

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

ESTUDO DOPPLER E HISTOGRAMA EM ESCALA DE CINZA
NA AVALIAÇÃO HEPÁTICA DE EQUINOS (*Equus caballus*)
ADULTOS

LUIZA GARCIA PRATA

Botucatu - SP
Outubro de 2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

ESTUDO DOPPLER E HISTOGRAMA EM ESCALA DE CINZA
NA AVALIAÇÃO HEPÁTICA EM EQUINOS (*Equus caballus*)
ADULTOS

LUIZA GARCIA PRATA

Dissertação apresentada junto ao Programa
de Pós-graduação em Biotecnologia Animal
como parte dos requisitos para obtenção do
título de Mestre.

Orientador: Prof^a. Assc. Vânia Maria de
Vasconcelos Machado.

Co-orientador: Prof^o. Dr^o. José Nicolau
Próspero Puoli Filho.

Botucatu - SP
Outubro de 2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSANGELA APARECIDA LOBO-CRB 8/7500

Prata, Luiza Garcia.

Estudo doppler e histograma em escala de cinza na avaliação
hepática de equinos (*Equus caballus*) adultos / Luiza Garcia
Prata. - Botucatu, 2018

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
"Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária
e Zootecnia

Orientador: Vânia Maria de Vasconcelos Machado
Coorientador: José Nicolau Próspero Puoli Filho
Capes: 50501038

1. Ultrassonografia veterinária. 2. Cavalo - Doenças -
Diagnóstico. 3. Fluxo sanguíneo. 4. Abdome - Vasos
sanguíneos. 5. Veia porta.

Palavras-chave: vasos abdominais; Ultrassonografia; cavalos;
fluxo portal; histograma hepático.

LUIZA GARCIA PRATA**ESTUDO DOPPLER E HISTOGRAMA EM ESCALA DE CINZA NA
AVALIAÇÃO HEPÁTICA DE EQUINOS (*Equus caballus*) ADULTOS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia Universidade Estadual Paulista — Júlio de Mesquita Filho, Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Biotecnologia animal.

Orientador: Profa. Dra. Vânia Maria Vasconcelos Machado

Co-orientador: Prof. Dr. José Nicolau Próspero Puoli Filho

(Titulares)

Profa. Dra. Vânia Maria Vasconcelos Machado
Departamento de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária
FMVZ – UNESP – Botucatu

Profa. Dra. Cláudia Valéria Seullner Brandão
Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária
FMVZ – UNESP – Botucatu

Profa. Dra. Luciana Carandina da Silva Almeida
Departamento de Radiologia
Medicina Veterinária – UniFSP - Avaré

Botucatu, outubro de 2018

Comissão examinadora (Suplentes)

Prof. Dr. Alexandre Hataka
Departamento de Clínica Veterinária
FMVZ – UNESP – Botucatu

Prof. Dr. Seizo Yamashita
Departamento de Radiologia
FMB – UNESP - Botucatu

Botucatu, outubro de 2018

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meus pais e a
família.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Lucienne e Eurico, que sempre me deram todo o apoio possível para que eu seguisse minha jornada de estudo, e meus sonhos. Vocês são a minha base, o meu exemplo, e sem a força de vocês não estaria onde estou. Não tenho palavras para agradecer por tudo, pela formação do meu caráter, e por todo o amor que me deram, e que ainda me dão.

A minha orientadora, professora Doutora Vânia Maria Vasconcelos Machado, por ter me aceitado de braços abertos, e por toda a confiança. Agradeço imensamente pela oportunidade, paciência, orientação e preocupação durante todo o trajeto para a realização deste projeto.

Ao meu co-orientador, professor Doutor José Nicolau Próspero Puoli Filho, pela colaboração no projeto, e por propagar aos alunos o respeito, e tratamento adequado, que os cavalos merecem. Foi realizador aprender mais sobre etologia equina.

Aos professores, que fizeram parte de toda a minha trajetória, desde criança até a formação acadêmica. Agradecimento especial a Roberta Valeriano, minha inspiração, muito obrigado por todo o carinho! Com paciência e dedicação, me proporcionaram o conhecimento necessário e precioso. Obrigado aos grandes mestres pelo exemplo humano e profissional.

Aos meus amigos, que tenho grande apreço e consideração. Vocês são a família que eu escolhi, são meus irmãos e irmãs sem laço sanguíneo, que a distância não separou.

A todos que conheci durante os dois anos percorridos em Botucatu – SP, professores, amigos, colegas de profissão, que contribuíram direta ou indiretamente com esse projeto, ou que se tornaram meus amigos no percurso. Agradeço especialmente a Clarice M. Carrilho, pela parceria e amizade, durante o tempo que estudamos e moramos juntas. Ao Gustavo Viana, Michel Vettorato e Jéssica Fogaça pela contribuição direta com o trabalho.

*“É a vontade que faz um homem
grande ou pequeno”*

- Friedrich Von Schiller.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	5
1 INTRODUÇÃO.....	6
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	8
2.1 Aspectos anatômicos e funcionais do fígado.....	8
2.2 Afecções hepáticas em equinos.....	11
2.3 Varredura ultrassonográfica do abdômen equino	12
2.4 Exames de imagem hepática em equinos.....	14
2.5 Ultrassonografia Doppler.....	18
2.5.1 Princípios físicos do método doppler.....	18
2.5.2 Avaliação da veia porta e vasos adjacentes.....	19
2.6 Histograma em escala de cinza.....	21
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22
CAPÍTULO 2: TRABALHO CIENTÍFICO.....	29
Resumo.....	31
Abstract.....	31
Introdução.....	32
Material e Métodos.....	33
Resultados.....	37
Discussão.....	40
Conclusões.....	43
Referências Bibliográficas.....	43
CAPÍTULO 3: TRABALHO CIENTÍFICO.....	44
Resumo.....	46
Abstract.....	46
Introdução.....	47
Material e Métodos.....	48
Resultados.....	50
Discussão.....	51
Conclusões.....	52
Referências Bibliográficas.....	53

PRATA, L.G. **Estudo doppler e histograma em escala de cinza na avaliação hepática de equinos (*Equus caballus*) adultos**. Botucatu, 2018. 61p. Dissertação de (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

RESUMO

A técnica ultrassonográfica permite a avaliação de quase todas as estruturas abdominais, inclusive do fluxo sanguíneo. A análise do fluxo portal, e de outros grandes vasos abdominais, como a veia cava caudal (VCC) e artéria aorta (AA) abdominal, auxilia o diagnóstico de doenças intra e extra-hepáticas. Devido à escassez literária sobre o assunto em equinos, a pesquisa teve como objetivo estudar a técnica ultrassonográfica dos grandes vasos abdominais, determinar referências do diâmetro vascular e velocidade de fluxo sanguíneo da veia porta (VP), a partir do uso da ultrassonografia em modo bidimensional, e pela técnica Triplex Doppler. Foram selecionados 18 animais adultos, com os valores dos exames laboratoriais dentro da normalidade para a espécie, e clinicamente sadios. A partir da obtenção das imagens ultrassonográficas pelo modo-B, mediu-se o diâmetro dos vasos. O método Triplex doppler foi acionado, permitindo a análise da velocidade, pelo corte longitudinal do vaso. A média do diâmetro vascular foi de $2,74 \pm 0,25$ cm para VP, $2,68 \pm 0,36$ cm para VCC, e $2,78 \pm 0,23$ para AA. A velocidade do fluxo venoso portal foi $0,35 \pm 0,05$ m/s, e a relação porta aorta caval foi aproximadamente 1:1. Não se observou diferenças significativas ao comparar os valores obtidos para as variáveis entre os grupos de machos e fêmeas, ou forte correlação com a idade e peso. O fluxo portal demonstrou um aspecto morfológico contínuo, hepatopetal, e com discreta variação de velocidade. Pelas imagens realizadas em modo bidimensional, regiões de interesse foram selecionadas para determinação da ecotextura, e ecogenicidade, do parênquima hepático hígido, pelo histograma em escala de cinza. Observou-se que a ecogenicidade hepática das fêmeas é maior que ecogenicidade dos machos, e a ecotextura em ambos os gêneros teve o valor aproximado de 2%. Os valores da média do *Mean* foi 91,64, e do *Mode* 90,72, para amostragem do n total de animais. A avaliação dos

grandes vasos deve ser incluída na rotina de avaliação transcutânea do abdômen equino. O histograma em escala de cinza, demonstrou ser uma técnica eficaz, na detecção de mudanças sutis na ecogenicidade dos tecidos.

Palavras-chave: Ultrassonografia, cavalos, fluxo portal, vasos abdominais, histograma hepático.

PRATA, L.G. **Doppler scan and grayscale histogram in hepatic evaluation of adult horses (*Equus caballus*)**. Botucatu, 2018. 61p. Dissertação de (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

ABSTRACT

The ultrasound technique allows the assessment of almost all abdominal structures, including blood flow. The portal flow analysis, and of other large abdominal vessels, such as the caudal vena cava (VCC) and abdominal aorta arterie (AA), helps to diagnose intra and extrahepatic diseases. Due to the lack of literature on the subject in equines, this research aimed to study the ultrasonographic technique on great abdominal vessels, determine references of vascular diameter and the flow velocity of portal vein (VP), by using ultrasonography in B-mode, and Triplex Doppler technique. Eighteen adult animals were selected, with laboratory tests values within the normal range for the species, and clinically healthy. From the B-mode ultrasonographic imaging, vessels diameters were measured. The Triplex Doppler was used, allowing the analysis of velocity, through longitudinal section of the vessel. The mean vascular diameter was 2.74 ± 0.25 cm for PV, 2.68 ± 0.36 cm for VCC, and 2.78 ± 0.23 for AA. The portal blood flow velocity was 0.35 ± 0.05 m / s, and the porta aorta caval ratio was approximately 1:1. No significant differences were observed, when comparing the values obtained for the variables between the groups of males and females, nor strong correlation with age and weight. The portal flow presented/exhibited a continuous morphological aspect, hepatopetal, and with little velocity variation. Through B-mode images, regions of interest were selected to determine echotexture and echogenicity of the hepatic liver parenchyma, by grayscale histogram. It was observed that females presented bigger echogenicity of liver when compared to males, and the echotexture in both genders had an approximate value of 2%. The values were 91.64 to Mean, and 90.72 to Mode, for sampling the total n of animals. The grayscale histogram has been shown to be an effective technique in detecting subtle changes in tissue echogenicity. The analysis of

the great vessels should be included to abdominal transcutaneous evaluation.

Keywords: Sonography, horses, portal flow, abdominal vessels, hepatic histogram.

Capítulo 1: *Considerações Gerais*

1. INTRODUÇÃO

O fígado é descrito como a maior glândula do corpo e exerce funções essenciais no organismo, sendo um órgão com funções exócrinas e endócrinas, que recebe o sangue funcional de todos os órgãos abdominais através do sistema porta. Apesar de ser um órgão de rápida regeneração celular, distúrbios hepáticos são frequentes em equinos e muitas são as causas que levam a doença hepática, sendo os sinais clínicos normalmente inespecíficos. Já casos de insuficiência hepática são raros (MAIR & LOVE, 2013). A ampla diversidade de sinais clínicos, que os distúrbios hepáticos causam, refletem a amplitude do dano celular e o efeito que tem sobre as funções metabólica, catabólica, anabólica, desintoxicante e sintética que o órgão exerce (KNOTTENBELT & PASCOE, 1994).

Radiografar o abdômen com o objetivo de auxiliar o clínico a diagnosticar enfermidades hepáticas fica resumido em, basicamente, tamanho e forma do órgão. O uso dessa técnica possibilita apenas avaliar animais de porte pequeno, tais como cães, gatos, bezerros e cordeiros, devido à dimensão corpórea e a capacidade do equipamento. Por outro lado, a técnica ultrassonográfica oferece informações significativas, mesmo em grandes animais, como visualização de nódulos, tumores, abscessos, características vasculares e parenquimatosas locais ou difusas (FARROW, 2006).

O modo Doppler é uma ferramenta que aliada ao modo bidimensional (modo-B), fornece informações hemodinâmicas sobre a presença, o tipo e a direção do fluxo de sangue dentro dos vasos. Comparativamente, é uma técnica vantajosa por ser não invasiva, sem contraindicações aos pacientes, não emitir radiação e por ser portátil. Para se obter melhor avaliação qualitativa e quantitativa da vascularização dos órgãos, usa-se o modo *Triplex* Doppler, sendo este a associação do modo-B com Doppler colorido e Doppler espectral (SZATMÁRI et al., 2001). Por se tratar de uma metodologia diagnóstica complexa e minuciosa, a ultrassonografia Doppler exige cooperação do paciente, boa formação técnica dos operadores e utilização de um equipamento de alta frequência (FARROW, 2006).

Em cavalos, o método tem sido explorado para avaliação de vasos e artérias nos membros torácicos e pélvicos, como auxílio no diagnóstico e prognóstico de claudicações. Seu uso também tem sido descrito em casos clínicos de trombose em veia porta (NESS et al., 2013), e em aorta-ílica (DUGGAN et al., 2004), em potros.

O fluxo vascular hepático aferente é dado pelas artérias hepáticas e a veia porta (VP), sendo que cerca de 80% é proveniente da veia porta, e a drenagem venosa é dada pelos vasos hepáticos que confluem na veia cava caudal (VCC) (KÖNIG & LIEBICH, 2004). A técnica ultrassonográfica é muito importante para o diagnóstico de enfermidades relacionadas a mudanças da direção e velocidade do fluxo sanguíneo da veia porta, como alterações de diâmetro, hiper ou hipotensão. A relevância dessas informações está clara para a medicina, e pesquisas já são realizadas desde meados da década de 1980. Na medicina de pequenos animais, o emprego do Doppler na investigação de anormalidades que envolvem o sistema porta são descritas em casos de shunts, trombozes, hipoplasia hepática, cirrose e insuficiência cardíaca, demonstrando que não apenas o diâmetro luminal vascular, mas também o tipo e a velocidade do fluxo, variam de uma enfermidade para a outra (D'ANJOU & PENNINCK, 2015). Apesar dos avanços dos métodos de imagem na Medicina Veterinária, ainda são necessárias pesquisas direcionadas ao assunto.

O exame ultrassonográfico abdominal em cavalos se encontra limitado à avaliação do aspecto geral dos órgãos, mesmo diante da importância dessas informações para o clínico na detecção de doenças vasculares, hepáticas e extra-hepáticas.

A avaliação pela ultrassonografia também permite a caracterização da ecogenicidade e ecotextura dos órgãos, sendo determinada pelos critérios do operador, ou pelo método do histograma em escala de cinza (HEC) (FARROW, 2006; BERGERO & NERY, 2008). Este método, presente como uma ferramenta em alguns aparelhos ultrassonográficos, determina a escala de cinza do órgão estudado em uma análise mais precisa, quando comparado com a sensibilidade óptica do operador, podendo assim identificar possíveis alterações ecogênicas (KADAH ET AL., 1996; Lee et al., 2006).

O HEC (histograma em escala de cinza) é uma ferramenta pouco utilizada dentro da Medicina Veterinária, apesar de muito estudada e explorada pela medicina, com trabalhos científicos datados em meados da década de 1990 (RAETH *et al.*, 1985, MAEDA *et al.*, 1998; LEE *et al.*, 2006).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos anatômicos e funcionais do fígado

O fígado dos equinos é relativamente pequeno com relação ao peso corporal, quando comparado com os carnívoros (até 4% do peso corporal), chegando a representar aproximadamente 1,5% do peso total, cerca de 7,5kg em um animal com 500kg, por exemplo. Está situado diretamente contra o diafragma, na parte torácica do abdômen, dois terços de sua massa à direita do plano mediano (KÖNIG & LIEBICH, 2004; BUDRAS *et al.*, 2009; DYCE *et al.*, 2010). Se estende cranioventralmente a esquerda desde o sexto ao nono espaço intercostal (EIC), e do sexto ao décimo quinto espaço (REEF, 1998; BUDRAS *et al.*, 2009), chegando até o décimo sétimo espaço intercostal (DYCE *et al.*, 2010), caudodorsal a direita. Tem como característica anatômica marcante a ausência de vesícula biliar, presente nas outras espécies de mamíferos domésticos entre o lobo quadrado e o lobo direito. Em indivíduos idosos, a atrofia pode ser presente, principalmente do lobo direito, devido à crônica compressão do ceco e do cólon dorsal direito (DYCE *et al.*, 2010).

O órgão é mantido principalmente por dois grandes ligamentos, ligamentos triangulares direito e esquerdo, na periferia, e o ligamento falciforme. O ligamento redondo se torna presente a partir do nascimento, sendo este vestígio da veia umbilical. É dividido em lobos lateral e medial esquerdo, quadrado, direito e caudado (Figura 1) (KÖNIG & LIEBICH, 2004; DYCE *et al.*, 2010).

O suprimento sanguíneo do fígado é dado por dois vasos: a artéria hepática e veia porta, que se inserem através da face visceral do órgão. Ambas banham as células parenquimatosas, e juntamente aos ductos hepáticos se ramificam ao longo dos septos fibrosos. A veia porta fornece o sangue funcional e, juntamente de seus afluentes, forma o sistema portal (KÖNIG & LIEBICH, 2004).

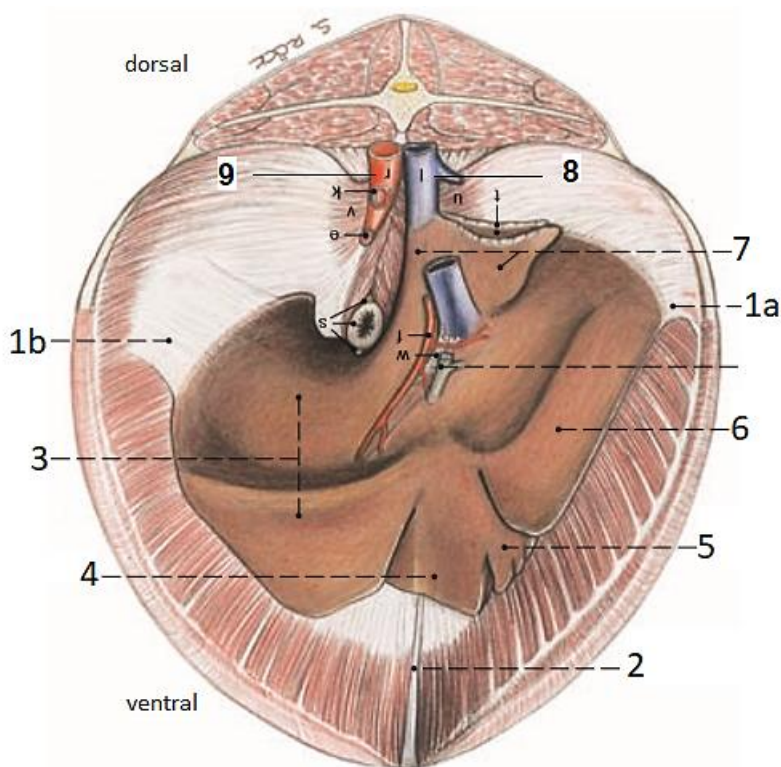


Figura 1 – Vista caudocranial do fígado, contra a parede diafragmática. (1a) ligamento triangular direito (1b) e esquerdo. (2) ligamento falciforme. (3) lobo lateral esquerdo. (4) lobo medial esquerdo. (5) lobo quadrado. (6) lobo direito. (7) lobo caudato. (8) veia cava caudal abdominal. (9) artéria aorta abdominal. Fonte: BUDRAS *et al.*, 2009.

O sistema porta nos mamíferos domésticos surge a partir de capilares nas vísceras abdominais, que se confluem e formam as veias esplênicas, mesentérica cranial e caudal, tendo como função o transporte de sangue misto de vários órgãos para o fígado. Em equinos, o sangue misto é advindo de órgãos como o estômago, baço, duodeno, jejuno, ceco e cólons. A nutrição é dada principalmente pela artéria hepática, porém os hepatócitos recebem também o sangue misto, para que assim receba nutrição de ambos.

A drenagem é feita após a passagem do sangue misto pelos hepatócitos, pelas veias hepáticas, que emergem pela borda diafragmática até se abrirem na veia cava caudal (Figura 2) (KÖNIG & LIEBICH, 2004). O fígado é responsável pela produção da maioria das proteínas plasmáticas, incluindo albumina, alfa e beta globulinas, e fatores de coagulação, com exceção das imunoglobulinas (produzidas por linfócitos B e células plasmáticas) (ENGELKING & PARADIS, 1987).

Normalmente a amônia é absorvida pelo trato gastrointestinal onde, no fígado, é convertida à ureia. Se a parte funcional do fígado for reduzida, ou seja, se poucos hepatócitos estiverem operando, o amoníaco é convertido em uma taxa muito lenta, e os níveis de amônia no sangue se elevam, causando a encefalopatia hepática. Isto ocorre com a lesão hepática já instalada (ENGELKING & PARADIS, 1987; WEST, 1996).

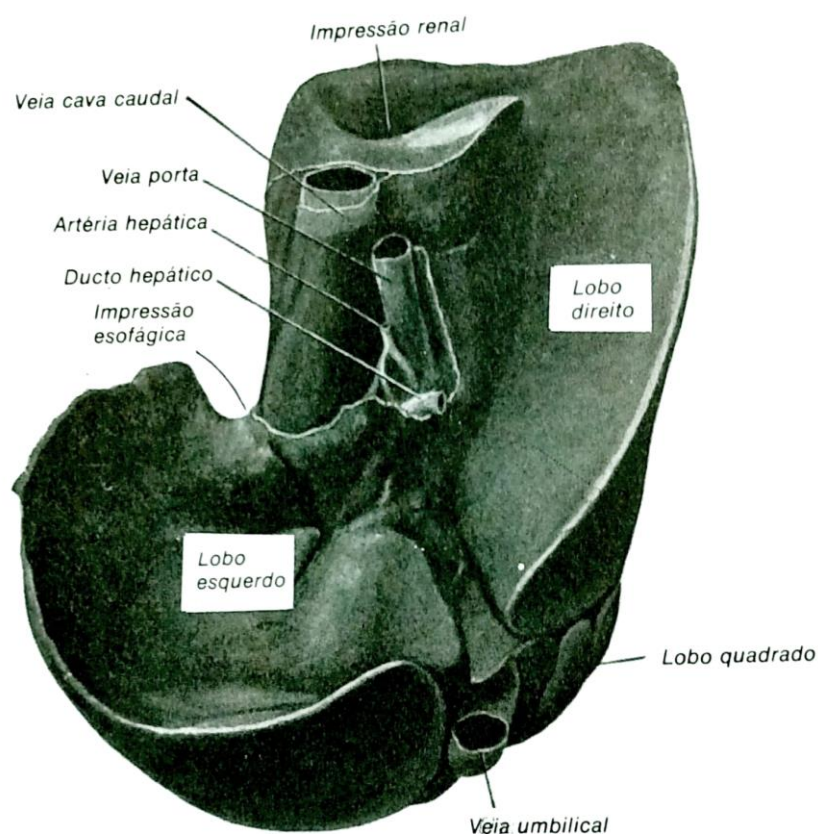


Figura 2 - Vista visceral do fígado equino de indivíduo recém-nascido, região de hilo hepático. Fonte: SISSON, 1975.

2.2 Afecções hepáticas em equinos

As hepatopatias são relativamente comuns em equinos, e como ocorre em outros órgãos, este pode apresentar alterações antes mesmo de vir a manifestar disfunção. Tais alterações podem cursar com elevação da atividade sérica de enzimas hepáticas (PEARSON, 2002; MAIR & LOVE, 2013). Casos de insuficiência hepática são raros, pois ocorre apenas quando há a perda de 70% da função dos hepatócitos, sendo o fígado um órgão de rápida taxa de regeneração (PEARSON, 1999; BERGERO & NERY, 2008; MAIR & LOVE, 2013).

As afecções hepáticas podem ser classificadas como primárias ou secundárias, e sua extensão como focal ou difusa. As causas primárias são incomuns em equinos, e as que tem sua extensão difusa são, com maior frequência, as que cursam com insuficiência hepática. As etiologias das mesmas podem ser por causas infecciosas, tóxicas, inflamatórias, obstrutivas e metabólicas (LUCENA et al., 2010; DUNKEL et al., 2014). Dentre as mais citadas está a lipidose hepática, hepatite aguda e crônica, intoxicação por alcaloides pirrolizidínicos, colangiohepatite, colelitíase, abscessos e neoplasias (PEARSON, 1999; BERGERO & NERY, 2008; MAIR & LOVE, 2013).

Segundo Engelking & Paradis (1987), diagnosticar doenças hepáticas se torna um desafio, devido aos múltiplos sinais clínicos inespecíficos, como depressão, anorexia, perda de peso, hipoglicemia, sinais de alteração neurológica e, menos frequente, fotosensibilidade, hemorragias, edema e ascite. Em casos crônicos, as enzimas podem se apresentar em níveis normais, devido à perda progressiva de hepatócitos (BERGERO & NERY, 2008). Além dos sinais clínicos inespecíficos, as enzimas séricas testadas não são exclusivas de origem do órgão, ou seja, são inespecíficas. As principais enzimas testadas são a gama-glutamilttransferase (GGT), aspartato aminotransferase (AST) e a fosfatase alcalina (FA) (PEARSON, 2002).

Doenças que cursam com os mesmos sinais clínicos devem ser logo descartadas, para que seja feito o diagnóstico precoce de doença hepática, para garantir uma terapia rápida. Devido ao leque não específico de sinais, muitas enfermidades distintas podem ser confundidas com hepatopatias, desde doenças gastrointestinais, até insuficiência cardíaca, neoplasias, abscessos e insuficiência renal (WEST, 1996).

Lesões hepatobiliares vem sido associadas a causas de cólica em equinos (PEEK & DIVERS, 2000), como em casos de enterite proximal. O mecanismo de lesão hepática nos casos de enterite é por meio de infecção ascendente, e pela absorção de toxinas e fatores inflamatórios, que chegam ao fígado via sistema porta, causando colangiohepatite (DAVIS et al., 2003).

Como muitos órgãos estão envolvidos na maior parte do fornecimento de sangue do fígado, a integridade da circulação portal, arterial ou a perfusão total podem ser alteradas por uma variedade de hepatopatias, ou ter origem sistêmica, tais como neoplasias e cardiopatias (VIAMONTE & VIAMONTE, 1974).

Na Medicina Veterinária de pequenos animais e na medicina, enfermidades de origem hepática como hipoplasia e cirrose, enfermidades vasculares como shunts e fístulas, e enfermidades extra-hepáticas como insuficiência cardíaca e neoplasias, cursam com mudanças no fluxo de sangue (NYLAND et al., 2015; D'ANJOU & PENNINCK, 2015). A hipertensão portal, por um exemplo, tem como causa aumento da resistência da passagem do fluxo sanguíneo do sistema porta (fluxo intra-hepático), que ocorre em casos de doenças crônicas do fígado, que cursam com fibrose e perda da arquitetura do órgão. Hipertensão portal pode ser consequente também por causas pré e pós hepáticas (BARROS, 2016).

2.3 Varredura ultrassonográfica do abdômen equino

Nos últimos anos, comprovou-se a eficácia da técnica na avaliação dos órgãos abdominais em casos de abdômen agudo, definindo casos cirúrgicos ou não cirúrgicos, ou no diagnóstico de outras doenças relacionadas aos órgãos abdominais em cavalos (REEF et al., 2004; BECCATI et al., 2011; JEUNE & WITHCOMB, 2014).

A avaliação pode ser feita de acordo com alguns protocolos: exame limitado, *FLASH* e o exame completo. Essas três categorias citadas podem ser escolhidas a partir do quadro clínico do paciente, capacidade técnica do aparelho, e a capacidade técnica e experiência do avaliador (JEUNE & WITHCOMB, 2014).

O paciente deve ser preparado previamente ao exame com tricotomia da pelagem das regiões que serão investigadas, principalmente em casos de animais com maior comprimento ou espessura do pelo, como por exemplo pôneis e raças de países frios. Geralmente cavalos obesos, que apresentam espessa camada de gordura corporal, são desafiadores na avaliação. É necessário uso de gel ou álcool, na região a ser estudada, para obtenção das imagens ultrassonográficas.

É possível o uso de transdutor retal para o exame abdominal, porém o mesmo fica limitado a uma profundidade de cerca de 10 a 12 cm. Portanto, a utilização do transdutor convexo de baixa frequência (de 2-5 MHz), para ultrassonografia transcutânea do abdômen equino, permite visualização de estruturas com até 30 cm de profundidade (REEF et al., 2004; JEUNE & WITHCOMB, 2014). Estima-se ser possível a visualização de dois terços das estruturas intrabdominais pela técnica transcutânea (NORMAN, 2014). Na avaliação ultrassonográfica, o plano sagital esquerdo do abdômen é dividido em quatro áreas de exploração no exame (Figura 3), e em 3 áreas no plano direito do abdômen (Figura 4).

No lado esquerdo, o baço pode ser visualizado desde o oitavo EIC ventral, caudal adjacente ao corpo do estômago, até a fossa paralombar, e se estender até a direita da linha média. O rim esquerdo se encontra entre o décimo sexto e o décimo sétimo EIC, até a terceira vértebra lombar, medial ao baço. O lobo esquerdo do fígado em cavalos pode, ou não, ser visualizado, mas quando é possível normalmente se localiza cranial ao estômago (6-10 EIC), ou situado lateral ou medial ao baço. O estômago fica situado dorsal ao baço, e ventral aos pulmões, e seu conteúdo não é visível em situações normais. O cólon dorsal esquerdo pode ser visto dorsal, medial, lateral ou até mesmo ventral ao cólon ventral esquerdo, sendo este localizado ventromedial ao baço (REEF et al., 2004; BARTON, 2011; JEUNE & WITHCOMB, 2014).

No lado direito, o ceco se estende a partir da região superior da fossa paralombar, até a região ventral. O rim direito é visibilizado entre o 14 ao 17 EIC, dorsal ao duodeno descendente e caudodorsal ao lobo direito do fígado, sendo que, o lobo hepático pode se estender até o 15 EIC, e em algumas situações até o 17 EIC, sem ultrapassar a borda costal.

O fígado, o duodeno descendente e o cólon dorsal direito são contíguos, e o duodeno ascendente não é visibilizado. O cólon dorsal direito é visto caudal ao lobo hepático, e se apresenta como uma curva grande e suave. Quando cheia, a bexiga se apresenta ventral ao aspecto mais caudal do abdômen (REEF et al., 2004; BARTON, 2011; JEUNE & WITHCOMB, 2014).

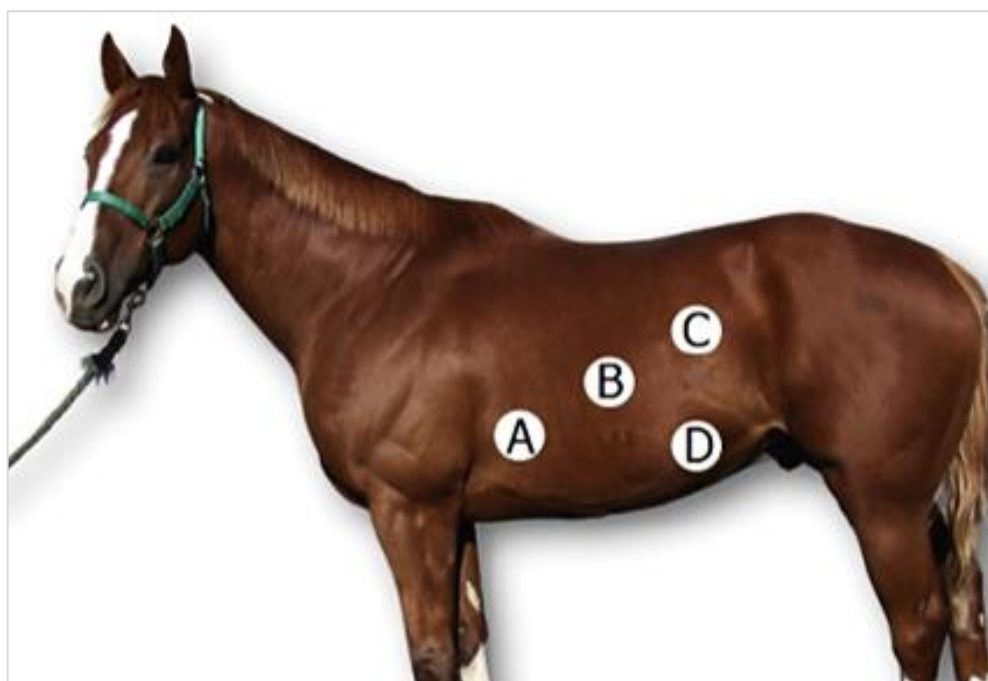


Figura 3 - Áreas de exploração dos órgãos abdominais no plano sagital esquerdo dos equinos. (A) Visibilização do baço e o lobo hepático esquerdo (6-10° EIC). (B) O baço e o estômago na região média do gradil costal. Janela gastroesplênica. (C) O rim esquerdo adjacente ao baço (15-17° EIC), e fossa paralombar. (D) alças do intestine delgado identificadas medialmente ao baço. Fonte: JEUNE & WITHCOMB (2014).

2.4 Exames de imagem hepática em equinos

A veia porta, seus ramos, e as veias hepáticas, podem ser avaliadas por radiografia contrastada, ou por ultrassonografia (KÖNIG & LIEBICH, 2004), porém em equinos adultos a técnica radiográfica se torna

impossibilitada para a visualização dos órgãos abdominais, sendo assim o exame ultrassonográfico método de eleição. O uso da técnica ultrassonográfica pode fornecer informações, de forma não invasiva, dos órgãos abdominais e auxiliam a determinar a conduta clínica e cirúrgica (REEF et al., 2004).

Em uma pesquisa realizada por Durham et al. (2003), cerca de 33% dos cavalos, com sinais clínicos de enfermidades hepáticas, possuem algum tipo de alteração ultrassonográfica, como hiper ou hipoecogenicidade difusa, atrofia do órgão, hepatomegalia e dilatação dos vasos sanguíneos.

A ultrassonografia abdominal em equinos se tornou uma ferramenta de suma importância para o diagnóstico de afecções na região abdominal em cavalos, principalmente quando se trata de síndrome cólica, tornando o diagnóstico clínico, prognóstico e o tratamento mais eficazes pela capacidade de fornecer informações.

A ultrassonografia, utilizando-se probe transretal, possibilita outro acesso aos órgãos mais profundos dentro da cavidade abdominal, principalmente das alças e da vesícula urinária e parte do fígado. Na varredura abdominal com uso da probe convexa, o fígado pode ser visualizado em ambos os lados do plano mediano, com maior ênfase do lado direito. Outros métodos de imagem são cabíveis no auxílio da síndrome cólica, como a radiografia e a endoscopia. Porém, o exame radiográfico é limitado quanto ao tamanho corporal do paciente e a potência do aparelho, sendo mais utilizado dessa forma em potros. E a endoscopia fica limitada ao lúmen da porção gastrointestinal que consegue alcançar, podendo auxiliar na realização de biópsias (PEARSON, 2002).

Para a avaliação transabdominal do fígado, utiliza-se transdutores com frequência de 2,5 a 5 megahertz (MHz) em equinos adultos, e de 7,5 a 10 MHz em potros, com o aparelho em Modo bidimensional (Modo-B) (MAIR & LOVE, 2013). O Modo-B, caracteriza-se pela apresentação de brilho ou escalas de cinza, a partir de múltiplas ondas de ultrassom. Os pontos no monitor são formados pelos ecos de retorno, sendo o brilho proporcional a amplitude do eco e a posição no monitor, correspondente a distância percorrida pelo eco, ou seja, a profundidade da estrutura refletora (NYLAND et al., 2015).

A qualidade da imagem ultrassonográfica, em cavalos adultos, depende de diferentes fatores como senilidade, tricotomia, porte do animal, distensão do cólon por conteúdo gasoso, espessura de tecido adiposo subcutâneo, extensão dos campos pulmonares e doenças subjacentes (MAIR & LOVE, 2013).

O lobo direito do fígado dos equinos está adjacente a parede da cavidade, ao rim direito e ao duodeno descendente, se estendendo normalmente do 10 ao 15 (décimo ao décimo quinto) espaço intercostal, mas podendo ser visibilizado até o último espaço. Em seu aspecto hígido, as bordas devem ser afiladas e não podem se estender além das junções costoverbrais. O lobo esquerdo pode ser visibilizado ou não, variando de animal para animal. Porém, quando é possível a sua avaliação, o mesmo se encontra lateral ou medial ao baço, e cranial ao estômago, entre o sexto ao décimo espaço intercostal (REEF et al., 2004; JEUNE & WITHCOMB, 2014).

A ecogenicidade do tecido hepático saudável é maior quando comparado com o padrão de ecogenicidade renal, e menor, quando comparado com o esplênico; além de possuir um padrão vascular mais eminente (REEF et al., 2004; MAIR & LOVE, 2013). Anatomicamente, pode-se igualar as estruturas na Figura 5, com as regiões para varredura no plano direito, delimitadas na Figura 4.

A ultrassonografia hepática em equídeos atualmente está limitada à avaliação da ecogenicidade e ecotextura do parênquima, e identificação de neoformações (PEARSON, 1999; FREEMAN, 2003; BERGERO & NERY, 2008).

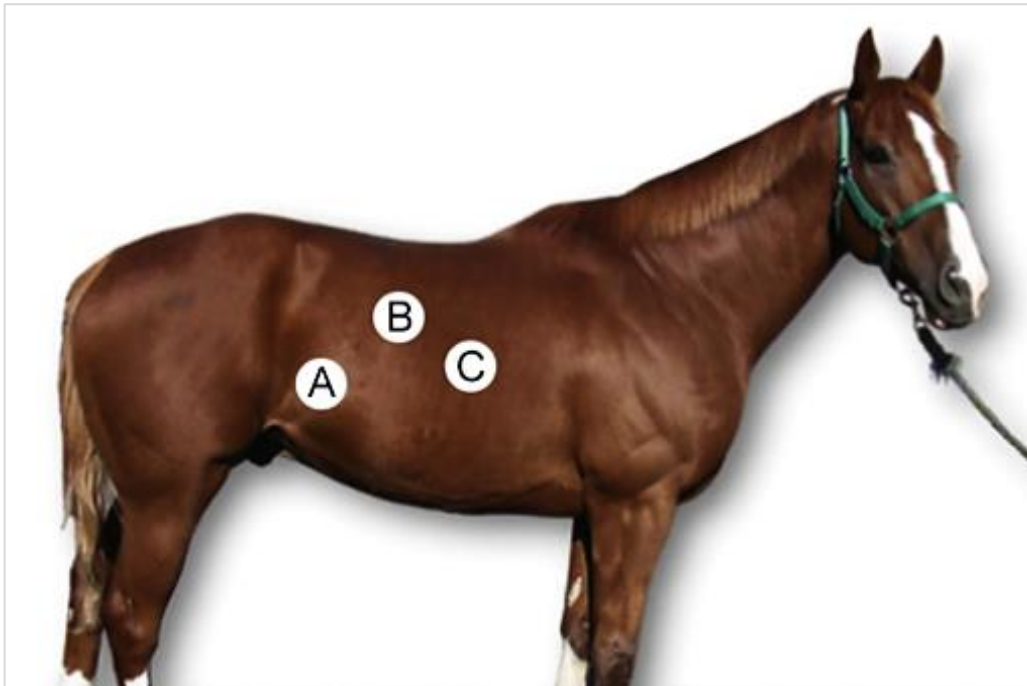


Figura 4: Áreas de exploração dos órgãos abdominais no plano sagital direito dos equinos. (A) Visibilização do ceco na região da fossa paralombar. (B) O rim direito é visualizado adjacente à parede abdominal (14-17º EIC). (C) Duodeno descendente entre o lobo hepático direito e o cólon dorsal direito. Fonte: JEUNE & WITHCOMB (2014).

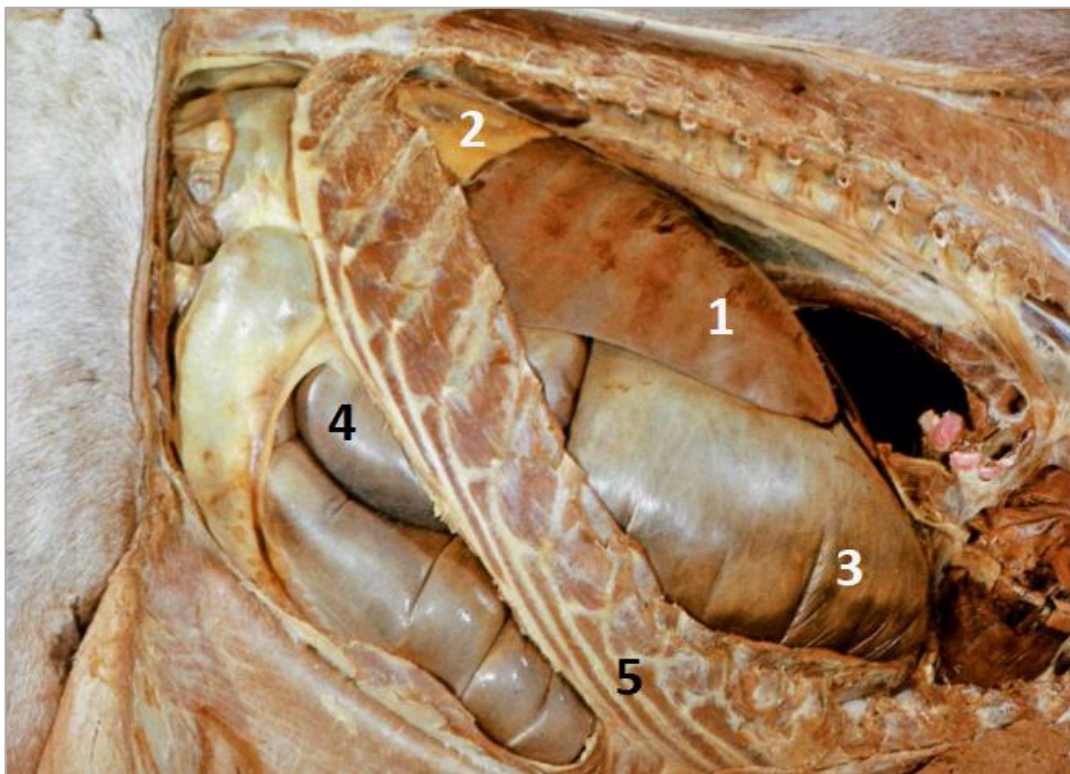


Figura 5 - Cavidade abdominal do cavalo, vista lateral direita. Em sequência (1) Lobo lateral direito do fígado, (2) rim direito, (3) cólon ascendente, (4) base do cécum e (5) gradil costal direito. Fonte: ASHDOWN et al., 2011.

2.5 Ultrassonografia Doppler

2.5.1 Princípios físicos do método Doppler

O uso da tecnologia Doppler para o estudo do comportamento do fluxo sanguíneo é um método de grande auxílio em doenças que cursam com distúrbio vascular hepático. Este método é viável na avaliação hemodinâmica, quando comparado com as técnicas radiográficas ou com a ultrassonografia no modo-B, que não demonstram as condições do fluxo venoso (KANTROWITZ et al., 1989).

O princípio Doppler é baseado na diferença da frequência da onda sonora conforme a fonte se aproxima ou se afasta do ouvinte. O exemplo mais simples de demonstrar o efeito Doppler é a diferença da intensidade de som de uma sirene de ambulância, que muda conforme a mesma se aproxima e se afasta. Este efeito vem sendo aplicado na avaliação da direção e velocidade do fluxo sanguíneo (THRALL, 2015) e gradientes de pressão em válvulas cardíacas (KEALY et al., 2011).

Existem quatro principais modos Doppler, cada modo com uma especificidade diferente: Doppler de ondas contínuas (CW), Doppler de ondas pulsadas (PW), Doppler colorido e Power Doppler. O CW utiliza dois cristais piezoelétricos para seu funcionamento, um para emitir o som, e outro cristal para receber. Neste modo, devido a emissão contínua de ondas, a mensuração é precisa em velocidades mais altas de fluxo, quando comparado com outros modos.

O modo PW, diferentemente, usa apenas um cristal para emissão e recebimento do som, associado a imagem em Modo-B, chamado de *Duplex* Doppler. Neste, o volume de amostra é posicionado no centro do vaso, visibilizado na imagem em modo-B, onde se quantifica o fluxo sanguíneo. A exibição da passagem das hemácias em escalas coloridas é feita a partir do Doppler colorido. A saturação das cores indica a velocidade e a direção das células. Os tons mais intensos como amarelo, laranja e vermelho, até os tons de azul e verde, podem ser diferentes das citadas, dependendo do aparelho e sua marca. Diferentemente, o Power Doppler exibe fluxos sanguíneos lentos, e de vasos sanguíneos profundos e pequenos, além de

não ser dependente de ângulo de insonação (NYLAND et al., 2015; D'ANJOU & PENNINCK, 2015).

Para melhor avaliação da vascularização de órgãos e tecidos, faz-se uso simultâneo do modo B, Doppler colorido e Doppler pulsado, também conhecido como *Triplex* Doppler. O modo *Triplex* permite a coleta de dados anatômicos e funcionais sobre o fluxo sanguíneo e os vasos, incluindo velocidade, direção e presença ou ausência de fluxo (NYLAND et al., 2015; WOOD et al., 2010).

O modo pulsátil é demonstrado em forma de gráfico, onde o eixo x (horizontal) demonstra o tempo durante o ciclo, e o eixo y (vertical) é a velocidade do fluxo sanguíneo. No mesmo gráfico, temos como linha de base zero o eixo horizontal; o fluxo sanguíneo que se dirige na direção do transdutor é exibido acima da linha de base, e o fluxo que se dirige na direção contrária é exibido abaixo da linha de base zero (FINN-BODNER & HUDSON, 1998). Na prática da clínica de pequenos animais o modo PW e CW tem o uso menos intensivo, quando comparado com o Doppler colorido e o Power Doppler.

O principal uso do Doppler pulsado é dentro da cardiologia, e na diferenciação do fluxo arterial do sangue venoso no abdômen, principalmente para avaliação de grandes vasos como a veia cava caudal, aorta abdominal e a veia porta (D'ANJOU & PENNINCK, 2015). Porém, para realizar o exame ultrassonográfico de vasos sanguíneos, deve-se primeiro realizar a imagem do vaso no plano longitudinal com o modo bidimensional. O eixo do vaso e feixe da onda sonora, idealmente, são paralelos entre si, e o ângulo de insonação deve ser de no máximo 60° (SZATMÁRI et al., 2001).

A orientação da insonação deve ser respeitada, pois em ângulos entre 60° e 90° há diminuição gradativa da intensidade do sinal, chegando a ausência de sinal com o ângulo em 90° (GUDMUNDSSON et al., 1998).

2.5.2 Avaliação da veia porta e vasos adjacentes

A veia porta têm grande diâmetro com mínima resistência ao fluxo, e pode ser facilmente diferenciada de outras veias hepáticas, devido à distribuição multidirecional das fibras da parede vascular. Apresenta-se

hiperecogênica com relação aos vasos adjacentes no exame ultrassonográfico, em qualquer ângulo de incidência do transdutor.

O fluxo, normalmente hepatopetal, é monofásico e pode apresentar variação de velocidade de acordo com a fase respiratória, menor durante a inspiração e maior durante a expiração (FINN-BODNER & HUDSON, 1998; SZATMÁRI et al., 2001; NYLAND et al., 2015). Quanto à morfologia, a veia porta em cães e gatos é normalmente mais tortuosa, quando comparada com suas vizinhas veia cava caudal e artéria aorta abdominal (D'ANJOU & PENNINCK, 2015).

Na porção cranial da veia cava caudal e nas veias hepáticas, são observadas três ondas que correspondem a influência direta da pressão atrial direita, no ciclo cardíaco. O primeiro pico descendente representa o fluxo dado pela diástole atrial. O segundo descendente corresponde a abertura da válvula tricúspide na diástole ventricular. E o ultimo pico, ascendente, ocorre devido ao aumento da pressão atrial durante a sístole, ou até mesmo antes da sístole ventricular. Esse tipo de comportamento não é visto em vasos menores e mais periféricos (FINN-BODNER & HUDSON, 1998). A veia cava caudal pode parecer pulsátil, devido à influência da aorta, e devido localização adjacente dos referidos vasos. A aorta é caracterizada por ter a forma de onda pulsátil, ou seja, um pico na sístole, um pico inverso diastólico pequeno e fluxo diastólico de baixa velocidade tardio (MATOON et al., 2015).

O diâmetro luminal pode variar entre 3.4 a 5 milímetros (mm) em felinos, e 3.3 a 10.5 mm em caninos, saudáveis. Além disso, as relações esperadas entre a veia porta:veia cava caudal: artéria aorta, em ambas as espécies, é entre 0,71 a 1,25. Na avaliação pelo Doppler, segundo Nyland et al. (2015), a velocidade considerada dentro da faixa normal do fluxo sanguíneo da veia porta varia de 10 a 25 centímetros por segundo (cm/s) em cães, e cerca de 10 a 17 cm/s em gatos; Já D'ANJOU & PENNINCK (2015), consideraram dentro da normalidade velocidade entre 12 a 26 cm/s em cães, e 10 a 18 cm/s em gatos.

Outras pesquisas demonstraram a correlação do peso com o fluxo, e a velocidade do fluxo sanguíneo, sendo todas essas informações

supracitadas importantes como ferramenta de diagnóstico de doenças hepáticas e extra-hepáticas.

Em cães com peso de até 10 kg determinou-se como velocidade de fluxo sanguíneo normal 16.95 ± 5.79 cm/s; entre 10,1 a 20 kg se determinou 16.98 ± 3.04 cm/s; e 17.39 ± 4.77 cm/s para cães com mais de 20,1 kg. Na Medicina Veterinária, sabe-se que a alimentação pode causar variação positiva no fluxo e na velocidade de fluxo do sistema porta. O operador deve levar essa informação em consideração ao fazer a avaliação, porém ainda faltam estudos específicos para determinar o nível de influência prandial (D'ANJOU & PENNINCK, 2015; NYLAND et al., 2015).

O diâmetro da veia porta em humanos, normal, é de <10 mm, com variação positiva de até 20-30% pela alimentação, podendo aumentar a dilatação para 13 mm em casos de hipertensão, como em casos de cardiopatia congestiva (SINGAL et al., 2010).

Fica nítido a influência do ciclo respiratório no padrão de ondas espectrais da veia porta, sendo que neste caso, os pacientes podem manter apneia voluntariamente por alguns segundos para que seja feita a avaliação (BROWN et al., 1989; GALLIX et al., 1997). Além da influência do ciclo respiratório, o ciclo cardíaco também é notado, principalmente quanto a flutuação do volume e da velocidade do fluxo sanguíneo (BROWN et al., 1989). Segundo Singal et al. (2010), a média da velocidade do fluxo sanguíneo da veia porta em adultos saudáveis é de 15-20 cm/s, e sua diminuição indica resistência ao fluxo e conta como um ótimo marcador no diagnóstico de doenças hipertensivas como a cirrose, e o mesmo é observado em animais. A avaliação Doppler do sistema porta é usada para avaliação da função do fígado pós transplantado (Silva et al., 2005).

2.6 – Histograma em escala de cinza

A avaliação da ecogenicidade é estimada comparativamente com a ecogenicidade e ecotextura de outros órgãos, adjacentes ou não. A estimativa pode ser imprecisa, tanto pela dependência comparativa entre os órgãos, quanto pelo potencial subótimo do olho humano para determinar diferenças sutis na densidade óptica (VEHMAS et al., 2004). Cada indivíduo

apresenta um critério próprio de avaliação.

Em contraste, o histograma de escala de cinza (HEC) é uma técnica que demonstra um conjunto de dados bem definidos, que refletem a ecogenicidade do tecido estudado (SCHIEMANN et al., 1999).

Certas doenças podem causar alteração de ecogenicidade, sem que ocorra mudanças na forma e tamanho do órgão. Doenças como esteatose, diabetes mellitus e linfoma causam aumento da ecogenicidade hepática, sem que aconteça aumento das dimensões do órgão (NYLAND et al., 2015).

O método do HEC proporciona uma avaliação quantitativa da ecotextura e ecogenicidade dos tecidos, através da distribuição de frequência na intensidade de eco na região a ser estudada, mensurando em tonalidades de cinza. Pelo HEC, a ecogenicidade é determinada pela quantificação dos ecos de retorno (*Lmean*). A ecotextura é determinada pela mensuração de pontos luminosos, que se repetem na área selecionada (*Nmost/Nall*), e pela amplitude dos ecos ultrassonográficos de retorno, que formam a imagem (MAEDA et al., 1998; LEE et al., 2006).

Para realizar o HEC é preciso selecionar a área de interesse (*ROI*) dentro da imagem obtida, nesse caso, pela técnica ultrassonográfica. O método fornece informações gráficas, com quantidade e refletividade de pixels presentes no *ROI*. Alguns aparelhos de ultrassonografia disponibilizam o HEC, mas em casos de ausência do recurso é possível o uso de programa computacional, que possuem a ferramenta (ROSENFELD et al., 1980; QUEIROZ & GOMES, 2006). Entretanto o HEC é ferramenta ainda pouco utilizada, digna de estudos para determinação de referências e maior uso dentro da prática clínica da Medicina Veterinária (MAEDA et al., 1998).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHDOWN, R.R.; DONE, S.H.; EVANS, S.A.; BAINES, E.A. The abdomen. In: ASHDOWN, R.R.; DONE, S.H.; EVANS, S.A.; BAINES, E.A. **Color atlas of Veterinary Anatomy vol 2 The Horse**. 2 ed. Mosby Elsevier, 2011, p. 143-184.

BARROS, C.S.L. Fígado, vias biliares e pâncreas exócrino. In: SANTOS, E.L.; ALESSI, A.C. **Patologia veterinária**. 2 ed. ROCA, 2016, p. 181-266.

BARTON, M.H. Understanding abdominal ultrasonography in horses: which way is up. **Compend Contin Educ Pract Vet**, v. 33, p. E1-E7, 2011.

BECCATI, F.; PEPE, M.; GIALLETTI, R.; CERCONE, M.; BAZZICA, C.; NANNARONE, S. Is there a statistical correlation between ultrasonographic findings and definitive diagnosis in horses with acute abdominal pain? **Equine Veterinary Journal**, v. 43, n. 39, p. 98-105, 2011.

BERGERO, D.; NERY, J. Hepatic diseases in horses. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 92, p. 345-355, 2008.

BROWN, H.S.; HALLIWELL, M.; QAMAR, M.; READ, A.E.; EVANS, J.M.; WELLS, P.N.T. Measurement of normal portal venous blood flow by Doppler ultrasound. **GUT**, v. 30, p. 503-509, 1989.

BUDRAS, K.D.; SACK, W.O.; RÖCK, S.; Abdominal wall and cavity, chapter 8. In: **Anatomy of the horse**. 5 ed. Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co, 2009. p. 64-70.

D'ANJOU, M.; PENNINCK, D. Liver. In: PENNINCK, D.; D'ANJOU, M. **Atlas of small animal ultrasonography**. 2 ed. John Wiley & Sons, Inc, 2015. p. 183-238

DAVIS, J.L.; BLIKSLAGER, A.T.; CATTO, K.; JONES, S.L. A retrospective analysis of hepatic injury in horses with proximal enteritis (1984–2002). **J Vet Intern Med.**, v. 17, p. 896–901, 2003.

DUGGAN, V.E.; HOLBROOK, T. C., DECHANT, J. E., BLAIK, M. A., & RITCHEY, J. W. Diagnosis of aorto-iliac thrombosis in a quarter horse foal

using Doppler ultrasound and nuclear scintigraphy. **Journal of veterinary internal medicine**, v. 18, n. 5, p. 753-756, 2004.

DUNKEL, B.; WILFORD, S.A.; PARKINSON, N.J.; WARD, C.; SMITH, P.; GRAHAME, L.; SCHOTT, H.C. Severe hypertriglyceridaemia in horses and ponies with endocrine disorders. **Equine Veterinary Journal**, v. 46, n. 1, p. 118-122, 2014.

DURHAM, A. E.; NEWTON, J. R.; SMITH, K. C.; HILLYER, M. H.; HILLYER, L. L.; SMITH, M. R. W.; MARR, C. M. Retrospective analysis of historical, clinical, ultrasonographic, serum biochemical and haematological data in prognostic evaluation of equine liver disease. **Equine veterinary journal**, v. 35, n. 6, p. 542-547, 2003.

DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.G. The abdomen of the horse. In: DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.G. **Textbook of veterinary anatomy**. 4 ed. Saunders, 2010. p. 545-562.

ENGELKING, L.R.; PARADIS, M.R. Evaluation of hepatobiliary disorders in the horse. **The Veterinary Clinics of North America: Equine practice**, v. 3, n. 3, p. 563-583, 1987.

FARROW, C.S. Liver and spleen. In: FARROW, C.S. **Veterinary diagnostic imaging: the horse**. 1 ed. Mosby Inc., 2006. p. 544-547.

FINN-BODNER, S. T.; JUDITH, A. H. Abdominal vascular sonography. **Veterinary clinics of north america: small animal practice**, v. 28, n. 4, p. 887-942, 1998.

FREEMAN, S.L. Diagnostic ultrasonography of the mature equine abdomen. **Equine veterinary education**, v. 15, n. 6, p. 319-330, 2003.

GALLIX, B.P.; TAOUREL, P.; OAUZAT, M.; BRUEI, J.; LAFORTUNE, M. Flow pulsatility in the portal venous system: a study of Doppler sonography

in healthy adults. **American journal of roentgenology**, v. 169, p. 141-144, 1997.

JEUNE, L.S.; WHITCOMB, M.B. Ultrasound of the equine acute abdomen. **Veterinary Clinics: Equine Practice**, v. 30, n. 2, p. 353-381, 2014.

KANTROWITZ, B. M.; NYLAND, T. G.; FISHER, P. Estimation of portal blood flow using duplex real-time and pulsed Doppler ultrasound imaging in the dog. **Veterinary radiology**, v. 30, n. 5, p. 222-226, 1989.

KEALY, J.K.; McALLISTER, H.; The Radiography. In: KEALY, J.K.; McALLISTER, H.; GRAHAM, J.P. **Diagnostic Radiology and Ultrasonography of the Dog and Cat**. 5 ed. Saunders, 2011. p. 1-22.

KNOTTENBELT, D.C; PASCOE, R.R. Conditions of the liver, peritoneum, and pâncreas. In: KNOTTENBELT, D.C; PASCOE, R.R. **Color atlas of diseases and disorders of the horse**. 1 ed. Wolfe Publishing, 1994, p. 79-90.

KÖNIG, H.E.; SAUTET, J.; LIEBICH, H.G. Digestive system (apparatus digestorius). In: KÖNIG, H.E.; LIEBICH, H.G. **Veterinary anatomy of domestic mammals**. Schattauer GmbH, 2004. p. 277-343.

LEE, C. H.; CHOI, J. W.; KIM, K. A.; SEO, T. S.; LEE, J. M.; PARK, C. M. Usefulness of standard deviation on the histogram of ultrasound as a quantitative value for hepatic parenchymal echo texture preliminary study. **Ultrasound in Medicine & Biology**, v. 32, n. 12, p. 1817-1826, 2006.

LUCENA, R.B.; RISSI, D.R.; MAIA L.A. Intoxicação por alcaloides pirrolizidínicos em ruminantes e equinos no Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 30, n. 5, p. 447-452, 2010.

MAEDA, K.; UTSU, M.; KIHAIL, P. E. Quantification of ultrasonographic echogenicity with grey-level histogram width: a clinical tissue

characterization. **Ultrasound in medicine & biology**, v. 24, p. 22-34, 1998.

MAIR, T.S.; LOVE, S. Gastroenterology 2. Hepatic and intestinal disorders. In: MAIR, T.S.; LOVE, S.; SCHUMACHER, J.; SMITH, R.K.W.; FRAZER, G.S. **Equine medicine, surgery and reproduction**. 2 ed. Elsevier Ltd, 2013. p. 49-65.

MATTOON, J.S.; BERRY, C.R.; NYLAND, T.G. Abdominal Ultrasound Scanning Techniques. In: MATTOON, J.S.; NYLAND, T.G. **Small animal diagnostic ultrasound**. 3 ed. Saunders, 2015. p. 94-127.

NESS, S.L.; KENNEDY, L.A.; SLOVIS, N.M. Hyperammonemic encephalopathy associated with portal vein thrombosis in a thoroughbred foal. **Journal of veterinary internal medicine**, v. 27, n. 2, p. 382-386, 2013.

NORMAN, T.E. Abdominal ultrasound and palpation per rectum as complementary modalities in diagnosing equine abdominal pain. **AAEP Proceedings**, v. 60, p. 205-208, 2014.

NYLAND, T.G.; LARSON, M.M.; MATTOON, J.S. Liver. In: MATTOON, J.S.; NYLAND, T.G. **Small animal diagnostic ultrasound**. 3 ed. Saunders, 2015. p. 332-399.

PEARSON, E.G. Enfermidades do sistema hepatobiliar. In: SMITH, B.P. **Medicina interna de grandes animais**. 3 ed. Mosby Inc., 2002. p. 790-795. PEARSON, E.G. Liver disease in the mature horse. **Equine veterinary education**, v. 11, n. 2, p. 87-96, 1999.

PEEK, S. F.; DIVERS, T. J. Medical treatment of cholangiohepatitis and cholelithiasis in mature horses: 9 cases (1991–1998). **Equine vet. J.**, v. 32 n. 4, p. 301-306, 2000.

QUEIROZ, J. E. R.; & GOMES, H. M. Introdução ao processamento digital de imagens. **RITA**, v. 13, n. 2, p. 11-42, 2006.

RAETH, U.; SCHLAPS, D.; LIMBERG, B.; ZUNA, I.; LORENZ, A.; VAN KAICK, G.; KOMMERELL, B. Diagnostic accuracy of computerized B-scan texture analysis and conventional ultrasonography in diffuse parenchymal and malignant liver disease. **Journal of Clinical Ultrasound**, v. 13, n. 2, p. 87-99, 1985.

REEF, V. B. Adult abdominal ultrasonography. In: REEF, V.B. **Equine diagnostic ultrasound**. 1 ed. Saunders, 1998. p. 273-363.

REEF, V.B.; WHITTIER, M.; ALLAM, L.G. Sonographic evaluation of the adult abdomen. **Clinical techniques in equine practice**, v. 3, p. 294-307, 2004.

ROSENFELD, A. T.; TAYLOR, K. J.; JAFFE, C. C. Clinical applications of ultrasound tissue characterization. **Radiologic Clinics of North America**, v. 18, p. 91-58, 1980.

SISSON, S. Sistema digestivo. In: GETTY, R. **Sisson & Grosman's The anatomy of the domestic animals, vol. 1**. 5ed. Saunders, 1975. p. 424-465.

SCHIEMANN, U.; GELLNER, R.; RIEMANN, B.; SCHIERBAUM, G.; MENZEL, J.; DOMSCHKE, W.; & HENGST, K. Standardized grey scale ultrasonography in Graves' disease: correlation to autoimmune activity. **European Journal of Endocrinology**, v. 141, n. 4, p. 332-336, 1999.

SILVA, L.C.; LIMA, A.S.; TAVARES JÚNIOR, W.C.; ROCHA, P.R.S. Evidências de hiperfluxo portal no pós-operatório de transplantes hepáticos. **Radiol Bras**, v. 38, p. 261-4, 2005.

SINGAL, A.K.; AHMAD, M.; SOLOWAY, R.D. Duplex Doppler ultrasound examination of the portal venous system: an emerging novel technique for the estimation of portal vein pressure. **Digestive diseases and sciences**, v. 55, p. 1230-1240, 2010.

SZATMÁRI V.; SÓTONYI, P.; VÖRÖS, K. Normal duplex Doppler waveforms of major abdominal blood vessels in dogs: a review. **Veterinary radiology & ultrasound**, v. 42, n. 2, p. 93-107 2001.

THRALL, D.E. Física do ultrassom. In: DROST, W.T. **Diagnóstico de Radiologia Veterinária**. 6 ed. Saunders, 2015. p. 38-49.

VEHMAS, T.; KAUKIAINEN, A.; LUOMA, K.; LOHMAN, M.; NURMINEN, M.; TASKINEN, H. Liver echogenicity: Measurement or visual grading? **Computerized Medical Imaging and Graphics**, v. 28, n. 5, p. 289-293, 2004.

VIAMONTE, M.Jr.; VIAMONTE, M. Liver circulation. **CRC critical reviews in clinical radiology and nuclear medicine**, v. 5(3), p. 351-387, 1974.

WEST, H.J. Clinical and pathological studies in horses with hepatic disease. **Equine veterinary journal**, v. 28, n. 2, p. 146-156, 1996.

WOOD, M. M.; ROMINE, L. E.; LEE, Y. K.; RICHMAN, K. M.; O'BOYLE, M. K.; PAZ, D. A.; CHU, P. K.; PRETORIUS, D. H. Spectral Doppler signature waveforms in ultrasonography a review of normal and abnormal waveforms. **Ultrasound Quarterly**, v. 26, n. 2, p. 83-99, 2010.

Capítulo 2: *Trabalho científico*

Estudo ultrassonográfico do Sistema Portocaval de equinos (*Equus caballus*) adultos

Ultrasonography assessment of portocaval system in adult horses
(*Equus caballus*)

Trabalho a ser enviado para Arquivo brasileiro de medicina veterinária e zootecnia

Título: Estudo ultrassonográfico do sistema portocaval de equinos (*Equus caballus*) adultos

Palavras-chave: cavalos, Dopplerfluxometria, vasos abdominais, fluxo portal

Instruções aos autores

<http://www.scielo.br/revistas/abmvz/pinstruc.htm>

RESUMO

Estudos ultrassonográficos hemodinâmicos, dos grandes vasos abdominais em equinos, são escassos. No presente estudo, objetivou-se avaliar pelo método *Triplex* Doppler a veia porta e seus afluentes, a fim de identificar a velocidade do fluxo venoso, e o diâmetro dos vasos. Para isso, 18 cavalos adultos saudáveis, sem alterações clínicas e laboratoriais relacionadas ao sistema gastrointestinal e ao fígado, foram avaliados. Na avaliação ultrassonográfica, utilizou-se o aparelho da marca Esaote®, modelo *MyLab™ 70 Vet XV* e transdutor com capacidade frequencial de 3-5 MHz. Imagens em modo-B e *Triplex* Doppler foram obtidas, e as medidas das variáveis como, velocidade do fluxo portal e o diâmetro dos vasos foram realizadas. A média do diâmetro vascular foi de $2,74 \pm 0,25$ cm para veia porta, $2,68 \pm 0,36$ cm para veia cava caudal, e $2,78 \pm 0,23$ para artéria aorta. A relação entre as médias do diâmetro dos vasos foi aproximadamente 1:1:1, e a velocidade do fluxo venoso observada foi $0,35 \pm 0,05$ m/s. Não se observou diferenças significativas ao comparar os valores obtidos para as variáveis entre os grupos de machos e fêmeas, ou forte correlação com fatores de idade e peso, dentro do grupo estudado. Fatores antrópicos ou morfológicos podem alterar a realização do exame, e não há dependência ou relevância estatística quanto ao gênero, idade ou peso sobre o sistema portocaval. Sendo assim, recomenda-se a inclusão na avaliação ultrassonográfica transcutânea da rotina clínica de equinos.

ABSTRACT

Due to scarcity of information regarding the large abdominal vessels in horses, it is necessary study the ultrasonographic approach of these vessels. In this study, the purpose was evaluate the portal vein and its afluentes, using the *Triplex* Doppler method, to identify venous flow velocity and the vessel diameter. For this, 18 healthy adult horses, without clinical and laboratory abnormalities related to gastrointestinal tract and the liver, were evaluated. The scan used was the *MyLab™ 30Vet XV* - Esaote®, and transducer with 3-5 MHz frequency. B-mode and *Triplex* Doppler ultrasound

images were obtained, and the measurements of the target variables were acquired to statistical analysis. The mean vascular diameter was 2.74 ± 0.25 cm for PV, 2.68 ± 0.36 cm for VCC, and 2.78 ± 0.23 for AA. The relation between the means of the vessels diameter remained close to ratio 1:1:1, and venous flow velocity observed was 0.35 ± 0.05 m/s. Do not significant differences were observed when compare the values obtained for variables between the groups of males and females, or strong correlation with age and weight factors, in the group studied. Anthropic or morphological factors may alter the performance of the exam, and there is no dependence or statistical relevance regarding gender, age or weight on the portocaval system. Anthropic or morphologic factors can change exam's execution, and no statistical significance was found for gender, age or weight, on portocaval system. Recommended to include in the transcutaneous ultrasound evaluation of horse's clinical routine.

INTRODUÇÃO

O exame ultrassonográfico hepático permite avaliar alterações parenquimatosas focais ou difusas, nódulos, mudanças de ecogenicidade, alterações hepatobiliares, isquemia e congestionamento venoso (Lisciandro, 2014). O fluxo venoso do fígado pode sofrer alterações causadas por diversos fatores, assim como hepatite, a insuficiência cardíaca congestiva, e doenças congênitas. Por isso, o uso da ultrassonografia Doppler, na avaliação hemodinâmica, pode ser fundamental no exame dos órgãos abdominais dos pacientes (Finn-Bodner e Judith, 1998; O'Donohue et al., 2004; Nyland et al., 2015; D'anjou e Penninck, 2015).

O diagnóstico pelos métodos de imagem em equinos se torna limitado, devido ao tamanho da massa corpórea, impossibilitando por exemplo a realização do exame radiográfico em cavalos adultos. Neste caso, a ultrassonografia é a técnica de escolha, seja transcutânea ou transretal. A avaliação abdominal transcutânea se tornou componente importante na prática clínica, auxiliando no prognóstico e diagnóstico dos pacientes, e contribuindo nos quadros de síndrome cólica (Reef, 2004; Barton, 2011; Jeune e Withcomb, 2014). Porém a técnica se limita, frequentemente, na

análise da ecotextura e ecogenicidade, para todos os órgãos passíveis de visualização, e na presença de líquido livre (REEF, 1998).

Apesar da importância do exame ultrassonográfico, o conhecimento sobre o fluxo venoso de diversos vasos nos equinos, principalmente dos vasos da cavidade abdominal, ainda é escasso. A veia porta é um dos vasos mais importantes e calibrosos do abdômen, e sua avaliação é dada pelo modo Doppler (D'anjou e Penninck, 2015). Diante à escassez de informações, esse trabalho tem como objetivo avaliar a velocidade de fluxo sanguíneo da veia porta, o diâmetro e a relação da veia porta, veia cava caudal e artéria aorta abdominal.

MATERIAL E MÉTODOS

Essa pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética no uso de Animais (CEUA) (Protocolo nº 0182/2017) do comitê local.

Foram utilizados 18 cavalos adultos (*Equus caballus*), 9 machos e 9 fêmeas, com idade entre 3,5 e 20 anos, e peso entre 334 e 494. Todos os animais foram provenientes do setor de equideocultura da fazenda Edgárdia – UNESP Campus Botucatu, alimentados somente à base de pasto nativo. Todos os animais selecionados se apresentavam clinicamente saudáveis, e não possuíam histórico de síndrome cólica nos 6 meses anteriores, e nenhuma das fêmeas se apresentava gestante.

Para exclusão de hepatopatias subclínicas, amostras de sangue foram coletadas e processadas com sete dias de antecedência ao exame ultrassonográfico. Foram coletados cerca de 10 ml de sangue de cada animal, distribuídos igualmente em dois tubos, um vazio e um contendo EDTA, para a realização do perfil bioquímico de enzimas hepáticas e o hemograma completo (contendo fibrinogênio), respectivamente. No bioquímico foram dosadas as enzimas aspartato aminotransferase (AST), gama-glutamilttransferase (GGT) e proteína total sérica (albumina e globulina). As amostras sanguíneas foram transportadas e processadas em um intervalo de 12 horas, desde o momento da coleta até os resultados laboratoriais. Os exames foram realizados no laboratório clínico da FMVZ da UNESP de Botucatu. Nenhum animal apresentou alterações significativas.

Para avaliação ultrassonográfica, o equipamento utilizado foi da marca Esaote®, modelo *MyLab™ 30 Vet XV*, com transdutor multifrequencial convexo, de 3-5MHz, com ganho de 88% a 100% e profundidade de 17 a 29 cm. Durante o exame ultrassonográfico os animais permaneceram no tronco de contenção, previamente tricotomizados no aspecto médio-dorsal do abdômen direito, entre o décimo quarto ao décimo sétimo espaço intercostal (Figura 1). Todos os animais se apresentavam entre 8 a 12 horas em jejum alimentar.

O protocolo para avaliação ultrassonográfica transcutânea foi realizada em modo-B, para a localização do rim direito, sendo este referência anatômica inicial do exame. A partir da localização, deslocou-se o transdutor ventralmente e, com discretas angulações, foi possível gerar imagens no plano transversal da aorta abdominal, veia cava caudal e veia porta (tríade). Ao acessar a tríade, realizou-se a avaliação longitudinal da veia porta, utilizando o método Doppler colorido e espectral.

Em alguns animais a visualização da tríade variou, havendo a necessidade de deslocar o transdutor cranialmente entre os espaços intercostais, para localizá-la. Para a análise Doppler colorido, o aparelho foi calibrado com ganho de 58% a 62% e frequência de repetição de pulso (PRF) de 1,3 a 1,8 quilohertz (KHz).

Para avaliação do Doppler espectral, foram realizadas imagens em plano longitudinal da veia porta e, o cursor posicionado na região média do vaso, a partir de um ângulo de insonação de até 60°. Calibrou-se o aparelho com PRF de 1,3 a 1,8 KHz e filtro de parede de 50 Hz. O tamanho do volume da amostra foi regulado de acordo com o diâmetro da veia porta. A frequência para o Doppler colorido e espectral foi de 2,5 a 2,9 MHz.

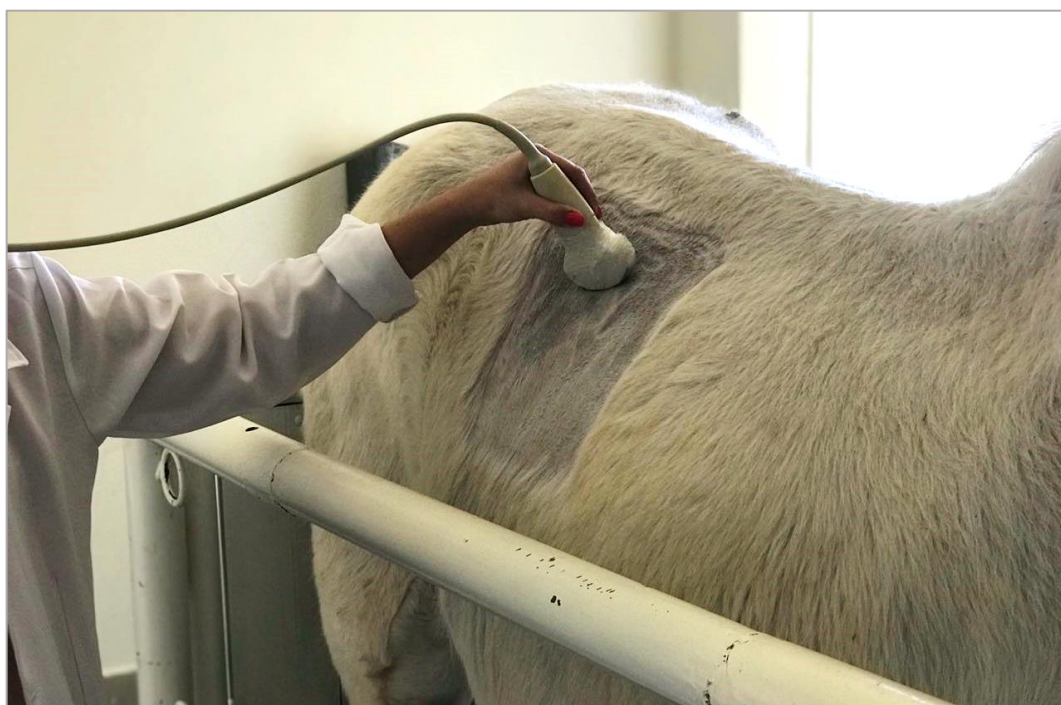


Figura 1 - Posicionamento do transdutor em relação a região torácica caudodorsal tricotomizada. Fonte: Arquivo pessoal.

Para as medidas de diâmetro luminal da artéria aorta, veia cava caudal e veia porta, foram obtidas 1 a 2 imagens por animal, contendo a tríade dos grandes vasos, e a partir dessas imagens o diâmetro de cada foi medido (Figura 2). Para mensuração do fluxo da veia porta, cerca de 2 a 3 imagens de cada animal foram selecionadas, pelo modo *Triplex Doppler*. A partir de cada imagem, 2 a 3 medidas do fluxo foram feitas (Figura 3).

As estatísticas descritivas (média e desvio padrão) foram geradas, e a distribuição das variáveis (diâmetro luminal vascular da veia porta, veia cava caudal e artéria aorta, e velocidade do fluxo sanguíneo da veia porta) foram avaliadas. A correlação linear de Pearson foi utilizada para as variáveis idade e peso. O teste *t-student* para amostras independentes foi utilizado para confrontar as médias das mesmas variáveis, citadas acima, entre machos e fêmeas. Foram consideradas diferenças estatísticas quando o valor $p < 0,05$. As análises foram feitas com o Statistical Analysis Software – SAS versão 9.3.

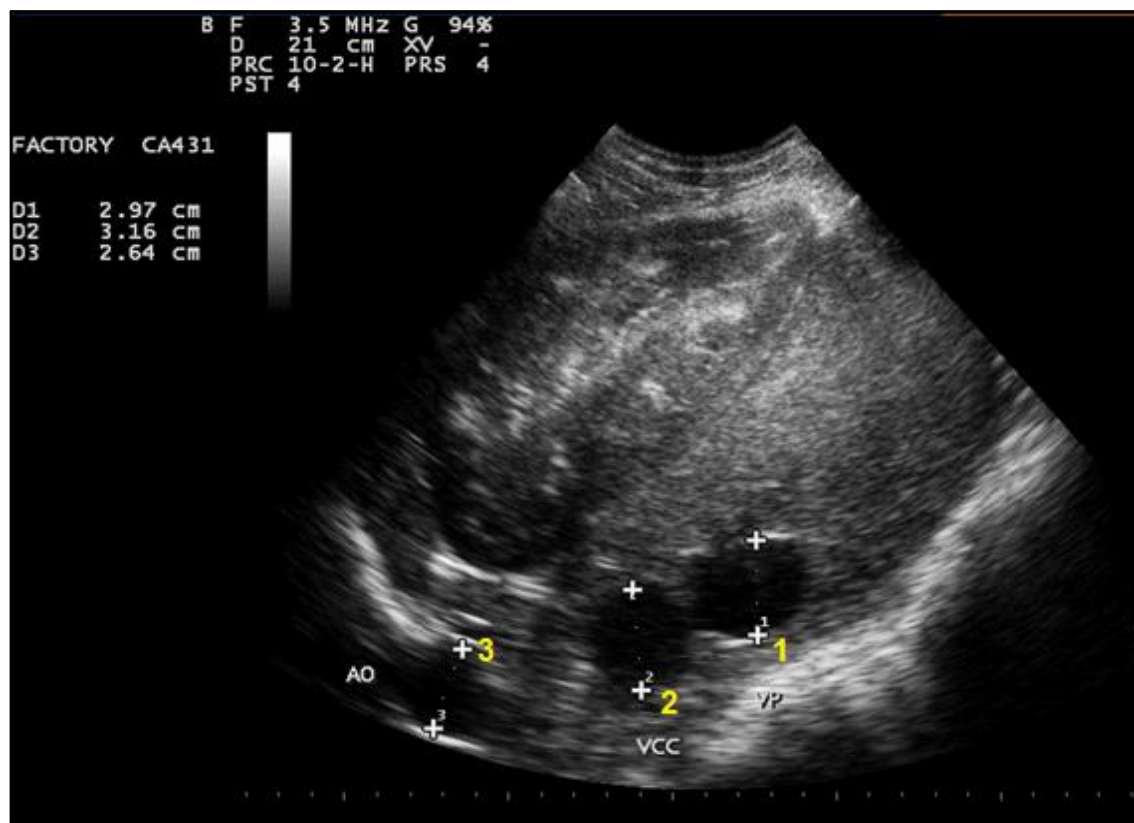


Figura 2 - Imagem em modo-B da tríade VP, VCC e AA; Medições (D1, D2 e D3) do diâmetro luminal dos vasos e artéria. (D1) veia porta; (D2) veia cava caudal; (D3) Artéria aorta. Fonte: Arquivo pessoal.

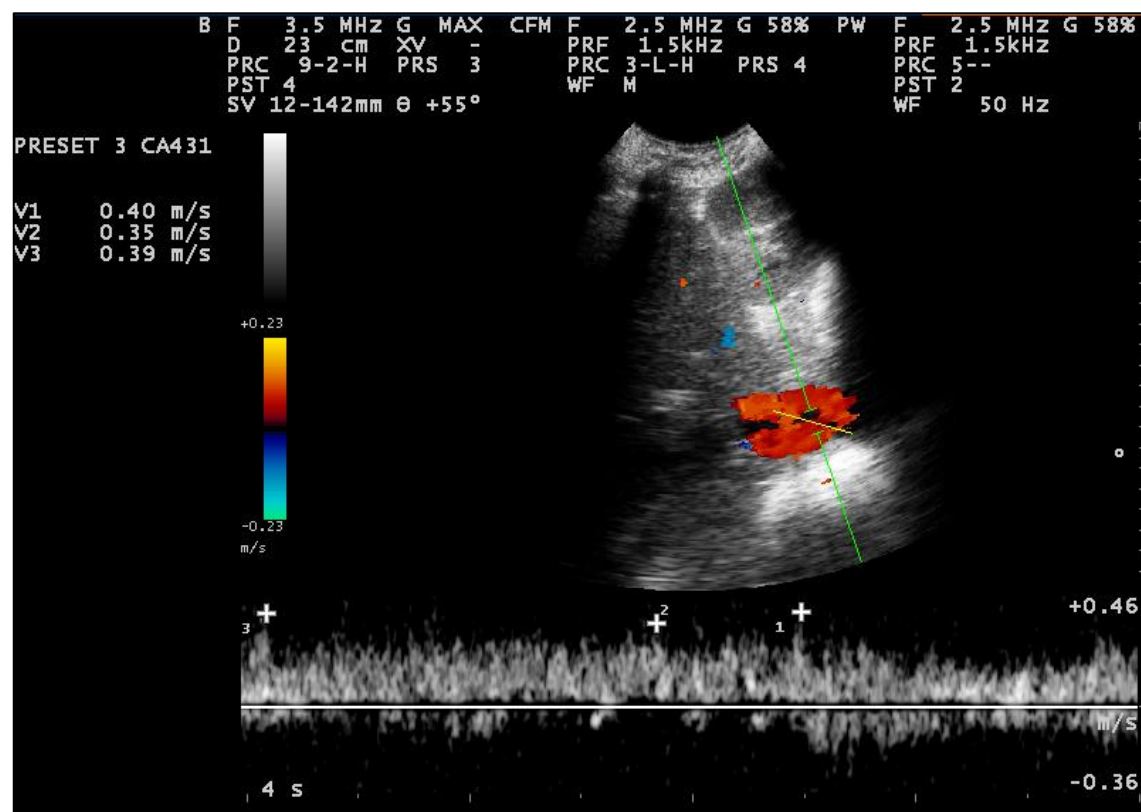


Figura 3 - Tríplex doppler da veia porta, o cursor no centro do vaso, e as 3 medições (V1, V2 e V3) do fluxo de sangue venoso em metros por segundo (m/s). Fonte: Arquivo pessoal.

RESULTADOS

Diâmetro luminal vascular

A Tab. 1 ilustra a média, mediana, desvio padrão, mediana, valores mínimo e valor máximo das variáveis de diâmetro luminal vascular da VP, VCC e AA. Não foi possível a visualização da artéria aorta abdominal em três animais, tendo assim o n menor (15 cavalos) para a seguinte variável.

Tabela 1 - Média, mediana e desvio padrão das variáveis descritivas da amostra do diâmetro luminal, em centímetros (cm), de acordo com o gênero (fêmea e macho), e o total.

		VP	VCC	AA
Média	fêmea	2,63±0,25	2,64±0,40	2,80±0,31
	macho	2,85±0,21	2,71±0,34	2,76±0,15
	total	2,74±0,25	2,68±0,36	2,78±0,23
Mediana	fêmea	2,62	2,63	2,81
	macho	2,90	2,79	2,78
	total	2,74	2,77	2,79
Mínimo	fêmea	2,24	2,05	2,42
	macho	2,56	2,01	2,48
	total	2,24	2,01	2,42
Máximo	fêmea	3,00	3,15	3,26
	macho	3,16	3,16	3,00
	total	3,16	3,16	3,26

Observa-se na Tab. 1 que, a variável VP da amostra do diâmetro luminal apresentou média de 2,74±0,25 centímetros (cm), a VCC apresentou a média de 2,68±0,36 cm, e para AA tem-se a média de 2,78±0,23 cm, para o n total de animais. A Tab. 1 também demonstra que não há diferença expressiva do diâmetro vascular entre os grupos de machos e fêmeas.

Esta amostra foi correlacionada quanto ao peso e idade, para cada variável, através do teste de correlação linear de Pearson, como demonstrado na Tab. 2.

Tabela 2 – Correlação linear de Pearson (r valor), com relação a idade e peso dos animais, variáveis do diâmetro luminal.

	n	Idade	Peso
VP	18	0,2647	0,1272
VCC	18	0,4068	0,4531
AA	15	0,2064	0,4522

Na Tab. 2, considerando a idade e o peso, observou-se que não houve forte correlação estatística nas variáveis estudadas, pois todos os valores são $r \text{ valor} < 0,7$.

A relação, considerando a média das variáveis, está apresentada na Tab. 3.

Relação porta aorta caval

Tabela 3 -Valores da média, mediana, desvio padrão, mínimo e máximo da relação entre as variáveis VP, VCC e AA.

	Média	Mediana	Mínimo	Máximo
VP x VCC	1,03±0,13	0,98	0,85	1,32
VP x AA	0,97±0,11	0,96	0,78	1,14
VCC x AA	0,97±0,13	0,98	0,75	1,23

A relação veia porta:veia cava caudal (VP x VCC) teve a média de 1,03±0,13. A média da relação entre a veia porta:artéria aorta (VP x AA), e a veia cava caudal:artéria aorta (VCC x AA) se equivaleu em 0,97.

Na Tab. 4, tem-se os valores descritivos da relação entre os grandes vasos, separados por gênero.

Tabela 4 - Valores da estatística descritiva da relação das variáveis separado por gênero, e p valor do teste *t-student* para amostras independentes.

		Média	Mediana	Mínimo	Máximo
VP x VCC	fêmea	1,00±0,14	1,95	0,85	1,24
	macho	1,05±0,12	1,03	0,93	1,32
VP x AA	fêmea	0.92±0,11	0,88	0.78	1,14
	macho	1.01±0,09	1,02	0,88	1,12
VCC x AA	fêmea	0,94±0,16	0,96	0,75	1,23
	macho	0,99±0,10	0,99	0,81	1,19
p valor =	VP x VCC	0,4521			
	VP x AA	0,1015			
	VCC x AA	0,4572			

A relação entre os vasos manteve uma acentuada proximidade de 1:1, com separação por gênero ou não. A média do número total da relação ficou entre 0,97 e 1,03. A partir da Tab. 4, é possível observar que, em nenhuma das variáveis, houve um p valor < 0,05 e assim, entende-se que não há diferença significativa entre fêmeas e machos.

Velocidade do fluxo sanguíneo portal

Os valores descritivos da velocidade do fluxo sanguíneo portal (VFSP), de todos os animais avaliados, estão representados na Tab. 5.

Tabela 5 - Valores da média, mediana, desvio padrão, mínimo e máximo da velocidade do fluxo sanguíneo portal (VFSP), em metros por segundo (m/s), do n total, e por separação de gênero. O p valor do teste *t-student* para amostras independentes, comparando os gêneros.

VFSP (m/s)					
	n	Média	Mediana	Mínimo	Máximo
TOTAL	18	0,35±0,05	0,35	0,26	0,46
Fêmeas	9	0,34±0,04	0,35	0,26	0,40
Machos	9	0,36±0,06	0,37	0,27	0,46
	p valor = 0.4593				

Verificou-se homogeneidade entre os grupos, com a velocidade média de 0,35±0,05 m/s. Quando separado por gênero, a diferença estatística da

média foi baixa, não significativa ($p > 0,05$), sendo $0,34 \pm 0,04$ m/s para as fêmeas, e $0,36 \pm 0,06$ m/s para os machos.

Correlacionando as variáveis com a VFSP averigua-se que, dentro do grupo estudado, não houve influência da idade (r valor = -0,165) e peso (r valor = -0,292) sobre os valores da VFSP, demonstrada pela correlação de Pearson.

DISCUSSÃO

O diâmetro vascular e a relação entre os vasos, apresentaram valores semelhantes aos valores de referência descritos para pequenos animais, sendo a relação entre eles de 0,75 a 1,25 (Nyland et al., 2015; D'anjou e Penninck, 2015). A obtenção das imagens foi, em parte, dificultada devido a motilidade intestinal e pelo artefato de reverberação causado pelo conteúdo gasoso das alças intestinais. Observou-se também que, a região topográfica para melhor visibilização dos grandes vasos variou entre os animais, corroborando com as citações de Scharner et al. (2002), quanto as limitações e adversidades no exame de ultrassonografia transcutânea do abdômen equino.

Segundo Dancey e Reidy (2005), os escores de interpretação, para o teste de correlação linear de Pearson, é fraco para $r = 0,10$ até $0,30$; médio ou moderado para $r = 0,40$ até $0,6$; e forte para $r = 0,70$ até 1 . No teste de correlação linear para avaliação do diâmetro luminal dos vasos estudados, nenhuma variável apresentou forte correlação.

A VFSP apresentou constância nos valores, independente do gênero, idade ou peso, contrapondo de Nyland et al. (2015), que observaram variações da velocidade do fluxo em relação ao peso, em estudo realizado em cães. O peso corporal certamente é um fator de influência, apesar de, intervalo de peso dentro do n estudado, não ter apresentado relevância estatística quanto a esse dado. Entretanto, deve-se levar em consideração a ampla variação de peso corporal dos equinos.

Valores negativos dentro desse teste estatístico, significam que a correlação é inversamente proporcional, ou seja, a velocidade é decrescente em relação ao aumento das variáveis. Não seria o esperado para o peso,

visto que em cães o peso tem influência sobre a velocidade, porém houve fraca correlação negativa, e assim baixo grau de dependência estatística. (Dancey e Reidy, 2005).

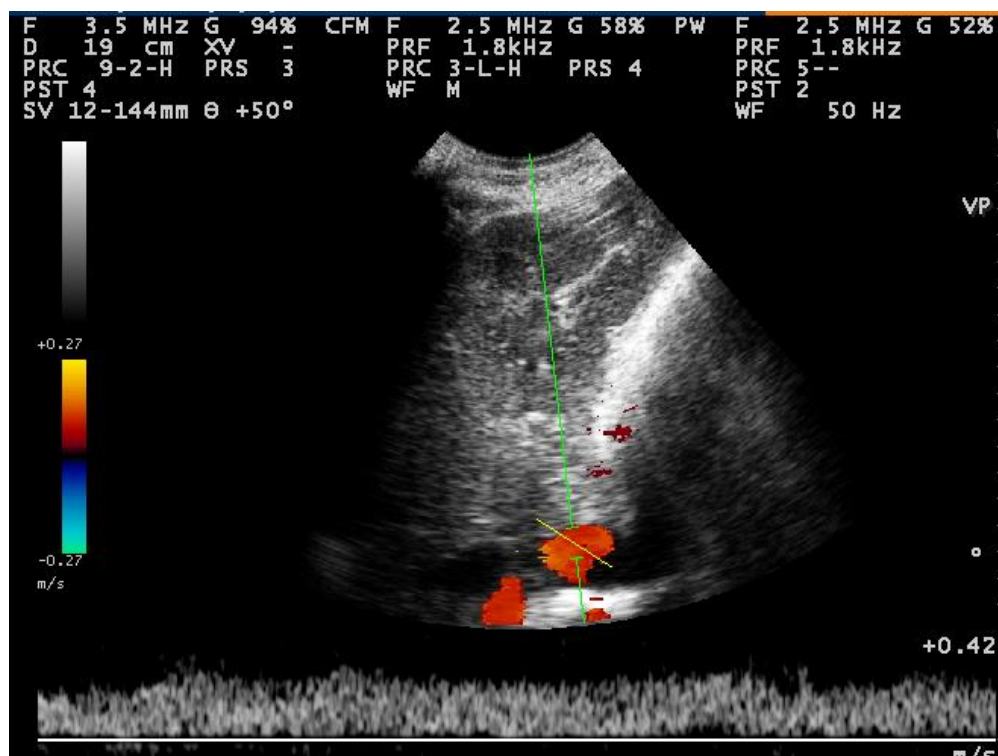


Figura 4 - Fluxo sanguíneo normal de um cavalo adulto. Fonte: Arquivo pessoal.

Cada vaso sanguíneo abdominal possui sua característica quanto a morfologia das ondas espectrais o que, em situações normais, ajuda na sua identificação pelo exame Doppler. A morfologia das ondas espectrais normais de um equino adulto (figura 4), demonstra um aspecto contínuo, hepatopetal, com discreta variação de velocidade do fluxo, semelhante as de um cão adulto e um homem adulto (Nyland et al., 2015; Ruano et al., 2017).

A veia porta tem como característica o aspecto monofásico, sofrendo influência das diferenças entre a pressão abdominal e torácica (ciclo respiratório (Szatamári et al., 2001; Nyland et al., 2015). Contudo, não se observou diferenças da velocidade do fluxo nos momentos de inspiração e expiração dos animais. Possivelmente, a causa seja a baixa frequência respiratória dos equinos, normalmente de 8 a 16 movimentos respiratórios por minuto, caracterizando uma inspiração e expiração de tempo prolongado quando comparado com humanos e animais de pequeno porte (Gonçalves,

2004). Durante a respiração e o movimento do vaso, o volume sanguíneo passa do centro do lúmen para a borda, e vice-versa, sendo a mudança de velocidade do fluxo um possível artefato (Szatmári et al., 2001).

CONCLUSÕES

A visibilização da veia porta, veia cava caudal, e principalmente da artéria aorta equina, pode ser dificultada por diversos fatores antrópicos, ou fisiológicos dos pacientes. O diâmetro dos grandes vasos abdominais, a relação do diâmetro vascular, e a velocidade do fluxo sanguíneo portal, no grupo estudado, não demonstrou dependência significativa quanto ao gênero, idade ou peso.

É possível a inclusão da avaliação da tríade portal ao exame ultrassonográfico do abdômen equino.

REFERÊNCIAS

BARTON, M.H. Understanding abdominal ultrasonography in horses: which way is up. *Compend Contin Educ Pract Vet*, v. 33, p. E1-E7, 2011.

FINN-BODNER, S. T.; JUDITH, A. H. Abdominal vascular sonography. *Veterinary clinics of north america: small animal practice*, v. 28, n. 4, p. 887-942, 1998.

GONÇALVES, R.C. Semiologia do sistema respiratório. *Semiologia Veterinária*. Roca, São Paulo, p. 313-331, 2004.

JEUNE, L.S.; WHITCOMB, M.B. Ultrasound of the equine acute abdomen. *Veterinary Clinics: Equine Practice*, v. 30, n. 2, p. 353-381, 2014.

LISCIANDRO, S. Focused or COAST3 - Liver and Gallbladder. In: LISCIANDRO, G.R. Focused ultrasound techniques for the small animal practitioner. 1 ed. John Wiley & Sons, Inc, 2014. p. 44-64.

NYLAND, T.G.; LARSON, M.M.; MATTOON, J.S. Liver. In: MATTOON, J.S.; NYLAND, T.G. *Small animal diagnostic ultrasound*. 3 ed. Saunders, 2015. p. 332-399.

O'DONOHUE, J.; NG, C.; CATNACH, S. et al. Diagnostic value of Doppler assessment of the hepatic and portal vessels and ultrasound of the spleen in liver disease. *European journal of gastroenterology & hepatology*, v. 16, n. 2, p. 147-155, 2004.

REEF, V. B. Adult abdominal ultrasonography. In: REEF, V.B. *Equine diagnostic ultrasound*. 1 ed. Saunders, 1998. p. 273-363.

REIDY, J.; DANCEY, C.P. *Estatística sem matemática para psicologia: SPSS Usando SPSS para Windows*. Editora Artmed, 2006.

RUANO, C.A.; LOURENÇO, J.; VIEIRA, L.; MARQUES, Â. Avaliação eco-doppler na cirrose hepática. *Acta Radiológica Portuguesa*, v. 27, n. 105, p. 21-26, 2017.

SAS Institute. *SAS/STAT User's Guide Version 9.3*, SAS Institute Inc., Cary, NC, 2011.

SCHARNER, D.; RÖTTING, A.; GERLACH, K. et al. Ultrasonography of the abdomen in the horse with colic. *Clinical techniques in equine practice*, v. 1, n. 3, p. 118-124, 2002.

SZATMÁRI, V.; SÓTONYI, P.; VÖRÖS, K. Normal duplex Doppler waveforms of major abdominal blood vessels in dogs: a review. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v. 42, n. 2, p. 93-107, 2001.

WOOD, M.M.; ROMINE, L.E.; LEE, Y.K.; RICHMAN, K.M.; O'BOYLE, M.K.; PAZ, D. A.; PRETORIUS, D.H. Spectral Doppler signature waveforms in ultrasonography: a review of normal and abnormal waveforms. *Ultrasound quarterly*, v. 26, n. 2, p. 83-99, 2010.

Capítulo 3: *Trabalho científico*

Histograma em escala de cinza na avaliação ultrassonográfica em Modo-B do parênquima hepático de cavalos adultos hígidos

Gray scale histogram by B-mode ultrasonographic evaluation of the hepatic parenchyma in healthy adult horses

Trabalho a ser enviado para Arquivo brasileiro de medicina veterinária e zootecnia

Título: Histograma em escala de cinza, pela ultrassonografia em Modo-B, na avaliação do parênquima hepático de cavalo adultos hípidos

Palavras-chave: equinos, ecogenicidade, ecotextura, fígado hírido

Instruções aos autores

<http://www.scielo.br/revistas/abmvz/pinstruc.htm>

RESUMO

O histograma em escala de cinza é uma técnica que demonstra um conjunto de dados precisos sobre a ecogenicidade do tecido estudado. O objetivo do estudo, pelo histograma em escala de cinza, é analisar da ecotextura e ecogenicidade do parênquima hepático. Foram obtidas imagens ultrassonográficas de 18 cavalos adultos, sem alterações clínicas e laboratoriais relacionadas ao fígado, utilizando o aparelho da marca (Esaote®), *MyLab™30 Vet XV*, com transdutor multifrequencial convexo. As imagens obtidas foram analisadas pelo software ImageJ® - National Institutes of Health, e selecionadas 3 regiões de interesse (*ROI*), quantidade de pixel amostral, com cerca de 0,5 cm² para obter os valores das variáveis de *Count*, *Mean*, *Mode* e *Mode (Count)*. Os valores da média do *Mean* e do *Mode* foram, respectivamente, 91,64 e 90,72 para amostragem do número total de animais. Ao separar em grupos, observou-se diferença da ecogenicidade entre machos e fêmeas, tendo como média do *Mean* para fêmeas o valor de 108,44, e para machos 74,83. Quanto a ecotextura, observou-se valores aproximados de 2%, em ambos os gêneros. O histograma é uma técnica eficaz para identificação de mudanças sutis na ecogenicidade e ecotextura.

ABSTRACT

Grayscale histogram is the technique that demonstrate a data set about tissue echogenicity. The purpose of studying, through a gray scale histogram, is improve analysis of the liver echotexture and echogenicity. Ultrasonographic images of 18 adult horses with no clinical and laboratory abnormalities were obtained using a (Esaote®) device, *MyLab™30 Vet XV*, with a convex multifrequencial transducer. Subsequently the images were analyzed by the software ImageJ® - National Institutes of Health, and 3 ROI were performed (pixel quantity sample), with about 0.5 cm², to obtain the values of the *Count*, *Mean*, *Mode* and *Mode (Count)* variables. The mean values for *Mean* and *Mode* were, respectively, 91.64 and 90.72 to sampling the total of animals. When separated into groups, an echogenicity difference between males and females was observed, averaging 108.44 of *Mean* for females, and for males 74,83. As for the echotexture in both cases, with or

without gender segregation, presented values slightly above 2%. Gray scale histogram is an effective technique to identifying slight changes in echogenicity and ecotexture.

INTRODUÇÃO

A ultrassonografia é um método baseado no uso de ondas sonoras de alta frequência (mega-hertz), as quais quando emitidas nos tecidos do corpo retornam em forma de eco. Pelas características físicas do ultrassom, é possível distinguir lesões focais ou difusas dos órgãos. Porém, essa técnica possui limitações por ser dependente do operador, no qual requer tempo de estudo e experiência para realização do exame com precisão e qualidade (King, 2006; Mattoon e Nyland, 2015).

Os critérios visuais para avaliação e interpretação das imagens ultrassonográficas se tornam subjetivos, baseados na correlação da ecogenicidade entre os órgãos, e principalmente na capacidade óptica humana (Kadah, et al., 1996). A ecogenicidade hepática é, normalmente, fundamentada com a ecogenicidade renal e esplênica. O parênquima esplênico é mais hiperecogênico em relação ao fígado, e o fígado é iso ou hiperecogênico em relação ao córtex renal (Smith-Levitin et al., 1997; D'anjou e Penninck, 2015). O diagnóstico se torna complexo em casos de alterações de ecogenicidade em um ou mais órgãos, supracitados.

Com o propósito de diminuir possíveis erros de interpretação da imagem, criou-se o histograma em escala de cinza (HEC), que com o uso das técnicas de imagem, como a ultrassonografia, mensura a ecogenicidade e ecotextura do tecido estudado. Dessa maneira, em órgãos massivos como o fígado, mudanças patológicas sutis na densidade do parênquima são detectáveis (Lee et al., 2006; Vescovi et al., 2009).

Assim, este trabalho teve como finalidade apurar a interpretação da ecogenicidade e ecotextura do parênquima hepático em cavalos, e otimizar a avaliação e diagnóstico.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética no uso de Animais (CEUA) (Protocolo nº 0182/2017). A realização do processo prático do projeto ocorreu no período de novembro a dezembro de 2017.

Foram utilizados 18 animais adultos, dentre eles 9 fêmeas e 9 machos, com idade mínima de 3,5 anos e máxima de 20 anos, e com peso variando de 334-494 quilos (kg). Todos alimentados à base de pasto nativo, sem histórico recente de síndrome cólica, com protocolo vacinal e controle parasitário atualizados, e nenhuma fêmea se apresentava gestante. Para garantia da hígidez hepática, amostras de sangue foram coletadas para análise laboratorial. Avaliou-se hemograma completo (contendo fibrinogênio), e bioquímico de enzimas séricas, sendo estas enzimas aspartato aminotransferase (AST), gama-glutamilttransferase (GGT) e proteína total sérica (albumina e globulina). Os animais selecionados para a pesquisa apresentaram resultados para os exames AST, GGT, albumina e globulina dentro dos valores de normalidade.

Para avaliação ultrassonográfica foi utilizado o aparelho da marca Esaote®, modelo *MyLab™30 Vet XV*, com transdutor multifrequencial convexo, de 3-5MHz, com ganho de 88% a 100% e profundidade de 17 a 27 cm. Os animais permaneceram no tronco de contenção durante a realização do exame, e foram previamente tricotomizados no aspecto médio-dorsal do abdômen direito, entre o décimo quarto ao décimo sétimo espaço intercostal direito.

Definiu-se o protocolo de exame ultrassonográfico inicial pela localização topográfica do rim direito, e a partir dele o lobo direito hepático e seus grandes vasos, veia porta, veia cava caudal e artéria aorta. Nesta localização anatômica, comparou-se visualmente a ecogenicidade e ecotextura, hepática e renal, e então as imagens em Modo bidimensional foram realizadas. Baseado nestas imagens, procedeu-se a análise do histograma em escala de cinza.

As imagens de ultrassonografia de todos os animais foram avaliadas por meio de um software específico (ImageJ ® - National Institutes of Health). Utilizou-se a ferramenta de HEC em todas as imagens, em plano transversal do lobo direito do fígado, na altura do hilo hepático. Para as medições do HEC, foram selecionadas 3 (ROI), quantidade de pixel

amostral, com tamanho de 0,5 cm² entre a borda lobar hepática em contato com a parede abdominal, até a região dorsal à veia porta. Evitou-se regiões do parênquima hepático com estruturas vasculares, sendo a veia porta uma referência anatômica. A quantidade de pixel amostral foi de 2500 a 3500 pixels.

Foram obtidos os valores das variáveis de *Count*, *Mean*, *Mode* e *Mode (Count)* (Figura 1) das imagens e, posteriormente, foram inseridos em uma tabela elaborada no Microsoft Excel 2013 para a análise estatística. A ecotextura foi obtida por meio da razão *Mode (Count)/Count*, em seguida multiplicado por 100, para transformar os valores em porcentagem (%). O resultado sendo próximo de 100% é mais homogêneo, e quanto mais próximo de 0%, mais heterogêneo.

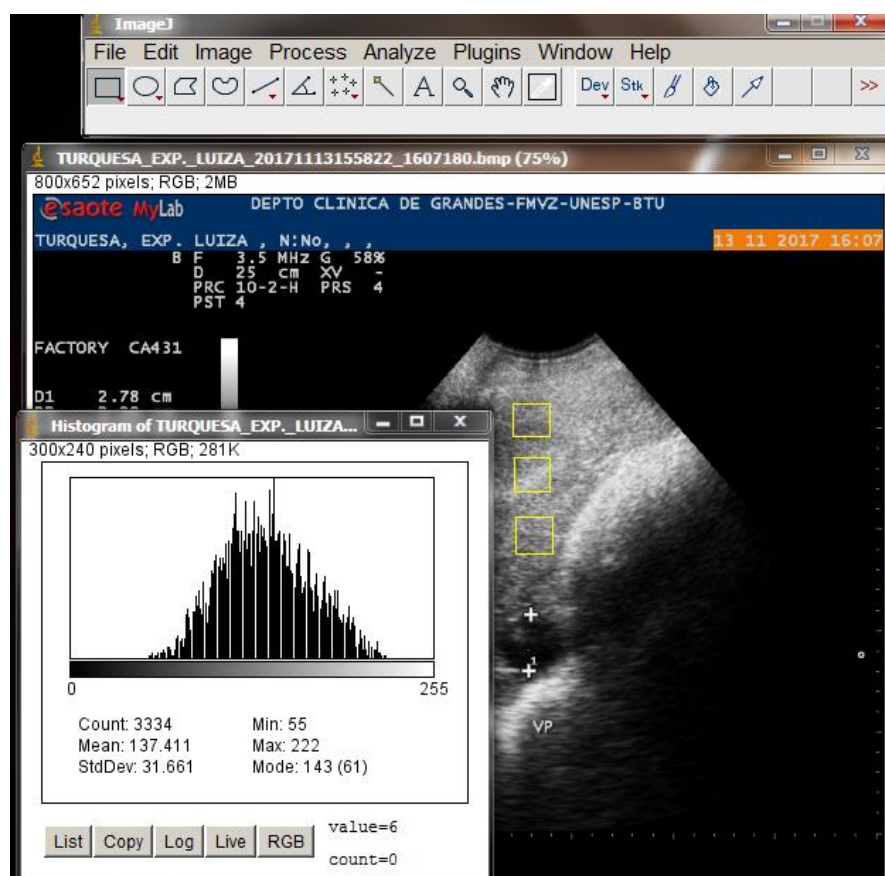


Figura 1 - Ultrassonografia do lobo hepático direito na região de hilo. Visibilizou-se as variáveis analisadas, como o Count (total de pixels selecionados); o Mean (média de tons de cinza) que apareceram na amostra, a moda (Mode), que representa a tonalidade de cinza mais frequente; e em parêntese o Mode (Count) (quantidade de pixel equivalente ao valor de cinza da moda). Fonte: Arquivo pessoal.

RESULTADOS

Os valores de média, mediana, desvio padrão, mínimo e máximo, das variáveis do histograma do parênquima hepático equino, estão ilustradas na Tab. 1. Esses valores são dados das amostras de todos os animais, sem distinção de gênero entre os animais.

A ecogenicidade é demonstrada pelas razões *Mean* e *Mode*, sendo o *Mean* a média de tons de cinza obtidas no ROI, e *Mode* dá o tom de cinza de maior frequência no ROI. O *Mean* tem o valor máximo = 250, sendo este o valor mais brilhante, e o valor mínimo = 0; assim quanto mais próximo do valor máximo mais hiperecogênico é a amostra, e mais próximo do valor mínimo mais hipoecogênico. A ecotextura é dada pelas razões *Mode (Count)*, que atribui o quantas vezes o tom de cinza de maior frequência – *Mode* – se repete no ROI, e demonstrado em porcentagem (%) pelo *Mode (Count) %*. Neste caso, quanto mais próximo do valor mínimo = 0, mais heterogênea será a amostra (maior diversidade de tons de cinza), e quanto mais próximo do valor máximo = 100, mais homogênea será a amostra.

Tabela 1 - Média, mediana, desvio padrão, mínimo e máximo, das variáveis do histograma em escala de cinza do fígado, dos equinos (n = 18).

	Count	Mean	Mode	Mode (Count)	Mode (Count) %
Média	3041,92±	91,64±	90,72±	71,11±	2,32±0,52
	315,65	39,78	47,25	16,81	
Mediana	3044,50	85,05	83,00	67,00	2,21
Mínimo	2582,00	34,57	25,00	47,00	1,58
Máximo	3478,00	175,59	201,00	116,00	3,34

A média do *Count*, que determina a ecotextura, foi de 3041,92±315,65. O *Mean* de 91,64±39,78 (Tab. 1), para o n total de animais estudados.

Foram obtidos os valores das mesmas variáveis, porém comparado entre dois grupos entre os animais, por separação de gênero. Os valores desta comparação estão demonstrados na Tab. 2.

Os valores da média do *Count* não possuem diferença estatística marcante entre os gêneros, mas as médias do *Mean* apresentaram diferença significativa entre macho e fêmea, quando comparadas. O valor da média do *Mean* das fêmeas foi de 108,44±54,49, e se apresentou 31% maior comparado com os machos, de 74,83±20,07. O valor de *Mode (Count)* e

Mode (Count) % foi similar em ambos, expressando heterogeneidade na amostra.

Tabela 2 - Média, mediana, desvio padrão, mínimo e máximo, das variáveis do histograma em escala de cinza do fígado, com separação de gênero. O n = 9 para cada gênero.

		Count	Mean	Mode	Mode (Count)	Mode (Count) %
Média	fêmea	3085,44± 358,82	108,44± 54,49	109,55± 64,82	67,66± 22,71	2,18±0,57
	macho	3045,33± 327,27	74,83± 20,07	71,88± 25,74	74,55± 12,85	2,47±0,49
Mediana	fêmea	3073,00	116,95	105,00	63,00	1,92
	macho	2884,00	74,66	71,00	73,00	2,57
Mínimo	fêmea	2582,00	34,57	25,00	47,00	1,69
	macho	2678,00	46,79	35,00	54,00	1,58
Máximo	fêmea	3469,00	175,59	201,00	116,00	3,34
	macho	3478,00	109,56	115,00	93,00	3,30

DISCUSSÃO

A ecogenicidade do parênquima hepático das fêmeas se apresentou maior, mais hiperecogênico, do que os machos. Este resultado também se reflete na razão *Mode*, onde o tom de cinza de maior frequência em fêmeas é 34% mais hiperecogênico do que o a moda em machos.

Os fatores determinantes na ovulação das éguas são a temperatura, fotoperíodo, nutrição e manejo, tornando-as poliétricas anuais ou estacionais. Mas, em função da latitude em que se desenvolveu o experimento, as atividades ovarianas estão no máximo durante a primavera e o verão (Romano et al., 1998). Neste período de ovulação, hormônios progestágenos, estrogênicos, andrógenos, hipotalâmicos e gonadotrópicos se encontram em atividade sérica (Adams e Bosu, 1988). De acordo com Adlercreut e Tenhunen (1970), em humanos, hormônios femininos, naturais ou sintéticos, detêm uma interação direta com o metabolismo hepático. Esteróides anabólicos alteram a funcionalidade do metabolismo hepático,

podendo causar colestase. A progesterona, causa aumento das dimensões do fígado, por meio da hipertrofia do retículo endoplasmático das células.

Estrógenos, naturalmente causam infiltração gordurosa. Assim, observou-se que o grupo das fêmeas apresentou um valor de ecogenicidade 31% maior que os machos. A realização dos exames ultrassonográficos decorreu no mês de novembro, estação da primavera, período de maior atividade ovariana das éguas. Sabendo dos efeitos fisiológicos diretos dos hormônios femininos sobre o fígado, pode-se questionar que, a hiperecogenicidade observada em fêmeas seja reação fisiológica natural ao aumento das atividades hormonais.

Os valores demonstrados para cada gênero, ou para o grupo total, demonstram que uma mudança sutil dos tons de cinza é de difícil detecção para a capacidade subótima do olho humano, mas passíveis de identificar pelo HEC, corroborando com Smith-Levitin et al. (1997). Segundo estes autores, ocorre variações da análise da densidade de cores, inter e intraobservadores, por fatores como luminosidade do ambiente, brilho do monitor, fadiga, abertura das pupilas, cor dos olhos e idade.

Métodos não invasivos, como exames laboratoriais e de imagem, podem vir a determinar o diagnóstico de enfermidades hepáticas de forma que técnicas invasivas, como a biópsia, não sejam necessárias. Para isso, carece-se de pesquisas que correlacionem as diferenças na escala de pixel, com às diferentes doenças do fígado.

CONCLUSÕES

A diferença da escala de cinza do parênquima hepático pelo método HEC, permite visibilizar diferenças na ecogenicidade da imagem ultrassonográfica em modo-B, entre fêmeas e machos, não identificadas pela capacidade subótima do olho humano.

As fêmeas da espécie *Equus caballus*, no período estral, apresentaram maior ecogenicidade do tecido hepático. Machos e fêmeas obtiveram ecotextura do fígado similar. Ao comparar, o HEC evidencia ser uma técnica precisa na determinação da ecogenicidade e ecotextura de tecidos, pouco explorada na Medicina Veterinária.

REFERÊNCIAS

ADAMS, G.P.; BOSU, W. T. Reproductive physiology of the nonpregnant mare. An overview and update. The Veterinary clinics of North America. Equine practice, v. 4, n. 2, p. 161-176, 1988.

ADLERCREUTZ, H.; TENHUNEN, R. Some aspects of the interaction between natural and synthetic female sex hormones and the liver. The American journal of medicine, v. 49, n. 5, p. 630-648, 1970.

D'ANJOU, M.; PENNINCK, D. Liver. In: PENNINCK, D.; D'ANJOU, M. Atlas of small animal ultrasonography. 2 ed. John Wiley & Sons, Inc, p. 183-238, 2015.

KADAH, Y.M.; FARAG, A.A.; ZURADA, J.M. et al. Classification algorithms for quantitative tissue characterization of diffuse liver disease from ultrasound images. IEEE transactions on Medical Imaging, v. 15, n. 4, p. 466-478, 1996.

KING, A.M. Development, advances and applications of diagnostic ultrasound in animals. The Veterinary Journal, v. 171, n. 3, p. 408-420, 2006.

LEE, C. H.; CHOI, J. W.; KIM, K. A.; SEO, T. S.; LEE, J. M.; PARK, C. M. Usefulness of standard deviation on the histogram of ultrasound as a quantitative value for hepatic parenchymal echo texture preliminary study. Ultrasound in Medicine & Biology, v. 32, n. 12, p. 1817-1826, 2006.

MATTOON, J.S.; NYLAND, T.G. Fundamentals of diagnostic ultrasound. In: MATTOON, J.S.; NYLAND, T.G. Small animal diagnostic ultrasound. 3 ed. Saunders, 2015. p. 1-49.

ROMANO, M.A.; MUCCIOLO, R.G.; FELICIANO, A.E.D. Biologia reprodutiva de éguas: estudo do ciclo estral e momento de ovulação. Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science, v. 35, n. 1, p. 25-28, 1998.

SMITH-LEVITIN, M.; BLICKSTEIN, I.; ALBRECHT-SHACH, A.A. et al. Quantitative assessment of gray-level perception: observers' accuracy is dependent on density differences. Ultrasound in Obstetrics & Gynecology, v. 10, n. 5, p. 346-349, 1997.

VESCOVI, L. A. MONTEIRO, J.N.M.; SANTOS, W.G. et al. Ultrassonografia quantitativa do baço de gatos normais. Veterinária em Foco, Canoas, p. 4 - 10, 2009.