001.

HASSEL, D.M Enterolithiasis. **Clinical Techniques in equine practice**. v.1, n.3, p.143-147, 2002.

HASSEL, D.M. et al. Dietary Risk Factors and colonic pH and mineral concentrations in horses with enterolithiasis. **Journal Veterinary Internal Medicine**, v.18, n.3, p.346-349, 2004.

HASSEL, D.M et al. Evaluation of dietary and management risk factors for enterolithiasis among horses in **California**. **Research in Veterinary Science**, v.85, p. 476-480, 2008.

KELLEHER, M. E. et al. Use of digital abdominal radiography for the diagnosis of enterolithiasis in equids: 238 cases (2008-2011). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, p. 126–129, 2014.

KEPPIE, N.J. et al. Objective radiographic assessment of abdominal sand accumulation in horses. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 49, n. 2, p. 122–128, 2008.

MAHER, O. et al. Abdominal computed radiography for the diagnosis of enterolithiasis in horses: 142 cases (2003-2007) **Journal of the American Veterinary Medical Association** v. 239, n. 11, 2011.

MARSHALL, F.J.; BLIKSLAAGER, T. A. Colic: Diagnosis, Surgical Decision, Preoperative Management, and Surgical Approaches to the Abdomen. In: AUER, J. A.; STICK, J. A.; KUMMERLE, J. M.; PRANGE, T. **Equine Surgery**. Elsevier Health Sciences, p. 521-528, 2019.

NARDI, B.K. et al. Large bowel obstruction by enteroliths and/or foreign bodies in domestic equids: retrospective study of cases seen from January 2003 to March 2020. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.74, n.1, p.83-92, 2022.

PIRCE, L.R. Enteroliths and other foreign bodies. **Veterinary clinic equine**, v. 25, p. 329-340, 2009.

PIERCE, L.R. et al. Postoperative Complications and Survival after Enterolith Removal from the Ascending or Descending Colon in **Horses**. **Veterinary Surgery**, v.39, n.5, p.609 -615, 2010.

PRANGE, Y.; BLIKSLAGER, T, A.; RAKESTRAW, C, P.; Transverse and Small Colon. In: AUER, J. A.; STICK, J. A.; KUMMERLE, J. M.; PRANGE, T. **Equine Surgery**. Elsevier Health Sciences, cap. 38, p.621 – 631, 2019.

- ROUFF, A. A. et al. Trace elements in struvite equine enteroliths: Concentration, speciation and influence of diet. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, v.45, p. 23-30, 2018.
- SANTOS, C.A. et al. Enterolithiasis in Crioulo Horses. *Acta Scientiae Veterinariae*, v.45, n.12, 2017.
- SANTOS, S.E.B.; BRANDI, A.R.; GAMEIRO, H.A. Estudo do mercado e produção do cavalo brasileiro de hipismo no estado de São Paulo. **PUBVET**, v.12, n.2, a35, p.1-11, 2018.
- SHERLOCK C.; Cecum. In: AUER, J. A.; STICK, J. A.; KUMMERLE, J. M.; PRANGE, T. **Equine Surgery**. Elsevier Health Sciences, cap. 36, p.575 – 591, 2019.
- SOUTHWOOD, L. Digestive System and Peritoneal Disease In: SOUTHWOOD, L. L.; WILKINS, A, P. **Equine Emergency and Critical Care Medicine**, cap. 1, p. 27-154, 2015.
- SOUTHWOOD, L.; Large Colon In: AUER, J. A.; STICK, J. A.; KUMMERLE, J. M.; PRANGE, T. **Equine Surgery**, Elsevier Health Sciences, cap.37, p. 591-621, 2019.
- TUREK, B.; WITKOWSKI, M.; DREWNOWSKA, O. Enterolithiasis in horses: analysis of 15 cases treated surgically in Saudi Arabia. **Iranian Journal of Veterinary Research, Shiraz University**, v. 20, n. 4, p. 270-276, 2019.