



LUTHESCO HADDAD LIMA CHALFUN

**ULTRASSONOGRAFIA DO RÚMEN E FÍGADO DE VACAS
DE RAÇAS LEITEIRAS DOS MUNICÍPIOS DE LAVRAS E
IJACI/MG**

**LAVRAS-MG
2018**

LUTESCO HADDAD LIMA CHALFUN

**ULTRASSONOGRAFIA DO RÚMEN E FÍGADO DE VACAS DE RAÇAS
LEITEIRAS DOS MUNICÍPIOS DE LAVRAS E IJACI/MG**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Ciências Veterinárias, área de
concentração em Ciências Veterinárias, para a
obtenção do título de Doutor.

Prof. Dr. Antônio Carlos Cunha Lacrete Júnior
Orientador

**LAVRAS-MG
2018**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA,
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Chalfun, Luthesco Haddad Lima.

Ultrassonografia do rúmen e fígado de vacas de raças leiteiras dos municípios de lavras e Ijaci/MG / Luthesco Haddad Lima Chalfun. – 2018.

61 p. : il.

Orientador: Antônio Carlos Cunha Lacreta Júnior.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2018.

Bibliografia.

1. Ultrassom. 2. Vaca. 3. Imagem. I. Lacreta Júnior, Antônio Carlos Cunha. II. Título.

LUTHESCO HADDAD LIMA CHALFUN

**ULTRASSONOGRAFIA DO RÚMEN E FÍGADO DE VACAS DE RAÇAS
LEITEIRAS DOS MUNICÍPIOS DE LAVRAS E IJACI/MG**

**ULTRASONOGRAPHY OF THE RUMEN AND LIVER OF DAIRY COWS IN THE
MUNICIPALITIES OF LAVRAS AND IJACI, MG, BRAZIL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Ciências Veterinárias, área de
concentração em Ciências Veterinárias, para a
obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 16 de abril de 2018.

Dra. Adriana de Souza Coutinho
Dr. Juliano Vogas Peixoto
Dr. Hélio Rezende Lima Neto
Dra. Naida Cristina Borges

UFLA
UFLA
OLDS COLLEGE, CA
UFG

Prof. Dr. Antônio Carlos Cunha Lacreta Júnior
Orientador

**LAVRAS - MG
2018**

Ao alicerce da minha vida...minha família.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Jesus, por ensinar o sentido da vida...

À Maria, por me mostrar a pureza suprema...

Aos meus genitores, em especial, ao meu amado e inesquecível pai, Edson (*in memoriam*), por ter me ensinado o que é o amor e que ninguém é substituível. À minha incomparável mãe, Kátia, pelo exemplo de guerreira, vitoriosa e por nunca esmorecer, mesmo nos piores momentos.

Ao amor da minha vida, minha esposa Priscilla, pelo amor e pelo melhor presente da vida: meus filhos.

Aos meus filhos, Matheus e Helena, por me proporcionarem a experiência de praticar o verdadeiro amor.

À minha princesinha e melhor amiga, Ana Carolina, pela honestidade, orgulho e caráter.

À minha querida irmã Loren, pela dedicação, companheirismo e apoio incondicional. Quem dera se toda família tivesse uma pessoa assim!

Ao querido “*pseudo*” doutor Yank pelo apoio, amizade e carinho.

Ao querido amigo e mestre exemplar, Antônio Carlos Cunha Lacreta Júnior, pela confiança, apoio e privilégio de sua amizade.

Ao “irmão”, Hélio Rezende Lima Neto, pela verdadeira amizade e companheirismo.

À professora Adriana de Souza Coutinho, pela amizade, atenção e pela disposição em ajudar.

Ao professor, Márcio Gilberto Zangerônimo, pela prestatividade, apoio e amizade.

Ao professor Juliano Vogas Peixoto, pelo companheirismo, amizade e solicitude.

Ao grande amigo e professor, Antônio de Pádua Lima, pela amizade e ensinamentos.

Ao professor Marcelo Ângelo Cirillo, pelo auxílio e dedicação.

À professora Naida Cristina Borges, pela prestatividade.

À Universidade Federal de Lavras, em especial, ao Departamento de Medicina Veterinária pela oportunidade de realizar este sonho.

À CAPES, pelo apoio financeiro.

À FAPEMIG, pelo financiamento do experimento.

À FUNDECC/FAEPE em nome do Sr. Daniel, pelo auxílio e paciência.

Aos Médicos Veterinários e amigos, André Balduino, Bruna Rodrigues, Camila Carramona e Flávia Dada Paiva.

Ao Centro Universitário de Lavras – Unilavras, pelo apoio e compreensão.

Ao NEBOL - Unilavras, em especial, aos alunos e amigos: André Luis Mendes, Cicero de Oliveira Meirelles, Flávio Augusto Dias e Zélio Zenith.

A cada vaca colaboradora, que, na perfeição de sua criação, foram essenciais para existência deste trabalho.

“Homem de pouca fé, porque duvidastes?”

Jesus Cristo

RESUMO GERAL

Na clínica médica de bovinos, há um vasto espaço para o uso do ultrassom e, aquém de sua utilização, apenas na reprodução dessa espécie. Atualmente, pelo menor investimento, para aquisição de equipamentos no mercado brasileiro, há uma necessidade ímpar de gerar informações que deem suporte às recomendações de seu uso prático. Nesse âmbito, os órgãos do trato gastrointestinal de vacas leiteiras podem ser avaliados via ecografia, em especial, os quatro compartimentos que compõem o estômago desses animais. O retículo, rúmen, omaso e abomaso podem ser visualizados, avaliados ultrassonograficamente tanto para determinar características de padrões de normalidade, como para ter subsídio para diagnóstico de acometimentos. Alguns acometimentos como SARA, Retículo Peritonite Traumática podem ter diagnóstico embasado, por meio de achados ultrassonográficos, utilizando informações de origem europeia e criados, na maioria das vezes, em sistemas de produção diferentes das condições brasileiras. Além disso, não há parâmetros ultrassonográficos de animais brasileiros criados sob condição nacional. O objetivo do presente trabalho é revisar temas relacionados à utilização da ultrassonografia no trato gastrointestinal de vacas leiteiras e respaldar sua prática na clínica médica dos bovinos.

Palavras-chave: Ultrassom. Vaca. Imagem. Diagnóstico.

GENERAL ABSTRACT

In cattle medical clinic there is a wide space for the use of ultrasound, in suboptimal use only for reproduction. Currently, due to the lower need for investment for acquiring equipment in the Brazilian market, there is unparalleled need for generating information to support the recommendations of its practical use. In this scope, the gastrointestinal organs of dairy cows can be evaluated using ultrasound, specially of the four compartments that comprise their stomach. The reticulum, rumen, omasum and abomasum can be visualized, evaluated by ultrasound for either determining characteristics within the normality standards and to subsidize the diagnostics of diseases. Some diseases such as SARA, traumatic reticuloperitonitis, demand diagnosis based on ultrasonographical findings, using information of European origin and, generally, created in production systems different from those of Brazilian conditions. Furthermore, there are no ultrasonographical parameters for Brazilian animals reared under national conditions. The objective of the present work was to review themes related to the use of ultrasound in the gastrointestinal tract of dairy cows and support its practice in cattle medical clinics.

Keywords: Ultrasound. Cow. Image. Diagnostics.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AGV's	Ácidos graxos de cadeia curta
ANOVA	Análise de Variância
cm	centímetro
CMS	Consumo de Matéria Seca
DEL	Dias em lactação
ECC	Escore de condição corporal
EIC	Espaço intercostal
Kg	quilograma
m	metro
MS	Matéria Seca
pH	Potencial Hidrogeniônico
SARA	Acidose ruminal subaguda

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE	12
1 INTRODUÇÃO	12
2 REFERENCIAL TEORICO	16
2.1 Ultrassonografia e o aparelho digestório dos bovinos	16
2.2 Ultrassom hepático dos bovinos	23
REFERÊNCIAS	27
SEGUNDA PARTE – ARTIGO	32
ARTIGO 1 - ULTRASSONOGRAFIA DO RÚMEN E FÍGADO DE VACAS DE RAÇAS LEITEIRAS DOS MUNICÍPIOS DE LAVRAS E IJACI/MG	32
ARTIGO 2 - CARACTERIZAÇÃO DIMENSIONAL ULTRASSONOGRÁFICA HEPÁTICA DE VACAS LEITEIRAS E A RELAÇÃO COM O STATUS REPRODUTIVO	46

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

Nas primeiras imagens feitas por um dispositivo semelhante ao sonar e as atuais realizadas por aparelhos portáteis de última geração, o ultrassom tem papel de extrema importância na clínica médica, independentemente, se humana ou animal. O ultrassom é utilizado abundantemente na Medicina Humana, em menor proporção na Medicina Veterinária e, nesse aspecto, é relativamente mais participativo, na clínica médica de pequenos, se comparada a de grandes animais. Segundo Levitov, Dallas e Slonim (2013), na medicina humana, essa ferramenta deve integrar a beira do leito, pois essa tecnologia apresenta destaque inigualável de auxílio ao exame físico, desde a invenção do estetoscópio, no século XIX e continua em amplo crescimento. Há uma distância considerável da importância e, principalmente, do uso frequente dessa ferramenta diagnóstica quando comparada entre as medicinas de ambas as profissões. A ultrassonografia é uma ferramenta com papel fundamental na Medicina Veterinária, apresentando inúmeras funções em diferentes aplicações. Nesse contexto, esse exame complementar, ainda, é subutilizado na bovinocultura, principalmente, na clínica médica.

Em meados dos anos 80 do século XX, a utilização de exame ecográfico avançou, no âmbito reprodutivo dos bovinos tanto de corte quanto de leite (ARIAS et al., 2006). A ultrassonografia apresenta extrema notoriedade no campo da reprodução, seja na clínica reprodutiva, seja na pesquisa animal (GINTHER, 1986). Segundo Hopper (2015), as atuais recomendações ligadas à reprodução dos bovinos foram baseadas a partir do provento do ultrassom. Proporcionou grande evolução científica (GINTHER, 2014), aliado à portabilidade (MOURA, 2016). Gerou inúmeros estudos que proporcionaram o acompanhamento do desenvolvimento folicular, aspiração folicular guiada por ultrassom, principalmente, em bezerras por causa do desenvolvimento de pequenos transdutores (MOORE; HASLER, 2017), além de proporcionar a avaliação uterina e desenvolvimento embrionário-fetal. Atualmente, para angariar efetividade reprodutiva nos rebanhos, há de se utilizar a ultrassonografia, especialmente, o quão precoce o profissional necessitar de determinação de possível gestação. Essa precocidade em bovinos tem sido alcançada com a utilização de recursos ecográficos, como a função Doppler, podendo ser diagnosticada a gestação, ao redor de 20 dias, pós utilização de técnica reprodutiva (SIQUEIRA et al., 2013; SCULLY et al., 2014, 2015). Esta função Doppler do ultrassom, também, foi utilizada por Kanazawa et al. (2016), quando

avaliaram corpos lúteos de vacas leiteiras, no intuito de gerar parâmetros preditores de gestação com 7 e ou 14 dias pós-inseminação e obtiveram êxito com o uso desse recurso. Além da precocidade de determinação da possível gestação da vaca, pode-se utilizar o ultrassom com o intento de prever a perda gestacional (KELLEY et al., 2017). Há uma utilização ampla, estabelecida e amparada com dados científicos da ultrassonografia na esfera reprodutiva bovina. Comparativamente, há uma lacuna científica no âmbito do diagnóstico clínico dos bovinos utilizando esse recurso tecnológico.

Nesse contexto, nos primórdios do uso desse exame complementar, a maior frequência da sua aplicação foi na terapêutica em comparação ao seu uso para diagnóstico de acometimentos (ARIAS et al., 2006). A literatura relacionando a ecografia com a clínica médica veterinária de bovinos é escassa e a técnica, muitas vezes, ignorada entre os profissionais. Segundo Blond e Buczinski (2009), o ultrassom pode proporcionar imagens teciduais de alta resolução e, em tempo real, sendo mais vantajoso em relação à radiografia, basicamente, por apresentar diferentes cortes dos tecidos, capacidade de ser portátil, não invasivo (FURINI et al., 2018), sem ionização e, ademais atua proporcionando sustentação comprobatória ao diagnóstico clínico de inúmeros acometimentos, tornando o diagnóstico indubitável. Também maximiza a acurácia diagnóstica, como descrito por Nagy (2017), ao citar essa ferramenta, para diferenciação entre meningocele e meningoencefalocele, em bezerros ou coleta de fluido cérebro-espinhal (BRAUN; ATTIGER; BRAMMERTZ, 2015), além disso, auxilia nas tomadas de decisão e manejo terapêutico (XIROUCHAKI et al., 2014). Nessa perspectiva, o tratamento pode ser preciso, no âmbito técnico, minimizando a utilização de antimicrobianos e diminuindo a possibilidade de seleção de microorganismos, assim, diminui os custos de tratamento e os efeitos colaterais. Esse potencial da utilização de um recurso, para o diagnóstico por imagem de acometimentos clínicos nos bovinos, que possa minimizar o uso indiscriminado de antibiótico na pecuária, por si só, justificaria sua utilização. Há a necessidade de incrementar todas as especialidades com novas tecnologias e, em consequência, angariar conhecimento em diferentes setores, multidisciplinar, para o uso adequado de antibiótico (MENDELSON et al., 2017).

As tecnologias utilizadas na medicina humana são, muitas vezes, adaptadas para a medicina veterinária. Na imaginologia veterinária, há uma avidez por técnicas e padrões morfológicos de animais de grande porte hípidos que possam auxiliar no diagnóstico clínico, maximizando a utilização do ultrassom para além da reprodução. Ollivett e Buczinski (2016) destacaram que os aparelhos de ultrassom portáteis de profissionais que trabalham com reprodução de bovinos têm capacidade de proporcionar exames rápidos, precisos e práticos,

para determinação diagnóstica de lesões pulmonares, sua presença, gravidade e existência de abscessos.

Na clínica médica de bovinos leiteiros, necessita-se de embasamento científico ao uso do ultrassom, no suporte ao diagnóstico de determinados acometimentos, como citado por Buczinski, Forté e Bélanger (2014), Teixeira, Mcart e Bicalho (2016). Esses autores avaliaram a capacidade da ecografia, no diagnóstico de doenças respiratórias bovinas, em bezerras leiteiras, obtendo êxito, em sua utilização, recomendando seu emprego com o mesmo propósito de auxílio diagnóstico comparado ao padrão ouro do raio x. Os exames de ultrassom do tórax provêm informações essenciais, para o diagnóstico de doença pulmonar supurativa e os profissionais necessitam de treinamento ao uso dessa ferramenta (SCOTT, 2013). O ultrassom é capaz de fornecer imagens alteradas, por causa de infiltrados e detritos celulares, no caso de pneumonia, detectáveis por esse método diagnóstico, alterando a imagem pulmonar normal com prevalência de artefato de reverberação para uma imagem homogênea e hipocogênica, semelhante ao tecido hepático (OLLIVETT; BUCZINSKI, 2016).

Outro exemplo da aplicação clínica da ultrassonografia é o proposto por Muller et al. (2017) os quais comprovaram a capacidade do emprego da função Doppler do ultrassom, na determinação de valores padrões de fluxo da artéria interdigital dos membros posteriores de vacas leiteiras saudáveis, como já utilizada na clínica de equinos.

Em relação ao trato gastrointestinal, Braun et al. (2011) avaliaram a utilização do ultrassom, para gerar imagens no auxílio diagnóstico de um caso clínico de linfossarcoma abomasal, em uma vaca Pardo suíço de, aproximadamente, 3 anos de idade, comprovando sua funcionalidade na determinação do acometimento pela demonstração da presença de gânglios linfáticos reativos caudalmente ao retículo. Sharma, Dhaliwal e Randhawa (2015) avaliaram, epidemiologicamente, casos clínicos relacionados ao estômago (retículo, rúmen, omaso e abomaso) de 106 búfalos e 32 vacas e utilizaram, no exame físico, complementarmente, a ultrassonografia, concluindo que há um aumento substancial de casos de transtornos, nesses órgãos, durante o período quente e chuvoso e os principais acometimentos foram: hérnia diafragmática (17%), Retículo Peritonite Traumática (14%), indigestão vaginal (22%), peritonite (13%), abscesso reticular (8%), impactação ruminal o omasal (5%) e ulceração abomasal (9%), demonstrando, assim, a proficuidade do ultrassom na clínica bovina e até mesmo bubalina.

Destaca-se, nessa ótica, que o ultrassom pode auxiliar no diagnóstico de acometimentos do trato gastrointestinal (BRAUN, 2009a), como método de escolha para a avaliação de peritonite e coleta de líquido via abdominocentese (BRAUN et al., 2016). Segundo Wieland et al. (2017), os médicos veterinários de bovinos, atuantes a campo e que disponham de um

aparelho de ultrassom, devem ser instigados a utilizar as técnicas de exame físico e exame ultrassonográfico junto.

O objetivo deste trabalho é revisar a utilização da ultrassonografia, além da reprodução, com enfoque em algumas especialidades médicas da clínica de bovinos, especificamente, em relação ao trato gastrointestinal.

2 REFERENCIAL TEORICO

2.1 Ultrassonografia e o aparelho digestório dos bovinos

Apesar de o custo inicial ser considerado elevado, o emprego do ultrassom está cada vez maior nas práticas veterinárias dos grandes animais (STREETER; STEP, 2007). Atualmente, no mercado brasileiro, há um renque de exemplares, de diferentes marcas e especificações. Sua utilização, além da reprodução, dilui o custo inicial do investimento e, acima de tudo, auxilia num diagnóstico preciso, com imagens de qualidade, em tempo real e com segurança (BLOND; BUCZINSKI, 2009).

No exame clínico, a utilização de exames complementares, como hematologia, bioquímica sérica, ruminocentese, abdominocentese ou laparotomia exploratória, além de não ser usual, na rotina de empresas produtoras de leite e ou carne, pelo motivo de serem onerosas, laboriosas, estressantes e despender de tempo, podem ser, muitas vezes, substituídos pela utilização do ultrassom, principalmente, para avaliar órgãos do trato gastrointestinal próximos à pele (STREETER; STEP, 2007) e ou avaliação do trato gastrointestinal de bezerras doentes (BRAUN, 2016).

A tomografia computadorizada seria uma opção, para avaliação do trato gastrointestinal de bezerras, mas, atualmente, o dispêndio de dinheiro para tal equipamento só poderia ser possível, no ambiente acadêmico, centros de pesquisa avançados e ou hospitais veterinários de alto nível tecnológico (BRAUN, 2016). Nesse contexto, a ultrassonografia, com preço muito mais acessível comparativamente à tomografia, pode ser utilizada para avaliação dos compartimentos que compõem o estômago dos bovinos.

Dentre os compartimentos que integram o estômago dos bovinos, o retículo pode ser avaliado por varreduras feitas, em planos sagitais e ou transversais, ventromedial, em ambos os antímeros, na região torácica (BRAUN, 2016), próximos ao xifoide na região esternal, a partir da 3ª semana de vida, utilizando transdutor com frequência 3-5MHz, para grandes animais e 5-7,5MHz, para bezerras (BRAUN, 2016), cujo conteúdo apresenta muito ar e, conseqüentemente, formação de artefato de reverberação, impossibilitando, assim, observar metais, imãs (dificilmente aparelhos de raio x teriam capacidade de determinação da presença desses objetos no trato gastrointestinal de grandes animais) e ou corpos estranhos (STREETER; STEP, 2007). Na avaliação de animais jovens, a visualização do retículo não é possível, nas duas primeiras semanas de vida, em razão do seu tamanho diminuto e ausência de contato com a parede abdominal. Há um aumento ao redor de 4x do tamanho reticular de bezerras pré-

desmamadas para bezerras ruminando. Sua aparência, conteúdo e motilidade não mudam, mesmo quando os animais estão em sucção de leite, mas a frequência e o intervalo de contrações mudam, após a ingestão de feno e silagem (BRAUN, 2016).

Em relação à motilidade, Braun e Schweizer (2015) destacam que a grande vantagem da utilização do ultrassom é a confirmação das informações obtidas, via auscultação, podendo diferenciar se a motilidade rumino-reticular está normal, hipo ou com hipermotilidade. As imagens reticulares normais, na fase de relaxamento, apresentam-se como um contorno côncavo, parede como linha ecogênica (BRAUN, 2016), adjacente ao diafragma, parede abdominal, saco ventral cranial do rúmen, saco ventral, fígado, baço e, em caso de vacas com adiantado tempo de gestação, o abomaso.

A contratilidade reticular, aumentada a partir dos 100 dias de vida em bovinos (BRAUN, 2016), é possível de avaliação ultrassonográfica (STREETER; STEP, 2007), por meio do modo M ou B do ultrassom, que poderá auxiliar no diagnóstico e prognóstico do acometimento Retículo Peritonite Traumática. Essa injúria poderá ser visualizada pela alteração do contorno da parede reticular, presença de conteúdo anecoico ou abscesso perireticular, adesões ecogênicas (STREETER; STEP, 2007), processos inflamatórios com deposição de fibrinas perireticular ecogênicos (BRAUN et al., 2017) e alteração da contração reticular (BRAUN et al., 1994).

Braun et al. (2017) utilizaram o ultrassom como confirmação do diagnóstico de Retículo Peritonite Traumática, mesmo utilizando a radiografia com o intuito de visualizar um corpo estranho metálico, na região anatômica desse compartimento ruminal, em um experimento avaliando o tratamento e comportamento de vacas leiteiras com esse acometimento. Neste estudo, eles concluíram que o quanto antes a normalização da ingestão e ruminação forem realizadas, melhor o prognóstico do animal com tal enfermidade e sob tratamento. Logo a utilização da ultrassonografia seria um método rápido e eficiente para tal diagnóstico.

A mesma comprovação da utilidade do ultrassom, no auxílio do diagnóstico, foi relatada por Watts e Tulley (2013). Esses autores utilizaram essa ferramenta diagnóstica auxiliar, para a avaliação de um caso suspeito de retículo pericardite traumática. Durante a realização do exame ultrassonográfico, não foram encontradas evidências de acometimento, na região do retículo, como motilidade irregular, deposição de material ecogênico sugestivo de fibrina ou contorno irregular da parede reticular. Já na cavidade torácica, diante das imagens de ausência de fluido ao redor do coração, foi descartada a possibilidade de pericardite, mas encontraram dano na válvula cardíaca, sugerindo endocardite. No caso clínico relatado pelos autores, havia uma suspeita de pericardite, (pela auscultação dentro do exame clínico), proveniente da retículo

pericardite traumática, mas a ultrassonografia proporcionou o diagnóstico em endocardite. Ou seja, é indubitável o suporte tecnológico, por meio da ultrassonografia, no diagnóstico clínico, promovendo a diferenciação entre retículo peritonite e pericardite traumática, quando presente (GHANEM, 2010), determinando a severidade e adequado prognóstico do caso clínico.

Braun, Iselin e Lischer (1998) avaliaram a utilização da drenagem de abscessos perireticular, guiada por ultrassom, em comparação à ruminotomia, obtendo resultado similar, nas duas técnicas e comprovando a utilidade da ultrassonografia.

Em bezerras lactentes, o retículo, de acordo com Braun e Gautschi (2013), pode ser visualizado, em 8 dos 10 animais avaliados, em virtude do tamanho desse órgão e, ainda, pela sua posição anatômica não definitiva, pois o estômago de lactentes sofre mudança expressiva até o animal se tornar literalmente um ruminante, com isso, os achados adquiridos, via ultrassonografia de animais adultos, não devem ser utilizados para bezerras lactentes e vice-versa (BRAUN, 2016). Além disso, esse autor determinou a parede reticular como uma linha hiperecoica, em relação às estruturas adjacentes e encontrou uma motilidade bifásica com contração de $1,0 \pm 0,38$ por minuto, durante um período de 9 minutos. Essa motilidade reticular completa pela sua bifase determina a contração ruminal.

O rúmen deve ser avaliado entre o 6° e 12° EIC no antímero esquerdo, sentido dorsoventral nos EIC, na região de flanco esquerdo, no 1° dia e, em ambos os flancos, a partir disso. Apesar de já ser visualizado, no primeiro dia de vida, são observadas diferenças entre bovinos adultos com ruminação ativa e bezerras lactentes (BRAUN, 2016). É comprobatória a possibilidade de avaliação desse órgão, por meio da ultrassonografia, como descrito por Braun e Gautschi (2013), com transdutores de alta frequência, para avaliação das paredes desses órgãos (BRAUN, 2016). A determinação de seu tamanho pode ser feita com o auxílio das imagens ultrassonográficas. Na determinação das dimensões dos sacos dorsal e ventral, deve-se estipular o limite dorsal do saco dorsal e saco ventral, no antímero esquerdo, na região do flanco. Visualizando a região em que se encontra o sulco longitudinal e conhecendo as medidas até esse ponto, consegue-se determinar o tamanho dos sacos ruminais dorsal e ventral. Esses sacos têm tamanhos semelhantes até 40 dias de vida e, a partir dos 60 dias de vida, essas proporções mudam e o saco dorsal se torna menor e, no animal adulto, o saco dorsal será maior, proporcionalmente. O sulco longitudinal é visualizado no antímero esquerdo como uma dobra da mucosa (BRAUN, 2016).

Ainda, segundo esse autor, que avaliou ultrassonograficamente bezerras lactentes e pós-desmamadas, o tamanho do rúmen aumenta, progressivamente, com a idade em cada EIC e há um aumento expressivo após o desmame. Além disso, a parede ruminal deve ser avaliada,

utilizando transdutor de 13MHz, que aparecerá como uma linha ecoica com 3 camadas correspondentes às túnicas: serosa, muscular e mucosa.

Mirmazhari-Anwar et al. (2013), em um projeto piloto, utilizaram o aparelho de ultrassom transabdominal com o intuito de comprovar sua utilização no diagnóstico de acidose ruminal sub aguda (SARA) de 5 touros leiteiros adultos. Esses autores concluíram que o ultrassom tem um campo promissor, para ser utilizado no diagnóstico desse acometimento, correlacionando a espessura da mucosa do saco ruminal com pH desse órgão, ou seja, dentro das condições experimentais, espessuras da mucosa maior do que 7,3mm correspondem a que o pH do fluido ruminal é menor que 5,5. Destacaram, ainda, a necessidade da utilização de transdutores com capacidade de produzir imagens da parede ruminal com alta resolução para definição correta das camadas que a compõem.

Em contraposição à essa questão dos transdutores, Neubauer et al. (2017), avaliando as alterações da mucosa ruminal de vacas leiteiras Simental, em duas diferentes dietas (alta e baixa inclusão de grãos), por meio da ultrassonografia, utilizando transdutor transretal, relataram a possibilidade da utilização desse equipamento, para o diagnóstico de SARA e que mais trabalhos devem ser sintetizados, para dar suporte como valores de referência, a fim de esse acometimento ser diagnosticado de forma não invasiva, sendo promissor sua utilização desde que muitos animais de diferentes paridades e idades passem pelo crivo avaliativo ultrassonográfico.

O ultrassom é uma ferramenta não invasiva e merece maior destaque, já que, na sua utilização para suposição do pH ruminal, o exame não é dependente da hora da alimentação (MIRMAZHARI-ANWAR et al., 2013), diferentemente da coleta de fluido por ruminocentese, que é considerado o exame padrão ouro para o diagnóstico. Há de se destacar que um dos maiores entraves para coleta de fluido ruminal é a não precisão do local da amostragem e o estresse animal sob tal procedimento (GARRETT et al., 1999). Essas peculiaridades também podem ser sanadas pelo uso da ultrassonografia e, no diagnóstico de algumas injúrias, essa tecnologia vem a somar ao embasamento clínico.

Dentre os acometimentos que afetam o rúmen, o ultrassom pode auxiliar na avaliação da motilidade e, com isso, subsidiar informações complementares ao médico veterinário no diagnóstico de distúrbios como retículo peritonite traumática e síndrome vagal. Braun e Schweizer (2015), com o intuito de avaliar a motilidade retículo ruminal de 45 vacas leiteiras lactantes de 3 diferentes grupamentos genéticos (Pardo Suíço, Holandês Vermelho Branco e Holandês Frísio), não encontraram diferença na motilidade entre as raças, mas frisaram o subsídio de informações que o ultrassom pode fornecer ao clínico.

Além disso, o ultrassom pode ser utilizado, para determinar a presença e quantidade de leite que se alocou no rúmen, durante a amamentação de bezerras leiteiras (BRAUN; GAUTSCHI, 2013; LABUSSIÈRE et al., 2014), no saco ventral em casos da síndrome do bebedor ou beber ruminal (BRAUN, 2016), com conteúdo hipoeoico e heterogêneo. Esse autor destaca a utilidade do exame ultrassonográfico, no diagnóstico da síndrome do bebedor ruminal em lactentes, em que bezerras com o acometimento apresentam o tipo de conteúdo supracitado, diferentemente dos animais, com ausência dessa injúria, que não apresentam nenhum conteúdo ao exame ecográfico desse órgão. Além disso, a contratilidade reticular parece não ser influenciada pelo conteúdo líquido e ácido, embora esse apresente efeito no rúmen dessas bezerras. De acordo com Dirksen (2002) apud Braun (2016), o aumento da concentração de ácido láctico e butírico, perda epitelial por erosões e necrose provoca uma hiperqueratose e ou ruminite na ocorrência da síndrome de bebedor ruminal.

Braun e Gautschi (2013), os quais investigaram o rúmen de 10 bezerras holandesas lactentes, com idade entre 13 a 90 dias de vida, afirmaram ser possível avaliar ultrassonograficamente partes do rúmen, no antímero esquerdo e iniciando-se pela região do flanco, os segmentos ruminais: saco ruminal dorsal, sulco e saco ventral. Esses autores encontraram espessuras de, respectivamente, $2,1 \pm 0,61$; $3,5 \pm 1,2$ e $3,2 \pm 0,85$ mm. Braun (2016) declara que, no caso de bebedor ruminal, a parede ruminal do saco dorsal não apresenta diferença na sua espessura em comparação a bezerras sem o acometimento. Ainda, Braun e Gautschi (2013) avaliaram, também, os outros compartimentos que compõem o estômago dos ruminantes e, nesse âmbito, conseguiram avaliar o omaso em 70% das bezerras estudadas.

O omaso pode ser visualizado entre o 6° e 10° espaço intercostal (EIC), por meio da ultrassonografia, no terço médio ventral do antímero direito, imediatamente ventral ao fígado. Sua parede apresenta uma imagem similar à do retículo (STREETER; STEP, 2007) e, em raras exceções, podem ser visualizadas suas incrustações e sem evidente visualização de contratilidade.

Braun e Gautshi (2013) comprovaram a capacidade avaliativa do omaso em bezerras lactentes e encontraram uma espessura média da parede com o valor de $2,7 \pm 0,85$ mm e nenhuma contratilidade foi observada, durante os 4 minutos de observação, para essa característica. Além disso, suas características ultrassonográficas não apresentaram alteração, durante a alimentação dessas bezerras, nem durante sua ingestão de leite e nem na ruminação (BRAUN, 2016).

O órgão de digestão química pertencente a um dos quatro compartimentos ruminais, o abomaso, é visualizado entre o 5° e 12° EIC (BRAUN, 2016), plausível de aferições (BRAUN; WILD; GUSCETTI, 1997), na região ventro-caudal e, aproximadamente, 20cm caudal ao

processo xifoide, 5 a 10 cm médio-lateral, na região ventral do antímero direito de vacas paridas (WITTEK; CONSTABLE; MORIN; 2005), em ambos os lados da linha média ventral, no primeiro dia de vida (BRAUN, 2016) e pode ter sua coagulação (MIYAZAKI et al., 2009) e esvaziamento (BURGSTALLER; WITTEK; SMITH, 2017) monitorado, via ultrassonografia, como também o tempo da ingestão de leite em lactentes e até sua chegada ao abomaso pode ter seu tempo medido com auxílio das imagens feitas pelo ultrassom (BRAUN, 2016).

Wittek, Constable e Morin (2005) encontraram o abomaso apresentando 75% do órgão à direita da linha média e 25% à esquerda da linha média. Sua parede é delgada se comparada às paredes dos outros três compartimentos ruminais e apresenta dobras rugosas como linhas vermiformes (STREETER; STEP, 2007). Seu conteúdo pode apresentar uma imagem com artefato de reverberação, em alguns casos, por causa da presença de ar e pode variar de animal para animal, dieta e idade. Além do ar, pode apresentar uma imagem heterogênea, com regiões hipocogênica e ou hiperecogênica, sendo essas últimas sugestivas de coágulo em animais adultos e leite coagulado em lactentes (BRAUN, 2016).

No âmbito da imagiologia abomasal, há recursos capazes de fornecer subsídio para o correto diagnóstico, tratamento e prognóstico. Dentre esses recursos, estão a endoscopia (FRANZ, 2011) e a ultrassonografia que podem auxiliar de forma valiosa (PARDON et al., 2012), no diagnóstico de acometimentos como: deslocamento, impactação, presença de úlceras e abomasocentese (STREETER; STEP, 2007), motilidade anormal (BOOS et al., 2013) e, ainda, pela determinação de dimensões abomasais específicas, por meio da ultrassonografia, há precisão suficiente para calcular o volume desse órgão (BURGSTALLER; WITTEK; SMITH, 2017).

A mesma técnica utilizada, para a avaliação do abomaso via ultrassonografia de animais adultos, pode ser utilizada para animais jovens. Braun (2016), na avaliação do trato gastrointestinal de bezerras lactentes e pós-desmame, relata que a parede abomasal pode ser descrita ultrassonograficamente como uma linha tênue ecoica e as dobras abomasais são, muitas vezes, distintas.

O leite pós-ingestão foi visualizado no abomaso, em todas as bezerras lactentes (10/10), com idade entre 13 a 90 dias de vida e peso vivo de 32 a 92kg, avaliadas por Braun e Gautschi (2013). Esses autores aferiram, ainda, a parede desse órgão e encontraram um valor da espessura da parede de $1,7 \pm 0,68$ mm e ingestão abomasal com característica heterogênea, formado por coágulos alimentares.

Oman et al. (2016) utilizaram o ultrassom como mais uma ferramenta diagnóstica de quatro bezerros de corte com suspeita clínica de deslocamento de abomaso, para o antímero

esquerdo, obtendo êxito na formação de imagem e descrevendo-a como presença do abomaso dorsalmente visualizado entre o rúmen e a parede abdominal do antímero esquerdo. Duas semanas, após a resolução cirúrgica por abomasopexia paramamaria ou resolução clínica por rolamento, os autores repetiram o exame e encontraram o abomaso em seu local anatômico natural. Esses autores, ainda, concluíram que o ultrassom proporcionou um auxílio diagnóstico conveniente, não invasivo para o tratamento de casos clínicos como o supracitado.

Um caso clínico, diagnosticado com o auxílio do ultrassom, foi caracterizado pelos seus autores (CONSTANT et al., 2016) como o primeiro descrito na literatura, relacionando abomasite traumática, utilizando o diagnóstico ultrassonográfico e radiográfico, quando o animal apresentou cólica e sem resposta ao tratamento médico de rotina.

No animal gestante, a posição do abomaso é alterada, sendo empurrado pelo útero gravídico, posicionando-o mais transversalmente e para o lado esquerdo ventralmente no abdômen em comparação a vacas não gestantes (WITTEK; CONSTABLE; MORIN, 2005). Além disso, esses autores relataram que o abomaso retornou sua posição anatômica cerca de duas semanas pós-parto. Braun (2016) relata relação linear forte entre volumes de substituído de leite ou eletrólito e volume abomasal aferido via ultrassonografia. Ademais, esse autor destaca, ainda, que uma dose elevada de eritromicina (8,8mg/kg) aumentou a frequência de contratilidade abomasal e, desta forma, encontrou uma diminuição de 37% do tempo de esvaziamento do abomaso.

A visualização do piloro abomasal pode ser feita, a partir dos 80 dias de vida (BRAUN, 2016), no antímero direito e paralelo ao lado à região fúndico abomasal. Segundo Wittek, Constable e Morin (2005), a visualização do piloro ocorreu apenas em 7% das vacas holandesas frísias, nos últimos três meses de gestação e primeiros três meses de lactação e será observada apenas quando estiver no mesmo plano do transdutor. Essa proporção da capacidade de avaliação do piloro foi maior (6/10), na avaliação ultrassonográfica de bezerras lactentes, como descrito por Braun e Gautschi (2013).

Na avaliação dos sacos ruminais e na presença de deslocamento de abomaso, para o antímero esquerdo, o sulco ruminal, presente na região médio lateral do antímero esquerdo, deixa de ser visualizado pelo ultrassom, pois o abomaso desloca o rúmen medialmente (STREETER; STEP, 2007). No caso de deslocamento de abomaso para o antímero direito, o fígado deslocado medialmente deixa de ser visualizado ultrassonograficamente, imediatamente após a parede abdominal no antímero direito, sendo sugestivo esse acometimento (BRAUN, 2005) ou vólculo abomasal (CONSTABLE; JEAN; HULL, 1991).

Na presença de linfossarcoma abomasal, há um espessamento abrupto da parede do abomaso (TRENT, 2004) e, com edema, as dobras abomasais se tornarão mais visíveis e com característica hipoeecogênica (STREETER; STEP, 2007).

Em relação ao intestino, seja delgado ou grosso, o ultrassom tem utilidade limitada, em virtude do tamanho, profundidade de ambos e presença de gás, principalmente, no intestino grosso (STREETER; STEP, 2007). O intestino delgado, por ausência de grande quantidade de ar, pode ser avaliado ultrassonograficamente não em sua totalidade, em razão de sua magnitude, no antímero direito, caudo-ventral (STREETER; STEP, 2007) ou região paramamária. A visualização do duodeno proximal é possível, quando o transdutor é posicionado, na região da vesícula biliar, presente medialmente a ela Streeter e Step (2007). Jejunos e íleo podem ser avaliados ultrassonograficamente, nos últimos espaços inter-costais (STREETER; STEP, 2007), mas sem possibilidade de ser diferenciados (IMRAN et al., 2012). O omento maior envolve o duodeno descendente e esse último é visualizado na região paralombar.

Braun et al. (1995), avaliando segmentos do intestino delgado, encontraram valores médios de diâmetro e espessura de alças intestinais entre 2,2 a 4,5cm e 3mm, respectivamente, com visualização de motilidade. A parte do duodeno proximal e duodeno descendente apresentaram diâmetros de 1,1 a 5,4cm e 0,9 a 3,7cm, respectivamente (BRAUN; MARMIER, 1995). Avaliando diâmetro das alças sob o acometimento de íleo parálítico, encontraram diâmetro do duodeno: 6,5 a 9,9cm, jejuno: 3,5 a 9,8cm, íleo: 4,4 e 5,5cm e concluíram que o ultrassom poderia auxiliar no diagnóstico desse acometimento em apenas alguns casos (BRAUN et al., 1995).

Segundo Streeter e Step (2007), em razão da presença do artefato de reverberação, nas imagens de intestino grosso e ceco, as estruturas visíveis, nessas duas porções intestinais, são apenas as superficiais.

2.2 Ultrassom hepático dos bovinos

Há dificuldade de diagnosticar, especificamente, qual causa está relacionada a acometimentos hepáticos de ruminantes, mas a ultrassonografia tem papel de destaque em muitas injúrias que adoestam o fígado (STREETER; STEP, 2007), com destaque para fígado gorduroso (BANZATO et al., 2016), abscesso hepático, trombose da veia cava caudal, onfalite e onfaloflebite.

A primeira característica a ser avaliada é a ecogenecidade do parênquima de forma subjetiva e os vasos sanguíneos. Segundo Braun (2016), o parênquima hepático consiste de inúmeros ecos tênues distribuídos de forma homogênea por toda área do órgão e que ramos da veia porta e veias hepáticas presentes incrementam, respectivamente, suas dimensões rumo à veia porta e caudal. A veia porta e seus ramos diferencia-se da veia cava caudal pela posição anatômica, parede com ecogenicidade superior na primeira e formato, sendo arredondado para a primeira e triangular para a segunda veia supra citada.

Além disso, as margens ventral e dorsal devem ser avaliadas em cada EIC e, para se calcular o tamanho do fígado, que será encontrado entre do 5° ao 12° EIC. Utilizam-se os procedimentos descritos, para bovinos adultos (BIELEFELDT-OHMANN, 1995), cuja face serosa do fígado está em contato íntimo com a face parietal da cavidade abdominal e ou serosa das costelas (BRAUN, 2009b). De acordo com Streeter e Step (2007), faz-se necessária a utilização de transdutor de 2,5 a 3,5 MHz, avaliando o fígado como um todo. Quando o parênquima hepático não está acometido por nenhuma injúria, ele apresenta textura hipoecoica em relação ao rim direito e homegeinidade plena e esse deve ser o primeiro a ser avaliado (BRAUN, 2016).

De acordo com Braun (2016), as dimensões hepáticas de bezerras também podem ser aferidas por ultrassom e devem seguir as técnicas descritas, para animais adultos, congelando as imagens em cada EIC. Bovinos jovens apresentam mudanças consideráveis do fígado desde o seu crescimento.

Braun e Kruger (2013) avaliaram 6 bezerros da raça holandesa lactentes, a partir de 1 dia de vida até 104 dias, com exames ultrassonográficos hepáticos, por 6 vezes, em intervalos de 3 semanas. Esses autores encontraram uma maior dimensão do fígado entre o 8° e 11° EIC, com valores variando do primeiro ao último exame, $14,8 \pm 3,8$ a $12,4 \pm 2,5$ cm (9° EIC), respectivamente. Em relação à espessura hepática, o maior valor encontrado foi no 8° e 9° EIC, variando entre $5,8 \pm 0,6$ a $8,0 \pm 0,7$ cm. A veia cava caudal apresentou maior circunferência, no 10° e 11° EIC, variando entre $4,2 \pm 0,7$ e $5,6 \pm 1,4$ cm. Já a veia porta apresentou diâmetro variando entre $1,4 \pm 0,2$ e $1,8 \pm 0,3$ cm e essas variações foram determinadas, a partir do primeiro até o último exame do período experimental.

Na clínica médica de bovinos leiteiros jovens, há considerável casuística de onfalite ou onfaloflebite e sua presença pode ser confirmada pela ultrassonografia. Wieland et al. (2017), avaliando diferentes tratamentos, para o umbigo de 423 bezerras leiteiras, concluíram que a ultrassonografia foi mais eficiente do que o exame físico, para determinar a presença de onfalite em animais com 3 a 4 semanas de vida. Braun (2016) afirma que, no caso da veia porta, seu

diâmetro apresenta pouca variação, nos primeiros 100 dias de vida de bezerras lactentes, com valores menores nos EIC craniais comparativamente aos valores nos EIC caudais (variação de 1,2 a 1,8cm).

Braun e Gerber (1994), avaliando o fígado de 186 vacas Pardo Suíço, Simental e cruzamentos com holandês e idade entre 2,5 a 11,5 anos, não encontraram correlação entre peso vivo, altura e produção de leite com diâmetro da veia porta e veia cava caudal, posição e tamanho hepático, mas encontraram correlação entre o diâmetro das respectivas veias com gestação, ou seja, com o avançar da gestação, a veia cava aumenta o seu diâmetro e a veia porta diminui esse parâmetro.

A biópsia hepática é utilizada como auxílio diagnóstico, para injúrias hepáticas; no caso de hepatomegalia, há um diagnóstico sugestivo dessa relação de grande tamanho do fígado com a presença de retículo peritonite traumática (GHANEM, 2010). Os acometimentos relacionados ao fígado podem ter o ultrassom como incremento, como guia, no intuito de maximizar a eficiência da amostragem (STREETER; STEP, 2007), principalmente, em acometimentos focais em que não há condição de ser amostrado às cegas.

Gomez et al. (2017) indicam que a biópsia guiada juntamente com imagens ultrassonográficas devem ser artifícios clínicos, para determinação da presença de colangiohepatite, em vacas leiteiras adultas e que, em alguns casos, apenas esse último artifício já se torna útil, para o auxílio diagnóstico em complementariedade ao exame físico. Pela aferição da espessura hepática, utilizando o ultrassom de 23 vacas, na região das veias cava caudal e porta, Braun e Gerber (1994) encontraram uma correlação entre essas medidas e o tamanho do fígado (0,55 a 0,76) e (0,67 a 0,76), respectivamente, sendo essas dimensões, posteriormente, ratificadas pela necrópsia.

A utilização do ultrassom, para avaliação hepática de bovinos, permite também diagnosticar colestase, (GOMEZ et al., 2017), ruptura de bexiga e lipidose hepática. Devem ser levadas em consideração as informações relatadas por Rafia et al. (2012), que não encontraram parâmetros ultrassonográficos que correspondessem a parâmetros bioquímicos de função hepática de vacas periparturientes, mas a técnica para fígados gordurosos pode ser utilizada pelos profissionais de campo. Banzato et al. (2016) avaliaram ultrassonograficamente o fígado de 48 vacas leiteiras holandesas frísio com diferentes paridades, em uma mesma lactação e compararam as imagens, em modo B, por um software que pode quantificar a ecogenicidade das imagens em relação à biópsia, no intuito de encontrar uma correlação entre os dois. Desse modo, conseguiriam criar critérios, para ratificar o uso apenas do ultrassom, para quantificar o teor de triacilglicerol que tem ligação direta com a lipidose hepática. Essa utilização de um

software específico corrobora com as recomendações de Rafia et al. (2012), que recomendam parâmetros mais sofisticados para a avaliação hepática. Ainda, Banzato et al. (2016) concluíram que a ultrassonografia tem capacidade de promover ao profissional responsável subsídio suficiente, para quantificar o teor de triacilglicerol no tecido hepático, de forma simples e não invasiva.

Outro acometimento muito comum nos bovinos, em especial, animais sob sistema de confinamento, é a presença de abscesso hepático. Amachawadi e Nagaraja (2016), em uma revisão da incidência de abscessos relacionados à vacinação e cepa bacteriana, demonstraram a funcionalidade da ultrassonografia, no diagnóstico desse acometimento em bovinos e a importância dessa injúria, seja no gado de corte, seja no gado de leite. Esses autores destacam que bois holandeses e vacas dessa mesma raça que estejam sob confinamento, para engorda e, posteriormente, abate, apresentam maior incidência de abscessos hepáticos do que animais especializados para o abate e consideram ainda sem explicação plausível para esse fato.

REFERÊNCIAS

- AMACHAWADI, R. G.; NAGARAJA, T. G. Liver abscesses in cattle: a review of incidence in Holsteins and of bacteriology and vaccine approaches to control in feedlot cattle. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 94, n. 4, p. 1620–1632, Apr. 2016.
- ARIAS, L. A. Q. et al. (Coord.). **Ecografía y reproducción en la vaca**. Santiago de Compostela: Universidade Servizo de Publicacións e Intercambio Científico, 2006. 92 p.
- BANZATO, T. et al. Texture analysis of B-mode ultrasound images to stage hepatic lipidosis in the dairy cow: a methodological study. **Research in Veterinary Science**, Oxford, v. 108, p. 71–75, Oct. 2016.
- BIELEFELDT-OHMANN, H. The pathologies of bovine viral diarrhoea virus-infection - a window on the pathogenesis. **The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 11, n. 3, p. 447- 475, Nov. 1995.
- BLOND, L.; BUCZINSKI, S. Basis of ultrasound imaging and the main artifacts in bovine medicine. **The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 25, n. 3, p. 553-565, Nov. 2009.
- BOOS, A. et al. Situs ambiguus in a Brown Swiss cow with polysplenia: case report. **BMC Veterinary Research**, London, v. 9, p. 34, Feb. 2013.
- BRAUN, U.; FLUCKIGER, M.; GOTZ, M. Comparison of ultrasonographic and radiographic findings in cows with traumatic reticuloperitonitis. **The Veterinary Record**, London, v. 135, n. 20, p. 470–8, Nov. 1994.
- BRAUN, U.; GERBER, D. Influence of age, breed, and stage of pregnancy on hepatic ultrasonographic findings in cows. **Animal Journal Veterinary Research**, Chicago, v. 55, n. 9, p. 1201–5, Sept. 1994.
- BRAUN, U. et al. Eating and rumination behaviour in cows with traumatic reticuloperitonitis. **Schweiz Arch Tierheilkd**, Zurich, v. 159, n. 2, p. 101-108, Feb. 2017.
- _____. Rumen perforation caused by horn injury in two cows. **Acta Veterinaria Scandinavica**, Copenhagen, v. 58, p. 5, Jan. 2016.
- _____. Ultrasonographic findings in a cow with abomasal lymphosarcoma: case report. **BMC Veterinary Research**, London, v. 7, p. 20, May 2011.
- BRAUN, U. Ultrasonographic examination of the reticulum, rumen, omasum, abomasum, and liver in calves. **The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 32, n. 1, p. 85–107, Mar. 2016.
- _____. Ultrasonography of gastrointestinal tract in cattle. **The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 25, n. 3, p. 567-590, Nov. 2009a.

- _____. Ultrasonography of the Liver in Cattle. **The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 25, n. 3, p. 591–609, Nov. 2009b.
- _____. Ultrasound as a decision-making tool in abdominal surgery in cows. **The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 21, n. 1, p. 33–53, Mar. 2005.
- BRAUN, U.; A. GAUTSCHI, A. Ultrasonographic examination of the forestomachs and the abomasum in ruminal drinker calves. **Acta Veterinaria Scandinavica**, Copenhagen, v. 55, p. 1, Jan. 2013.
- BRAUN, U.; ATTIGER, J.; BRAMMERTZ, C. Ultrasonographic examination of the spinal cord and collection of cerebrospinal fluid from the atlanto-occipital space in cattle. **BMC Veterinary Research**, London, v. 11, p. 227, Sept. 2015.
- BRAUN, U.; ISELIN, U.; LISCHER, C. Ultrasonographic findings in five cows before and after treatment of reticular abscesses. **The Veterinary Record**, London, v. 142, n. 8, p. 184–189, Feb. 1998.
- BRAUN, U.; KRUGER, S. Ultrasonography of the spleen, liver, gallbladder, caudal vena cava and portal vein in healthy calves from birth to 104 days of age. **Acta Veterinaria Scandinavica**, Copenhagen, v. 55, n. 1, p. 68, Sept. 2013.
- BRAUN, U.; MARMIER, O. Ultrasonographic examination of the small intestine of cows. **The Veterinary Record**, London, v. 136, n. 10, p. 239–44, Mar. 1995.
- BRAUN, U.; MARMIER, O.; PUSTERLA, N. Ultrasonographic examination of the small intestine of cows with ileus of the duodenum, jejunum or ileum. **The Veterinary Record**, London, v. 137, n. 9, p. 209–15, Aug. 1995.
- BRAUN, U.; SCHWEIZER, A. Ultrasonographic assessment of reticuloruminal motility in 45 cows. **Schweizer Archiv für Tierheilkunde**, Zürich, v. 157, n. 2, p. 87–95, Feb. 2015.
- BRAUN, U.; WILD, K.; GUSCETTI, F. Ultrasonographic examination of the abomasum of 50 cows. **The Veterinary Record**, London, v. 140, n. 4, p. 93–98, Jan. 1997.
- BUCZINSKI, S.; FORTÉ, G.; BÉLANGER, A. M. Short communication: ultrasonographic assessment of the thorax as a fast technique to assess pulmonary lesions in dairy calves with bovine respiratory disease. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 96, n. 7, p. 4523–4528, July 2014.
- BURGSTALLER, J.; WITTEK, T.; SMITH, G. W. Invited review: abomasal emptying in calves and its potential influence on gastrointestinal disease. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 100, n. 1, p. 17–35, Jan. 2017.
- CONSTABLE, P. D.; JEAN, G.; HULL, B. L. Prognostic value of surgical and postoperative findings in cattle with abomasal volvulus. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Ithaca, v. 199, n. 7, p. 892–898, Oct. 1991.

CONSTANT, C. et al. Imaging diagnosis—traumatic Abomasitis caused by foreign bodies in a cow. **Veterinary Radiology Ultrasound**, Raleigh, v. 47, n. 6, p. 63-66, Nov. 2016.

FRANZ, S. Endoscopy in cattle. **Tierärztliche Praxis. Ausgabe G, Grosstiere/Nutztiere**, Stuttgart, v. 39, n. 5, p. 281-288, 2011.

FURINI, P. M. et al. The effects of increasing amounts of milk replacer powder added to whole milk on mammary gland measurements using ultrasound in dairy heifers. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 101, n. 1, p. 767-773, Jan. 2018.

GARRETT, E. F. et al. Diagnostic methods for the detection of subacute ruminal acidosis in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 82, n. 6, p. 1170–1178, June 1999.

GHANEM, M. M. A comparative study on traumatic reticuloperitonitis and traumatic pericarditis in Egyptian cattle. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, Ankara, v. 34, n. 2, p. 143-153, Apr. 2010.

GINTHER, O. J. How ultrasound technologies have expanded and revolutionized research in reproduction in large animals. **Theriogenology**, Los Altos, v. 81, n. 1, p. 112-125, Jan. 2014.

_____. **Ultrasonic imaging and reproductive event in the mare**. Madison: WI, 1986. 378 p.

GOMEZ, D. E. et al. Cholangiohepatitis in dairy cattle: 13 cases. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Philadelphia, v. 31, n. 3, p. 922-927, May 2017.

HOPPER, R. M. **Bovine reproduction**. Starkville: Wiley Blackwell, 2015. v. 1, 819 p.

IMRAN, S. et al. Ultrasonographic imaging of the small intestine in healthy Indian crossbred cows. **The Indian Journal of Animal Sciences**, New Delhi, v. 82, n. 5, p. 38–40, May 2012.

KANAZAWA, T. et al. Pregnancy prediction on the day of embryo transfer (Day 7) and Day 14 by measuring luteal blood flow in dairy cows. **Theriogenology**, Los Altos, v. 86, n. 6, p. 1436–1444, Oct. 2016.

KELLEY, D. E. et al. Using Doppler ultrasonography on day 34 of pregnancy to predict pregnancy loss in lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 100, n. 4, p. 3266-3271, Apr. 2017.

LABUSSIÈRE, E. et al. Estimation of milk leakage into the rumen of milk-fed calves through an indirect and repeatable method. **Animal: an international journal of animal bioscience**, Cambridge, v. 8, n. 10, p. 1643–1652, Oct. 2014.

LEVITOV, A. B.; DALLAS, A. P.; SLONIM, A. D. **Ultrassonografia à beira do leite na medicina clínica**. Porto Alegre: AMGH, 2013. v. 1, 314 p.

MENDELSON, M. et al. Antibiotic resistance has a language problem. **Nature**, London, v. 545, n. 7652, p. 287–289, May 2017.

- MIRMAZHARI-ANWAR, V. et al. Transabdominal ultrasonography of the ruminal mucosa as a tool to diagnose subacute ruminal acidosis in adult dairy bulls: a pilot study. **Veterinary Quarterly**, The Hague, v. 33, n. 3, p. 139–147, 2013.
- MIYAZAKI, T. et al. Ultrasonographic imaging of abomasal curd in preruminant calves. **Veterinary Journal**, London, v. 179, n. 1, p. 109–116, Jan. 2009.
- MOORE, S. G.; HASLER, J. F. A 100-year review: reproductive technologies in dairy science. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 100, n. 12, p. 10314–10331, Dec. 2017.
- MOURA, J. C. A. Evolução da imagem ultrassonográfica na reprodução animal. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 40, n. 4, p. 148-153, out./dez. 2016.
- MULLER, H. et al. Evaluation of arterial digital blood flow using Doppler ultrasonography in healthy dairy cows. **BMC Veterinary Research**, London, v. 13, n. 1, p. 162, June 2017.
- NAGY, D. W. Diagnostics and ancillary tests of neurologic dysfunction in the ruminant. **Veterinary Clinical North Animal Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 33, n. 1, p. 9-18, Mar. 2017.
- NEUBAUER, V. et al. Technical note: changes in rumen mucosa thickness measured by transabdominal ultrasound as a noninvasive method to diagnose subacute rumen acidosis in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 101, n. 3, p. 2650-2654, Mar. 2017.
- OLLIVETT, T. L.; BUCZINSKI, S. On-farm use of ultrasonography for bovine respiratory disease. **Veterinary Clinical North Animal Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 32, n. 1, p. 19–35, Mar. 2016.
- OMAN, R. E. et al. Left displacement of the abomasum in 4 beef calves. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Philadelphia, v. 30, n. 4, p. 1376–1380, July 2016.
- PARDON, B. et al. Left abomasal displacement between the uterus and rumen during bovine twin pregnancy. **Journal of Veterinary Science**, Seoul, v. 13, n. 4, p. 437-440, Dec. 2012.
- RAFIA, S. et al. Evaluation of the correlation between serum biochemical values and liver ultrasonographic indices in periparturient cows with different body condition scores. **American Journal Veterinary Research**, Chicago, v. 73, n. 6, p. 830-837, June 2012.
- SCOTT, P. R. Clinical presentation, auscultation recordings, ultrasonographic findings and treatment response of 12 adult cattle with chronic suppurative pneumonia: case study. **Irish Veterinary Journal**, Dublin, v. 66, n. 1, p. 5, Apr. 2013.
- SCULLY, S. et al. Early pregnancy diagnosis on days 18 to 21 postinsemination using high-resolution imaging in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 97, n. 6, p. 3542-3557, 2014.
- _____. Ultrasound monitoring of blood flow and echotexture of the corpus luteum and uterus during early pregnancy of beef heifers. **Theriogenology**, Los Altos, v. 83, n. 3, p. 449-458, Feb. 2015.

- SHARMA, A. K.; DHALIWAL, P. S.; RANDHAWA, C. S. Epidemiological studies on forestomach disorders in cattle and buffaloes. **Veterinary World**, Rajkot, v. 8, n. 9, p. 1063-1067, Sept. 2015.
- SIQUEIRA, L. G. et al. Color Doppler flow imaging for the early detection of nonpregnant cattle at 20 days after timed artificial insemination. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 96, n. 10, p. 6461–6472, Oct. 2013.
- STREETER, R. N.; STEP, D. L. Diagnostic ultrasonography in ruminants. **The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 23, n. 3, p. 541–574, Nov. 2007.
- TEIXEIRA, A. G. V.; MCART, J. A. A.; BICALHO, R. C. Thoracic ultrasound assessment of lung consolidation at weaning in Holstein dairy heifers: reproductive performance and survival. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 100, n. 4, p. 2985-2991, Apr. 2016.
- TRENT, A. M. Surgery of the abomasum. In: FUBINI, S. L.; DUCHARME, N. G. (Ed.). **Farm animal surgery**. Saint Louis: W.B. Saunders, 2004. p. 196-240.
- WATTS, A. S.; TULLEY, W. J. Case report: sequelae of traumatic reticuloperitonitis in a Friesian dairy cow. **New Zealand Veterinary Journal**, Wellington, v. 61, n. 2, p. 111–114, Mar. 2013.
- WIELAND, M. et al. The influence of 3 different navel dips on calf health, growth performance, and umbilical infection assessed by clinical and ultrasonographic examination. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 100, n. 1, p. 513-524, Jan. 2017.
- WITTEK, T.; CONSTABLE, P. D.; MORIN, D. E. Ultrasonographic assessment of change in abomasal position during the last three months of gestation and first three months of lactation in Holstein-Friesian cows. **Journal Animal Veterinary Medicine Association**, Ithaca, v. 227, n. 9, p. 1469–1475, Nov. 2005.
- XIROUCHAKI, N. et al. Impact of lung ultrasound on clinical decision making in critically ill patients. **Intensive Care Medicine**, Berlin, v. 40, n. 1, p. 57-65, Jan. 2014.

SEGUNDA PARTE – ARTIGO**ARTIGO 1 - ULTRASSONOGRAFIA DO RÚMEN E FÍGADO DE VACAS DE
RAÇAS LEITEIRAS DOS MUNICÍPIOS DE LAVRAS E IJACI/MG**

Luthesco Haddad Lima Chalfun^{1,2*}; André Luís Mendes¹; Cicero de Oliveira Meirelles¹; Flávio Augusto Dias¹; Zélio Zenith¹; Antônio Carlos Cunha Lacrete Junior²; Adriana de Souza Coutinho²; André Balduino²; Bruna Rodrigues²; Camila Carramona²; Hélio Rezende Lima Neto³

¹Centro Universitário de Lavras, Unilavras

²Universidade Federal de Lavras, Campus Universitário, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras/MG, Brasil

³Olds College, Ca

*Autor para correspondência, luthescochalfun@unilavras.edu.br

Artigo formatado segundo as normas do *Journal of Dairy Science*.

RESUMO

A ultrassonografia do trato gastrointestinal dos bovinos é factível, principalmente o rúmen. Atualmente, não há padrões de referência de padrões ultrassonográficos ruminais de vacas leiteiras brasileiras. Há referência estrangeira suficiente para subsidiar a utilização desse exame complementar, porém não há dados de animais brasileiros que ratifiquem tal afirmação e é nesse sentido que se objetiva o presente trabalho, que é de descrever os padrões ruminais de vacas leiteiras do município de Lavras/MG e região, para serem utilizados como parâmetro na clínica médica e ou produção de bovinos de leite. Setenta vacas leiteiras híbridas tiveram o rúmen avaliado ultrassonograficamente, para determinar os valores da parede em diferentes regiões anatômicas. Essas vacas eram provenientes de duas fazendas especializadas na produção de leite e eram compostas por vacas de origem europeia em diferentes graus de sangue da raça holandesa e Jersey. Os valores dos parâmetros avaliados e as variáveis independentes foram analisadas pelo ANOVA do Minitab® e foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$). Foi encontrada uma espessura média da parede ruminal na região paralombar de $3,74 \pm 0,92$ cm. A dimensão do saco dorsal foi de 45 ± 6 cm e do saco ventral de 41 ± 6 cm. As camadas da parede ruminal em diferentes posições apresentaram diferenças entre rebanho, produção de leite, circunferência torácica e fazenda. As condições alimentares dos animais influenciaram as dimensões encontradas no presente trabalho. Além disso, os dados encontrados servem de subsídio para futuros estudos e servem como referência para os clínicos que possuam um ultrassom na prática veterinária.

Palavras-chave: ultrassom; bovino; clínica; leite;

ABSTRACT

Ultrasonography of the gastrointestinal tract of cattle is feasible, mainly the rumen. There are currently no reference standards for ruminal ultrasonographic patterns of Brazilian dairy cows. There is enough foreign reference to subsidize the use of this complementary test, but there is no Brazilian animal data to ratify this statement and it is in this sense that the objective of this work is to describe the ruminal patterns of dairy cows in the municipality of Lavras / MG and region, to be used as a parameter in the medical clinic and or production of bovine milk. Seventy healthy dairy cows had the rumen evaluated ultrasonographically to determine wall values in different anatomical regions. These cows came from two farms specializing in milk production and were composed of cows of European origin in varying degrees of Dutch and Jersey blood. The values of the parameters evaluated and the independent variables were analyzed by Minitab® ANOVA and significant differences were found ($p < 0.05$). A mean thickness of the ruminal wall was found in the paralumbar region of 3.74 ± 0.92 cm. The size of the dorsal bag was 45 ± 6 cm and the ventral bag 41 ± 6 cm. The layers of the ruminal wall in different positions presented differences between herd, milk production, thoracic circumference and farm. The animal feeding conditions influenced the dimensions found in the present study. In addition, the data found serve as a subsidy for future studies and serve as a reference for clinicians who possess an ultrasound in veterinary practice.

Keywords: ultrasound; bovine; clinic; milk;

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, com a facilidade de aquisição de aparelhos de ultrassom pelos Médicos Veterinários de campo para serem utilizados na reprodução bovina, há um amplo espaço para seu uso além dessa especialidade. A clínica médica de grandes animais, especificamente a de bovinos leiteiros deve agregar o máximo de tecnologias e exames complementares com intuito de fornecer informações para o clínico, subsidiando parâmetros para seu correto diagnóstico, tratamento e prognóstico. Segundo Blond & Buczinski (2009), o ultrassom pode proporcionar imagens teciduais de alta resolução e em tempo real, sendo mais vantajoso em relação a radiografia, principalmente por apresentar diferentes cortes dos tecidos, capacidade de ser portátil, não invasivo (Furini et al, 2018), sem ionização e além disso, atua proporcionando sustentação comprobatória ao diagnóstico clínico de inúmeros acometimentos, tornando o diagnóstico indubitável, maximizando a acurácia diagnóstica (Nagy, 2017). Dentre os exames complementares, o padrão ouro para um diagnóstico preciso de corpos estranhos no rúmen é a radiografia, que tem condição de determinar objetos radiodensos nesse órgão, mas o ultrassom terá condição de auxiliar o diagnóstico através da imagem formada com a presença de fibrina e ou abscessos (Rizzo et al, 2013). Segundo Wieland et al (2017), os profissionais especializados na clínica médica de bovinos, atuantes a campo e que disponham de um aparelho de ultrassom, devem se instigar a utilizar as técnicas de exame físico e exame ultrassonográfico juntos no exame clínico dos bovinos. Ollivett & Buczinski (2016) destacaram que os aparelhos de ultrassom portáteis de profissionais que trabalham com reprodução de bovinos têm capacidade de proporcionar exames rápidos, precisos e práticos. Nesse contexto, nos primórdios do uso desse exame complementar, a maior frequência da sua aplicação foi na terapêutica em comparação ao seu uso para diagnóstico de acometimentos (Arias et al, 2006). A literatura relacionando a ecografia com a clínica médica veterinária de bovinos é escassa e a técnica, muitas das vezes, ignorada entre os profissionais. Apesar do rúmen já ser visualizado no 1º dia de vida, é observado diferenças entre bovinos adultos com ruminção ativa e bezerras lactentes (Braun, 2016). É comprobatório a possibilidade de avaliação desse órgão através da ultrassonografia, como descrito por Braun & Gautschi (2013), com transdutores de alta frequência para avaliação das paredes desses órgãos (Braun, 2016) e além disso, a determinação de seu tamanho pode ser feita com o auxílio das imagens ultrassonográficas.

A pecuária de leite tem papel fundamental no aspecto social e econômico do Brasil, mais especificamente no estado de Minas Gerais e até o presente momento não há parâmetros ultrassonográficos ruminiais de vacas leiteiras brasileiras que subsidiem aos clínicos e os pesquisadores nas áreas de atuação. Nesse raciocínio, o presente trabalho tem o intuito de fornecer parâmetros ultrassonográficos ruminiais normais de vacas leiteiras em duas propriedades leiteiras do município de Lavras e região.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os princípios éticos relacionados à utilização de animais da experimentação foram cumpridos e aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais, CEUA- UFLA da Universidade Federal de Lavras, sob protocolo n° 015/13. O experimento foi conduzido em duas fazendas especializadas na produção de leite localizadas no município de Lavras e região, estado de Minas Gerais.

2.1 ANIMAIS, ACOMODAÇÕES, MANEJO E DESEMPENHO

Vacas leiteiras lactantes de diferentes grupamentos genéticos (n=70), foram utilizadas: uma 1/2HJ (jersolando), sete 15/16HZ (girolando), duas 3/4HJ (jersolando), duas 3/4HZ (girolando), uma 31/32 (girolando), duas 7/8HZ (girolando), cinquenta e quatro HPB > GC1 (Holandês Preto e Branco) e uma Jersey. Idade de $4,34 \pm 1,82$ anos, circunferência torácica usada como parâmetro similar ao peso vivo de $2,07 \pm 0,12$ m, DEL: 168 ± 128 dias, ECC: $3,25 \pm 0,57$, paridade: $2 \pm 1,3$, produção de leite de $23,48 \pm 7,54$ kg, além disso, vinte três delas estavam gestantes com 100 ± 60 dias de anestro gestacional. Vacas de um rebanho comercial (n=30) e de uma fazenda escola da região de Lavras, estado de Minas Gerais (n=40) eram acomodadas sob confinamento em sistema Free Stall. Nas duas propriedades eram utilizadas dietas completas balanceadas por nutricionistas, sendo alimentadas e ordenhadas duas vezes ao dia. Todos os animais estavam hígidos, recebiam ração total misturada *ad libitum* tendo como base forrageira a silagem de milho.

Para o exame ultrassonográfico da parede ruminal foi utilizado equipamento de ultrassonografia modelo A6v, marca Sonoscape®, com transdutor convexo multifrequencial (3-5MHz). Os animais foram contidos gentilmente em tronco simples, não necessitando de qualquer contenção química. Não foi necessário nenhum preparo prévio dos animais, apenas a aplicação tópica constante de álcool líquido a 70% durante a varredura ultrassonográfica.

A parede ruminal foi aferida ultrassonograficamente no antímero esquerdo e em cinco posições anatômicas, saco dorsal, sulco longitudinal, saco ventral, saco dorsal cranial e saco ventral cranial. O saco dorsal (fossa paralombar), sulco longitudinal e saco ventral foram avaliados respectivamente, no flanco esquerdo (dorsal), altura da articulação coxo femoral (região mediana) e ventralmente, sendo todas posições analisadas na cavidade abdominal e de forma transcutânea. O saco dorsal cranial foi avaliado no 9°EIC e o saco ventral cranial foi avaliado após a varredura do retículo, tendo esse último como referência. Com o uso do transdutor convexo multifrequencial (3-5MHz), em algumas posições não foi possível adquirir imagens com distinção precisa de todas as camadas da parede ruminal, devido a necessidade de aumento do poder de penetração e perda de resolução pelo transdutor, como descrito por Mirmazhari-Anwar et al (2013). A parede ruminal quando identificadas após a alocação do transdutor nas regiões supra citadas, tinham a imagem congelada após as contrações ruminais e as

medidas da mucosa e seromuscular da parede ruminal eram mensuradas, em cinco posições na mesma imagem congelada (FIGURA 1) de forma manual pela função de dimensões do ultrassom.

Para análise, foi realizada média das cinco posições de cada camada ruminal proveniente de cada região avaliada. As mensurações sempre foram realizadas pela mesma pessoa, devidamente e previamente treinada. O tamanho dos sacos dorsal e ventral foram aferidos conforme descrito por Braun (2016).



Figura 1 Imagem ultrassonográfica do rúmen na região de flanco. Em destaque, uma das aferições feitas no órgão: camada seromuscular, hipocogênica com cinco medições realizadas. Percebe-se adjacente a camada em destaque a camada mucosa, ventral e hiperecoica. Além disso, está presente o artefato de reverberação na região de conteúdo ruminal.

No flanco esquerdo de cada animal, o transdutor foi alocado e o limite superior do saco dorsal foi determinado e identificado sua borda com marcador de cera. Mantido o transdutor na região do flanco com o objetivo de dimensionar o limite do saco dorsal, foi realizada uma varredura no sentido ventral ao abdômen, identificando o sulco longitudinal. Nesse sentido, o limite ventral do saco dorsal era determinado com a mesma identificação de marcador e consequentemente o limite dorsal do saco ventral era determinado.

Dando sequência e após determinar os limites do saco dorsal, continuava a varredura sentido ventral até ser visualizado o limite ventral do rúmen, com isso era determinado o limite ventral do saco ventral ruminal e marcava-se esse ponto. Após as três marcações, as distâncias eram aferidas com fita métrica, determinado os tamanhos dos dois sacos ruminais. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o pacote estatístico MINITAB 18 (Minitab Inc, Pennsylvania, USA). Uma ANOVA foi realizada para avaliar as diferenças entre as mensurações realizadas e interações com DEL, produção de

leite, paridade, ECC, fazenda, grupamento genético, idade, circunferência torácica, status reprodutivo e dias em gestação (quando gestantes). Os resultados foram apresentados como quadrado médio e seus respectivos desvios padrão. As correlações foram consideradas significativas com $p < 0,05$ e as médias avaliadas e discriminadas pelo teste Scott Knott.

3 RESULTADOS

Os valores encontrados para os parâmetros ruminiais avaliados estão apresentados na Tabela 1. Em todos os sacos ruminiais e no sulco longitudinal, o rúmen foi identificado pelas camadas seromuscular com aspecto hipoeoica adjacente a camada mucosa hiperecoica, com formação do artefato de reverberação, que representa aspecto característico de órgão com conteúdo gasoso.

Tabela 1: Parâmetros ultrassonográficos da parede ruminal de 70 vacas leiteiras*

PARÂMETRO	MÉDIA ± DP	MÍNIMO	MÁXIMO
Camada mucosa - saco dorsal	1,75±0,51	0,76	3,94
Camada seromuscular - saco dorsal	1,99±0,66	0,68	4,04
Camada seromuscular - sulco	2,38±0,65	1,12	4,40
Camada seromuscular - saco ventral	2,28±0,65	0,96	4,56
Camada seromuscular - saco cranial dorsal	2,47±0,63	1,36	4,14
Camada mucosa - saco dorsal cranial	2,99±0,79	1,70	4,68
Camada seromuscular - saco ventral cranial	2,84±0,82	1,26	5,74
Camada mucosa - saco ventral cranial	3,47±1,05	1,90	4,94
Tamanho saco dorsal	44,97±6,20	30,00	59,00
Tamanho saco ventral	41,17±6,17	23,00	56,00
Tamanho total do rúmen	86,14±8,40	69,00	105,00

* valores em cm

A espessura total da parede ruminal (seromuscular + mucosa) na região do saco dorsal apresentou valor de $3,74 \pm 0,92$ cm. Na região do sulco e no saco ventral, apenas a espessura da seromuscular pode ser delimitada com precisão, pois a camada da mucosa foi inexequível de ser determinada com retidão, devido à presença maciça de artefato de reverberação. No saco dorsal cranial e saco ventral cranial, foi possível aferir a camada seromuscular de forma adequada e precisa, porém, o mesmo não ocorreu com a camada mucosa do saco dorsal cranial e saco ventral cranial de todos os animais (30/70 e 9/70, respectivamente), pois o artefato de reverberação impedia sua precisa delimitação.

O saco dorsal apresentou um tamanho de 45 ± 6 cm e o saco ventral de 41 ± 6 cm. Dezenove animais (19/70) apresentaram um saco ventral maior do que o dorsal. Seis animais (6/70) apresentaram

a mesma dimensão entre o saco dorsal e saco ventral. O tamanho total médio dos sacos (dimensão do saco dorsal + dimensão do saco ventral) encontrado foi de 86 ± 8 cm. Nos animais avaliados, ECC elevado não foi prejudicial na avaliação dos sacos dorsal, saco ventral e sulco. Entretanto, no saco cranial dorsal e saco cranial ventral, vacas com elevado ECC, ou seja, com maior deposição de gordura subcutânea, foram avaliadas com maior grau de dificuldade, tanto para delimitar as estruturas, quanto para medir as camadas com a devida precisão.

Para os parâmetros avaliados e as variáveis independentes, a análise de variância e o teste de comparação de médias revelaram algumas diferenças estatísticas (tabela 2), onde deve ser enfatizado que não foi encontrado nenhuma diferença estatística ($p>0,05$) entre os parâmetros ultrassonográficos estudados e grupamento genético, idade, paridade e dias de gestação.

Tabela 2: Análise de variância dos parâmetros ultrassonográficos e variáveis independentes com respectivos níveis de significância*

PARÂMETROS	Fazenda	GG	ECC	CT	Idade	Repro	Del	Paridade	Dias P	Leite
Saco dorsal: Espessura total	0,563	0,566	0,638	0,677	0,727	0,024	0,206	0,098	0,061	0,004
Saco dorsal - mucosa	0,070	0,563	0,436	0,782	0,834	0,411	0,027	0,241	0,636	0,015
Saco dorsal - seromuscular	0,024	0,197	0,599	0,459	0,656	0,018	0,451	0,405	0,574	0,150
Sulco - seromuscular	0,193	0,079	0,834	0,934	0,538	0,605	0,296	0,666	0,332	0,078
Saco ventral - Seromuscular	0,612	0,671	0,680	0,449	0,500	0,157	0,044	0,652	0,701	0,217
Saco cranial dorsal: espessura total	**	0,645	0,813	0,500	0,393	0,749	**	0,065	**	0,837
Saco cranial dorsal - seromuscular	0,001	0,036	0,718	0,437	0,307	0,082	0,683	0,227	0,301	0,448
Saco cranial dorsal - mucosa	**	0,637	0,866	0,469	0,423	0,922	**	0,100	**	0,769
Saco cranial ventral: espessura total	**	0,566	0,726	0,472	0,645	0,337	**	0,525	**	**
Saco cranial ventral - seromuscular	0,053	0,756	0,651	0,504	0,890	0,191	0,002	0,806	0,981	0,565
Saco cranial ventral - mucosa	**	0,421	0,800	0,291	0,598	0,439	**	0,458	**	**
Tamanho saco dorsal	<0,001	0,605	0,001	0,055	0,336	0,035	0,594	0,353	0,640	0,018
Tamanho saco ventral	0,941	0,679	0,984	0,017	0,785	0,686	0,356	0,314	0,461	0,201
Tamanho total rúmen	0,001	0,914	0,085	0,130	0,338	0,076	0,043	0,624	**	0,023

* Valores estatisticamente significativos, $p \leq 0,05$

** Valores não analisadas por ausência de dados

Variáveis: GG: grupamento genético; ECC: Escore de Condição Corporal; CT: Circunferência torácica; Repro: Status reprodutivo; Del: Dias em lactação; Dias P: Dias em gestação

4 DISCUSSÃO

O presente estudo fornece os primeiros valores ultrassonográficos de vacas leiteiras lactantes recebendo dieta total representativa de rebanhos comuns do Estado de Minas Gerais. Os animais das duas propriedades recebiam dieta com os mesmos ingredientes, mas não na qualidade e quantidade similar. O tamanho do saco dorsal (GRÁFICO 1) foi diferente estatisticamente entre os rebanhos ($48,68 \pm 5,43\text{cm}$ versus $42,19 \pm 5,25\text{cm}$, $p < 0,001$).

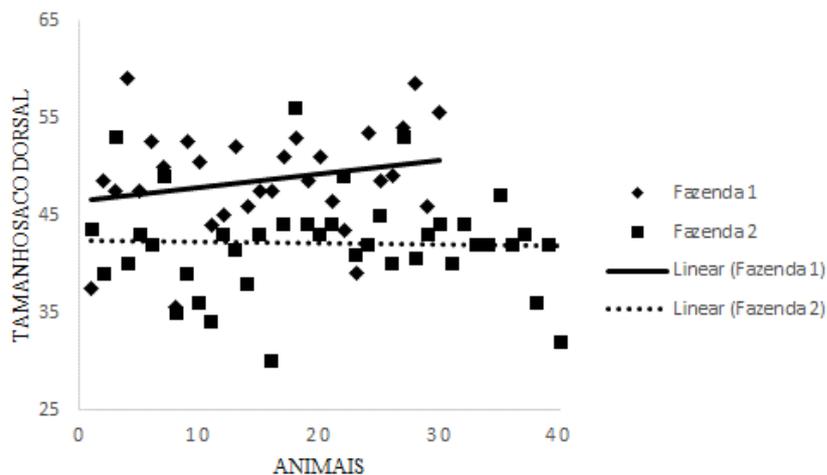


Gráfico 1: Tamanho do saco dorsal ruminal na região de flanco no antímero direito em cada animal das duas fazendas avaliadas. A fazenda 1 apresentou maior dimensão do saco dorsal do rúmen em relação a fazenda 2 ($p < 0,001$).

Há alguns modelos para a ideal estimativa de consumo de matéria seca (CMS) pelas vacas leiteiras (NRC, 2001), dentre eles, Detmann et al (2014) sugeriram um modelo para estimar o CMS, onde estabelecem que a regulação desse consumo seria regulada simultaneamente pela quantidade de energia da dieta e pelo tamanho físico ruminal, ou seja, o tamanho físico do rúmen limita consumo e o saco dorsal faz parte dessa dimensão. O saco dorsal é composto majoritariamente pela camada de gás e pela maior fração do “Mat” (Dirksen et al, 1993) tendo esse último, relação direta com o tamanho, quantidade e qualidade da fibra e coerentemente a dieta tem relação direta com a composição e dimensão desse aglomerado de fibras.

A produção de leite está intimamente ligada com o CMS (NRC, 2001) e essa eficiência na produção foi diferente entre os dois rebanhos, ou seja, associada a essa produção de leite consequentemente houve diferença no consumo entre os rebanhos estudados, logo, maior dimensão ruminal para comportar todo volume alimento ingerido. Corroborando com esse raciocínio, é sabido que quanto maior o animal, maior manutenção e essa tem correlação direta com o tamanho dos órgãos, dentre eles o rúmen (NRC, 2001). Os animais do presente estudo apresentaram diferentes circunferência torácica ($2,12 \pm 0,12\text{m}$ versus $2,03 \pm 0,10\text{m}$) e diferentes produções de leite ($25,62 \pm 8,40\text{kg}$ versus

21,47±6,11kg), respectivamente de cada rebanho, ou seja, eram animais de elevada estatura física e produção. Além disso, na seleção de animais para maior produção de leite, houve um aumento do tamanho dos órgãos com intuito de maximizar o consumo (Menezes, et al. 2016). Nesse contexto, um animal com maior estatura e como consequência possuidor de um maior rúmen, ingerindo elevadas quantidades de MS, apresentará maior saco dorsal, especialmente se a dieta for composta por maiores quantidades de fibras que formarão o “Mat”. Além disso uma dieta com elevada quantidade de matéria orgânica altamente fermentável, produzirá maior quantidade de AGV’s e consequentemente maior produção de gás (Tafaj et al, 2005) que se encontrará em suspensão no saco dorsal do rúmen.

A aclaração supra citada pode ser utilizada para a correlação entre o tamanho do saco dorsal versus ECC ($p=0,001$), apresentando as seguintes medidas de cada propriedade, respectivamente a cada rebanho ($3,66\pm0,51$ versus $3,21\pm0,65$). Animais que apresentaram maior valor de ECC (escala 1 a 5), em ambos rebanhos, apresentaram maior dimensão do saco dorsal (GRÁFICO 2). Além disso, essa explicação pode ser aplicada também à correlação encontrada em tamanho total do rúmen (saco dorsal + saco ventral) e fazendas ($p=0,001$), com as seguintes medidas e desvio padrão, respectivamente a cada rebanho ($89,92\pm8,23$ versus $83,31\pm7,43$).

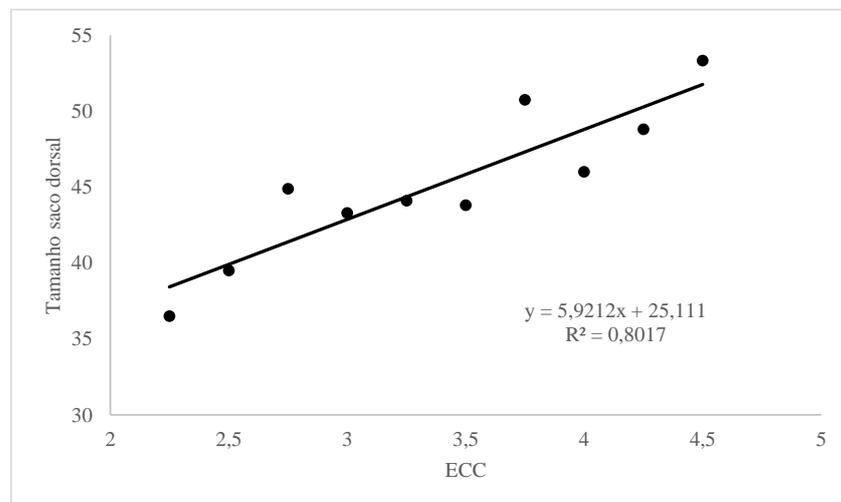


Gráfico 2: Escore de Condição Corporal (ECC, variando de 1 a 5) de todos os animais dos dois rebanhos avaliados e sua relação com o tamanho do saco dorsal ($p=0,001$).

Na associação do tamanho do saco dorsal, ingestão de matéria seca e produção de leite deve-se levar em consideração as camadas da parede ruminal. Nesse raciocínio, encontrou-se diferenças estatísticas entre a camada seromuscular do saco dorsal e fazendas ($p=0,024$), com os seguintes valores, respectivamente a cada rebanho, ($2,20\pm0,69$ cm versus $1,84\pm0,59$). Vacas que produzem mais leite, ingerem mais matéria seca (NRC, 2001) e nesse contexto, a dieta utilizada na maioria das fazendas leiteiras brasileiras tem em sua composição fibras de qualidade inferior. Para tentar reparar essa imperfeição, utiliza-se grande quantidade de concentrado, onde produzirá elevada quantidade de

AGV's, que deverá ser absorvido pela parede ruminal e ou passar via contração retículo-ruminal para o abomaso. O rúmen consequentemente deve utilizar de todos os recursos possíveis para maximizar a absorção desses compostos e nesse contexto a contração ruminal através da fisiologia de sua camada muscular tem papel crucial. A diferença estatística entre a camada seromuscular do saco dorsal e fazendas, pode ser explicada pela diferença de leite entre os animais das duas propriedades ($25,62 \pm 8,40\text{kg}$ versus $21,47 \pm 6,11\text{kg}$), onde os animais que produziram mais leite necessitaram de uma maior produção de AGV's, ingeriram mais fibras em relação aos animais de menor produção e como conseguinte produziram uma maior quantidade de contração, proporcionando uma hipertrofia muscular, corroborando com o exposto por Mirzaei et al (2015) e Pazoki et al (2017).

No presente trabalho, também foi encontrado diferenças estatísticas entre as produções de leite com a espessura total da parede do saco dorsal (seromuscular + mucosa, $p=0,004$) e tamanho total do rúmen ($p=0,023$) (GRÁFICO 3), onde esses apresentaram notória interação. Além disso, foi encontrada diferença estatística entre a mucosa do saco dorsal e a produção de leite ($p=0,015$).

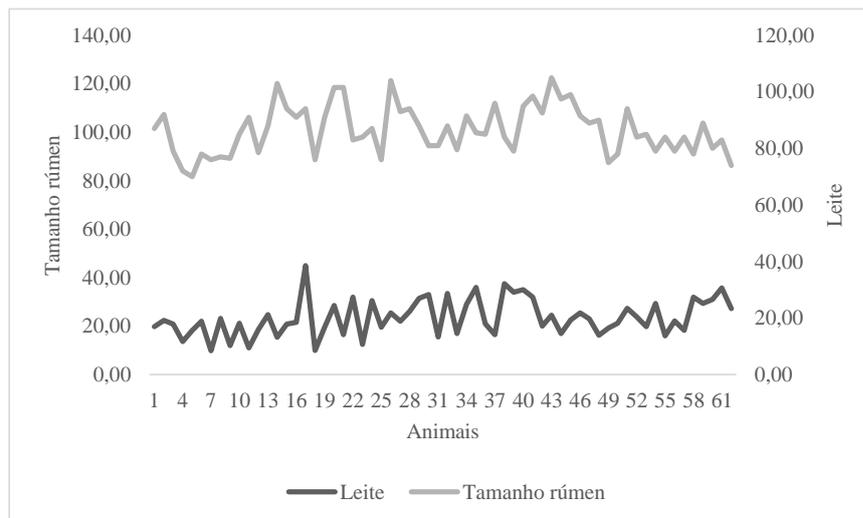
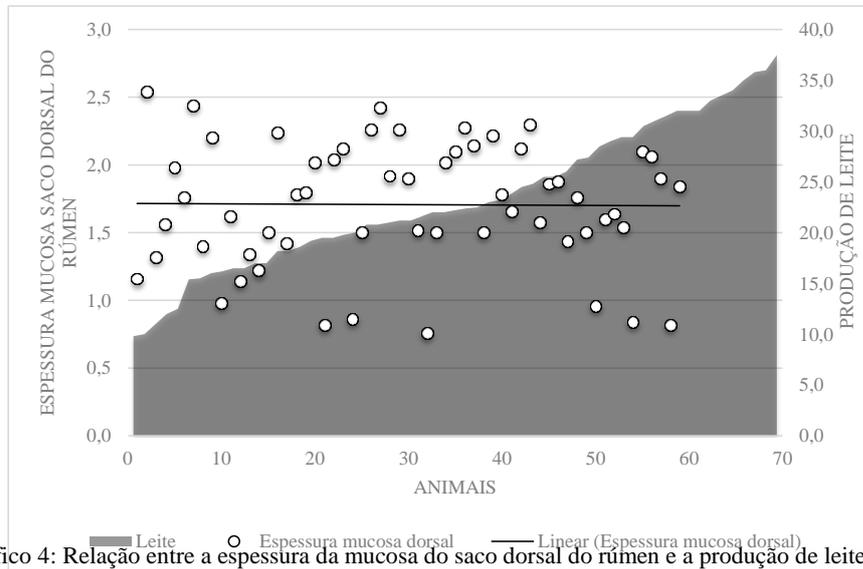


Gráfico 3: Produção de leite (kg) e seu correspondente tamanho ruminal (cm) dos animais avaliados. Foram encontradas diferenças estatísticas ($p=0,023$) entre essas características e são notórias suas relações.

Havendo um incremento na produção de leite, o incremento na mucosa não é proporcional e em declínio, como evidenciado (GRÁFICO 4). Todas essas diferenças estatísticas encontradas são sustentadas pelas justificativas anteriores, podendo ser ampliada e também fundamentada na seleção de animais superiores, em que houve uma necessidade de modificações morfológicas e fisiológicas intrínsecas a produção. Dentre essas adaptações, estão as da mucosa dos bovinos, onde evolutivamente esta não é tão adaptada quanto dos pequenos ruminantes a grandes quantidades de AGV's. Nesse sentido, as vacas leiteiras não tem capacidade absorptiva ou de "clearance" de AGV's como os pequenos ruminantes, ou seja, elas tem capacidade inversamente proporcional de absorção desses compostos em

relação a sua concentração ruminal (Voelker & Allen, 2003), com isso, a espessura da mucosa não é proporcional a produção de leite que tem relação com o consumo de MS e produção de AGV's.



Houve diferenças estatísticas entre a mucosa do saco dorsal do rúmen e DEL ($p=0,027$) (GRÁFICO 5). Todas essas diferenças encontradas estão de acordo com o esperado, pois as alterações nos parâmetros ruminais são devido principalmente a nutrição e que podem variar diariamente, principalmente quando se varia a ingestão de matéria orgânica fermentável, que tem relação direta com a formação de AGV's (Lesmeister & Heinrichs, 2004; Dieho et al, 2016). O crescimento de papilas ruminais é dependente da quantidade de AGV's produzidos (Martens et al, 2012) e a absorção de AGV's tem relação direta com o tamanho e volume ruminal.

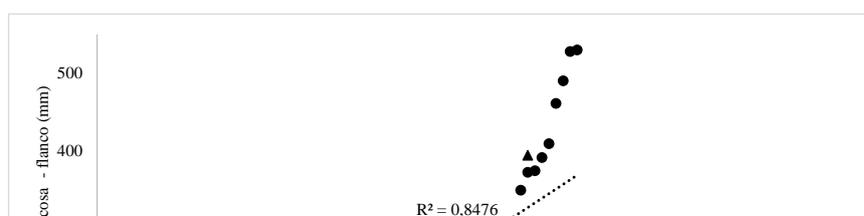


Gráfico 5: Relação entre a mucosa do flanco esquerdo ruminal (paralombar) e Dias em lactação dos animais avaliados com suas respectivas linhas de tendência.

De acordo com Dieho et al (2016), onde avaliaram a adaptação morfológica relacionada as papilas ruminais de vacas leiteiras em diferentes períodos de produção e quantidade de concentrado ingerido, encontraram um aumento das superfícies das papilas até nove semanas pós parto. Além disso, as papilas que eram provenientes de um período seco, apresentavam uma menor superfície. Essas variações das dimensões papilares são devido a relação de consumo de diferentes quantidades de concentrado que está intimamente ligado ao período produtivo da vaca. Além disso, o fornecimento de concentrado, alimento rico em matéria orgânica fermentável, proporcionou um aumento significativo das superfícies papilares no início do período lactacional. As comprovações desses autores e de Bannink et al, (2012) dão suporte ao encontrado no presente estudo, onde há uma maior espessura de mucosa relacionada a menores quantidade de dias em lactação, período que as vacas leiteiras ingerem uma dieta com maior proporção em concentrado do que os outros estágios lactacional ou seco. Nesse mesmo raciocínio, vacas leiteiras que saíram do confinamento e foram alocadas em pastejo, apresentaram menor quantidade de AGV's produzidos e como consequência um menor crescimento de papilas (Schären et al 2016). Nesse contexto, não foram encontradas diferenças na mucosa na região do sulco e saco cranial ventral. Isso se deve a condição morfo-fisiologica do rúmen, pois no saco cranial ventral e também no saco ventral, devido a própria gravidade, é encontrada os fragmentos de menor partícula, que na maioria das vezes são os que promovem maior fermentação e consequentemente maior quantidade, dimensão papilar e espessura da parede ruminal. Todos os animais avaliados no presente experimento, ingeriam concentrado com elevada quantidade de matéria orgânica fermentável na sua composição. Nesse contexto, todos os animais continham um saco cranial ventral com elevadas quantidades de AGV's, por isso, não foi encontrada diferenças evidente na parede ruminal. Na confecção de um futuro experimento avaliativo com a utilização de outro transdutor no intuito de diminuir os efeitos do artefato de reverberação e aumentar a precisão de determinação das camadas ruminais, poderia ser dimensionado a camada mucosa do saco ventral, além disso, determinar uma possível relação entre a ingestão de material fermentável e espessura da camada mucosa do saco ventral ruminal.

Os dados relatados no presente estudo devem ser utilizados como valores de referência para vacas leiteiras brasileiras lactantes recebendo dieta completa. Outros trabalhos devem ser realizados com intuito de utilizar esses valores e correlacionar a acometimentos da clínica médica de bovinos leiteiros e além disso, é axiomático a praticidade e potencial da utilização da ultrassonografia na bovinocultura.

AGRADECIMENTO - FINANCIAMENTO

Este trabalho foi financiado pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG sob o número de subvenção: APQ-01725-11

REFERENCIAS

- ARIAS, L. A. Q.; DE PLABO, C. D.; HERRADÓN, P. J. C.; MARTÍNEZ, A. I. P; GONZÁLEZ, J. J. B. Ecografía y reproducción en la vaca. Santiago de Compostela. Universidade Servizo de Publicacións e Intercambio Científico, 2006. 92p. 2006.
- BANNINK, A.; GERRITS, W.J.J.; FRANCE, J.; DIJKSTRA. J. Variation in rumen fermentation and the rumen wall during the transition period in dairy cows. *Animal Feed Science Technology*, 172:80–94, 2012.
- BLOND, L.; BUCZINSKI, S. Basis of ultrasound imaging and the main artifacts in bovine medicine. *Veterinary Clinical Food Animal* 25, 553-565, 2009.
- BRAUN, U.; A. GAUTSCHI, A. Ultrasonographic examination of the forestomachs and the abomasum in ruminal drinker calves. *Acta Veterinary Scandinave*. 55:1, 2013.
- BRAUN, U. Ultrasonographic Examination of the Reticulum, Rumen, Omasum, Abomasum, and Liver in Calves. *Veterinary Clinical Food Animal*, 32:85–107, 2016.
- DETMANN, E.; GIONBELLI, M.P.; HUHTANEN, P. A meta-analytical evaluation of the regulation of voluntary intake in cattle fed tropical forage-based diets. *Journal Animal. Science*. 92:4632–4641, 2014.
- DIEHO, K.; BANNINK, A.; GEURTS, I.A.L.; SCHONEWILLE, J.T.; GORT, G.; DIJKSTRA, J. Morphological adaptation of rumen papillae during the dry period and early lactation as affected by rate of increase of concentrate allowance. *Journal of Dairy Science*. 99:1–14, 2016.
- DIRKSEN, G.; GRUNDER, H.D.; STÖBER, M. Rosenberger: exame clínico dos bovinos. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 419 p, 1993.
- FURINI, P.M.; AZEVEDO, R.A.; RUFINO, S.R.A.; MACHADO, F.S.; CAMPOS, M.M.; et al. The effects of increasing amounts of milk replacer powder added to whole milk on mammary gland measurements using ultrasound in dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 101: 1-7, 2018.

- LESMEISTER, K.E.; HEINRICHS, A.J. Effects of Corn Processing on Growth Characteristics, Rumen Development, and Rumen Parameters in Neonatal Dairy Calves. *Journal of Dairy Science*, 87:3439–345, 2004.
- MARTENS, H.I.; RABBANI, Z.M.S.; STUMPF, F.; DEINER, C. Changes in rumen absorption processes during transition. *Animal Feed Science Technology* 172:95–102, 2012.
- MENEZES, L.F.G.; DIAS, A.M.O.; SILVEIRA, M.F.; PARIS, W.; SANTOS, P.V.; LAZZAROTTO, E.F.C.O. Organs and carcass non-integrant components of Holstein calves, slaughtered at different weights, held in different Finishing systems. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 37, n. 2, p. 1045-1056, mar./abr. 2016.
- MINITAB Inc. Meet Minitab, EUA, 2017 (<http://www.minitab.com/pt-br/products/minitab/free-trial/>).
- MIRZAEI, M.; KHORVASH, M.; GHORBANI, G.R.; KAZEMI-BONCHENARI, M.; RIASI, A.; NABIPOUR, A.; VAN DEN BORNE, J. J. G. C. Effects of supplementation level and particle size of alfalfa hay on growth characteristics and rumen development in dairy calves. *Journal of Animal Nutrition and Animal Physiology* 99, 553–564, 2015.
- MIRMAZHARI-ANWAR, V.; SHARIFI, K.; MIRSHAHI, A.; MOHRI, M.; GRUNBERG, W. Transabdominal ultrasonography of the ruminal mucosa as a tool to diagnose subacute ruminal acidosis in adult dairy bulls: a pilot study. *Veterinary Quarterly*, Vol. 33, No. 3, 139–147, 2013.
- NAGY, D.W. Diagnostics and Ancillary Tests of Neurologic Dysfunction in the Ruminant. *Veterinary Clinical North Animal Food Animal Practice*; 33(1):9-18, 2017.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 7^{ed}. Washington, D.C.: 381p, 2001.
- OLLIVETT, T. L.; BUCZINSKI, S. On-farm use of ultrasonography for bovine respiratory disease. *Veterinary Clinical North Animal Food Animal Practice* 32:19–35, 2016.
- PAZOKI, A.; GHORBANI, G.R.; KARGAR, S.; SADEGHI-SEFIDMAZGI, A.; GHAFFARI, M.H.; DRACKLEY, J.K. *Animal Feed Science and Technology*, 234: 173-185, 2017.
- RIZZO, H.; ROSSI, R.S.; MEIRA JUNIOR, E.B.S.; RAMALHO, N.P.; RIBEIRO, L.M.; GREGORY, L. Uso do ultrassom em bovinos com enfermidades gástricas. *Ciência Animal* 23(2): 58-76, 2013.
- SCHÄREN, M.; SEYFANG, G.M.; STEINGASS, H.; DIEHO, K.; DIJKSTRA, J.; HUTHER, L.; FRAHM, J.; BEINEKE, A.; VON SOOSTEN, D.; MEYER, U.; BREVES, G.; DANICKE, S. The effects of a ration change from a total mixed ration to pasture on rumen fermentation, volatile fatty acid absorption characteristics, and morphology of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 99:1–17, 2016.
- TATAJ, M.; ZEBEL, Q.; JUNCK, B.; STEINGASS, H.; DROCHNER, W. Effects of particle size of a total mixed ration on *in vivo* ruminal fermentation patterns and inocula characteristics used for *in vitro* gas production. *Animal Feed Science and Technology*, 123–124: 139–154, 2005.
- VOELKER, J. A.; ALLEN, M.S. Pelleted beet pulp substituted for high-moisture corn: 3. Effects on ruminal fermentation, pH, and microbial protein efficiency in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 86:3562–3570, 2003.
- WIELAND, M.; MANN, S.; GUARD, C.L.; NYDAM, D.V. The influence of 3 different navel dips on calf health, growth performance, and umbilical infection assessed by clinical and ultrasonographic examination. *Journal of Dairy Science*, 100:1-12, 2017.

ARTIGO 2 - CARACTERIZAÇÃO DIMENSIONAL ULTRASSONOGRÁFICA HEPÁTICA DE VACAS LEITEIRAS E A RELAÇÃO COM O STATUS

REPRODUTIVO

Luthesco Haddad Lima Chalfun^{1,2*}; Marcelo Angelo Cirillo²; Antonio Carlos Cunha Lacreta Junior²; Adriana de Souza Coutinho²; Flávia Dada Paiva²; Hélio Rezende Lima Neto³

¹Centro Universitário de Lavras, Unilavras

²Universidade Federal de Lavras, Campus Universitário, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras/MG, Brasil

³Olds College, Ca

¹luthescochalfun@unilavras.edu.br; macufla@gmail.com; lacreta@dmv.ufla.br; adriscou@dmv.ufla.br; flaviadadapaiva@hotmail.com;

*Autor para correspondência

Artigo formatado segundo as normas do *Livestock production*.

RESUMO

O ultrassom é indispensável e acessível na avaliação clínica do fígado dos animais e principalmente de vacas leiteiras lactantes, porém a relação entre os parâmetros ultrassonográficos hepáticos e o status reprodutivo é desconhecido e é nesse contexto que se objetiva o presente trabalho. Vinte duas vacas leiteiras híginas de um rebanho especializado em produzir leite típico do município de Lavras/MG e região tiveram seus fígados avaliados ultrassonograficamente. A análise dos dados foi através da verificação entre a associação dos níveis das variáveis categóricas, utilizando software R Core Team®. Dentre as medidas hepáticas, as distâncias dos processos espinhosos das vértebras dorsais até o ápice hepático; distâncias dos processos espinhosos das vértebras dorsais até o limite máximo do fígado ventralmente; medidas resultantes das diferenças entre as duas anteriores e as distâncias entre a borda lateral hepática até a veia porta apresentaram valores maiores em vacas vazias em comparação as vacas gestantes. As distâncias entre a borda lateral hepática até a veia cava caudal, foram as únicas das medidas que apresentaram valor superior em vacas gestantes em comparação às vacas vazias. Há evidencia científica suficiente no presente trabalho entre o status reprodutivo e parâmetros ultrassonográficos que podem ser utilizados em trabalhos futuros na predição e ou auxílio de diagnóstico reprodutivo de vacas leiteiras de alta produção.

PALAVRAS-CHAVE: fígado, ultrassom, bovinos, veia porta, veia cava

ABSTRACT

Ultrasound is indispensable and accessible in the clinical evaluation of the liver of the animals and especially of lactating dairy cows, but the relationship between the sonographic parameters and the reproductive status is unknown and it is in this context that the present work is objectified. Twenty two healthy dairy cows from a herd specialized in producing milk typical of the municipality of Lavras / MG and region had their livers evaluated ultrasonographically. The analysis of the data was through the verification between the association of levels of categorical variables, using R Core Team® software. Among liver measurements, the distances of spinal processes from the dorsal vertebrae to the hepatic apex; distances from the spinal processes of the dorsal vertebrae to the maximal level of the liver ventrally; measures resulting from the differences between the two previous ones and the distances between the lateral hepatic border to the portal vein presented higher values in empty cows compared to pregnant cows. The distances between the hepatic lateral border and the caudal vena cava were the only measures that presented higher values in pregnant cows compared to empty cows. There is sufficient scientific evidence in the present work between reproductive status and ultrasound parameters that can be used in future work on the prediction and / or reproductive diagnosis aid of high production dairy cows.

KEY WORDS: liver, ultrasound, bovine, portal vein, vena cava

INTRODUÇÃO

O exame ultrassonográfico pode ir além do seu uso na reprodução, podendo também ser utilizado como exame complementar na clínica médica de bovinos leiteiros, maximizando sua aplicação e servindo como uma ferramenta para auxiliar o médico veterinário no diagnóstico das diversas afecções que acometem esses animais.

Nesse contexto, entende-se o grande potencial de utilização dessa modalidade de diagnóstico, para investigação de alterações orgânicas, auxiliando de forma satisfatória e eficiente o diagnóstico de acometimentos hepáticos (Braun, 2009; Komeilian et al, 2011), minimizando a utilização de métodos de diagnóstico mais invasivo (Tharwat, 2012).

A avaliação ultrassonográfica detalhada do fígado propicia obter informações do tamanho, posição, morfologia do parênquima, dentre outras características inerentes ao órgão (Braun, 2009). Essa ferramenta merece destaque como mais um dispositivo viável para monitoramento da higidez hepática (Rafia et al, 2011) e pode prever com precisão, por exemplo, a quantidade de triacilglicerois presente no órgão (ZOTTI et al, 2016).

Os aspectos ultrassonográficos do fígado em vacas leiteiras variam de acordo com a condição clínica, fisiológica e reprodutiva dos animais. Além disso, há exiguidade de evidências científicas que correlacionem de maneira rápida, eficiente e confiável aspectos morfológicos hepáticos e status reprodutivo nesses indivíduos. Nesse contexto, variações morfológicas ultrassonográficas hepáticas podem ter relação com status reprodutivo de vacas leiteiras, auxiliando no diagnóstico diferencial para alterações hepáticas causadas por doenças. O objetivo do presente trabalho foi avaliar as dimensões hepáticas de vacas leiteiras lactantes e suas associações com status reprodutivo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os princípios éticos relacionados à utilização de animais da experimentação foram cumpridos e aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais – Comissões Permanentes / Pró-Reitoria de Pesquisas da Universidade Federal de Lavras, sob protocolo n° 015/13.

Foram utilizadas vinte duas vacas leiteiras híbridas, de diferentes grupamentos genéticos (uma 3/4HZ –girolando, uma 3/4 HJ - jersolando , duas 15/16HZ - girolando, duas 31/32HZ - girolando, duas Jersey e catorze holandesas, nessas últimas, considerando grau de sangue maior ou igual a GC1), lactantes, com dias em lactação médio (DEL médio) de 210 ± 76 dias, idade média de $4,1 \pm 1,8$ anos, produção de leite média de $31 \pm 7,4$ kg/dia, escore de condição corporal (ECC) médio de $3,27 \pm 0,33$, circunferência torácica relacionada ao peso vivo, com média de 199 ± 8 cm, sob mesmas condições de ambiente, alimentação, manejo.

Os animais foram divididos em dois grupos, sendo eles: grupo de vacas vazias (inseminadas e sem diagnóstico precoce de gestação, ou seja com <30 dias de inseminação e vacas não inseminadas) e o outro grupo de vacas com confirmação de gestação (> 60 dias): 113 ± 34 dias de gestação.

Para o exame ultrassonográfico hepático foi utilizado equipamento de ultrassonografia modelo A6v, marca Sonoscape®, com transdutor convexo multifrequencial (3-5MHz). Os animais foram contidos gentilmente em tronco simples, não necessitando de qualquer contenção química. Não foi necessário nenhum preparo prévio dos animais, apenas a aplicação tópica constante de álcool líquido a 70% durante a varredura ultrassonográfica.

A avaliação morfológica ultrassonográfica do fígado foi realizada segundo Braun (2009), no antímero direito das vacas, na região abdominal cranial, entre o 12° e 5° espaços intercostais (EIC), com varredura dorsoventral dentro de cada EIC. Dentro dessas janelas acústicas, as dimensões ultrassonográficas hepáticas (variáveis métricas pré-definidas), foram avaliadas como modelo proposto por Haudum et al (2011), sendo: janela acústica do 10° EIC (figura 1): Medida 1 (M1): distância dos processos espinhosos das vértebras dorsais até o ápice hepático; Medida 2 (M2): distância dos processos espinhosos das vértebras dorsais até o limite máximo do fígado ventralmente; Medida 3 (M3): $M3 = M2 -$

M1; Medida 4 (M4): distância entre a borda lateral hepática até a veia porta; Medida 5 (M5): distância entre a borda lateral hepática até a veia cava caudal; mensurada na janela acústica do 10ºEIC. As medidas M1, M2 e M3 foram feitas em centímetro. Já as medidas M4 e M5 foram feitas em milímetro.

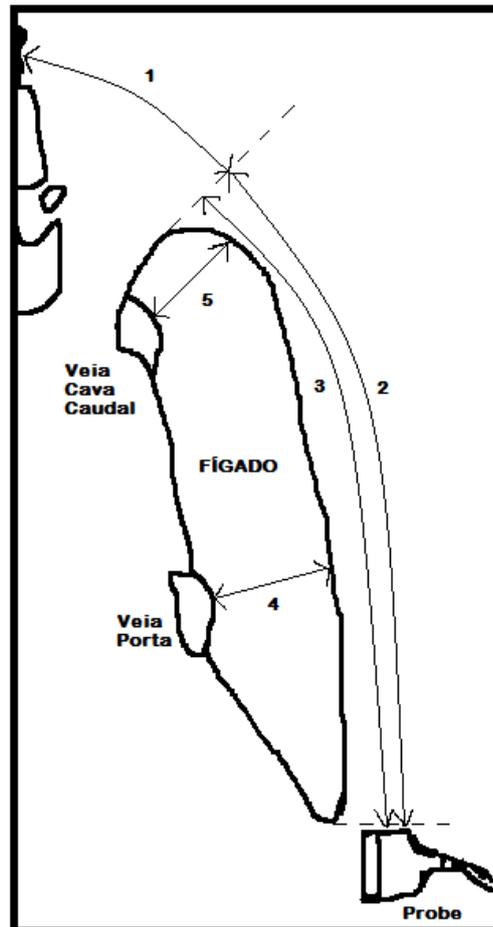


Figura 1: Representação esquemática de um corte transversal do fígado de uma vaca no 10º EIC, com visão caudal direita (segundo Braun, 1999, adaptado de Haudum et al, 2011): 1 = linha média dorsal a extremidade dorsal do fígado; 2 = processo espinhoso torácico a extremidade ventral do fígado; 3 = tamanho do fígado (distancia 2-1); 4 = distancia da parede lateral do fígado até a veia Porta; 5 = distancia da parede lateral do fígado até a veia cava caudal

Foram realizadas análises estatística para verificar a associação dos níveis das variáveis categóricas, representadas pela morfologia hepática e aspectos ultrassonograficos hepáticos, utilizando tabelas de frequência obtidas de cada grupo de variáveis, utilizou-se a técnica de análise de correspondência para verificar as associações entre cada variável e os grupos (gestantes e vazias). Desta forma, para cada variável categórica, as contagens para estruturas conforme layout (Tabela 1), onde A

e B, representaram respectivamente as variáveis ilustradas por A ($i=1,\dots,I$) e B ($j=1,\dots,J$), com seus níveis a serem associados.

Tabela 1 – Estrutura da tabela de contingência a ser utilizada na análise de correspondência aplicada para determinar as associações entre as variáveis.

A*	B (Medidas)										Total
	≥ 36	< 36	≥ 66	< 66	≥ 31	< 31	≥ 96	< 96	≥ 128	< 128	
P	2	7	2	7	3	6	3	6	5	3	44
I	2	2	2	2	2	2	3	1	1	3	20
A	5	4	3	6	4	5	5	4	4	4	44
Total	9	13	7	15	9	13	11	11	10	10	108

* A = status reprodutivo

Desta forma, considerando I linhas e J colunas, as notações utilizadas na obtenção das distâncias e coordenadas foram definidas por: n_{ij} representou a frequência observada das categorias de linhas e colunas denotadas respectivamente, pela i-ésima categoria da variável A e j-ésima categoria da variável B; n_{i+} correspondeu aos totais marginais das linhas da categoria A; de forma análoga, n_{+j} indicou os totais marginais das colunas da categoria B e por fim, n_{++} a soma total das frequências.

A obtenção dos escores e as correlações, a cada eixo, ilustradas nos mapas excetuais, foram obtidas com base na matriz de correspondência P, na qual, cada elemento foi denotado por (1)

$$p_{ij} = \frac{n_{ij}}{n_{++}} \quad (1)$$

A formulação das proporções marginais, para a variável com seus níveis, dispostos em linha e coluna, respectivamente foram calculadas conforme as expressões (2) e (3)

$$r = \left(\frac{n_{1+}}{n_{++}}, \frac{n_{2+}}{n_{++}}, \dots, \frac{n_{I+}}{n_{++}} \right) \quad (2)$$

$$c = \left(\frac{n_{+1}}{n_{++}}, \frac{n_{+2}}{n_{++}}, \dots, \frac{n_{+J}}{n_{++}} \right) \quad (3)$$

Seguindo essas especificações, dado o procedimento algébrico descrito por Blasus et al, (2009), obteve-se as coordenadas e as correlações, as quais, permitiram identificar quais níveis das variáveis categóricas que foram similares, sendo estes identificados por círculos em cada quadrante nos mapas perceptuais construídos. Para isso, utilizou-se o software R Core Team (2014).

RESULTADOS

O fígado foi localizado e avaliado entre o 5° e 12° EIC do antímero direito, obtendo-se imagem da veia cava caudal e veia porta no 11° e 10° EIC, respectivamente. As dimensões hepáticas encontradas podem ser visualizadas na Tabela 2.

Tabela 2.: Dimensões hepáticas de todos os animais avaliados

Medida 1 (cm)	Medida 2 (cm)	Medida 3 (cm)	Medida 4 (mm)	Medida 5 (mm)	Ø v. porta (mm)	Ø v. cava (mm)
35,09±5,92	66,14±10,71	31,05±7,96	95,08±12,66	128,21±13,64	40,34±5,79	37,83±6,93

A veia cava foi localizada dorsalmente em relação à veia porta. Foi possível avaliar o diâmetro de ambos vasos, onde a veia cava caudal apresentou formatos triangular (formato relacionado com o embutimento no sulco hepático) ou discretamente oval (formato que não é considerado normal, correlacionada com trombose, insuficiência cardíaca ou compressão causado pelo tórax), com bordas hipocogênica, localizadas na borda hepática, além disso, animais com ECC superior a 3,25 apresentaram maior dificuldade de ser avaliada. A veia porta apresentou formato característico arredondado com ramificação, bordas hiperecogênicas e de extrema facilidade de ser avaliada, mesmo em animais com ECC superiores a 3,25. Além disso, ela foi facilmente diferenciada das veias hepáticas, pelo formato da ramificação e ecogenicidade das bordas. Ambos os lumens (da veia cava e portal)

apresentaram conteúdo anecoico. Ao exame ultrassonográfico hepático dos animais, o órgão demonstrou contornos regulares, parênquima com ecotextura homogênea fina de ecogenicidade habitual, independentemente do status reprodutivo. Em nenhum dos animais foram identificadas alterações focais ou difusas que indicassem alguma condição de doença. Além disso, foi possível a localização da veia porta e da veia cava caudal. Os diâmetros da veia cava caudal e veia porta não apresentaram associação com o status reprodutivo. Os diâmetros da veia cava caudal das vacas vazias e vacas gestantes apresentaram valores de $36,91 \pm 7,39$ e $38,50 \pm 6,87$ mm (média \pm desvio padrão), respectivamente. Já os diâmetros da veia porta das vacas vazias e vacas gestantes apresentaram valores de $38,46 \pm 4,71$ e $41,64 \pm 6,27$ mm (média \pm desvio padrão), respectivamente.

No intuito de investigar a associação entre as variáveis métricas do grupo de vacas gestantes e grupo de vacas vazias, foram encontrados as seguintes medidas hepáticas (Tabela 3), provenientes dos mapas percentuais (Figura 2).

Tabela 3: Medidas hepáticas encontradas em todas as vacas e nas duas categorias: gestantes e vazias.

Medidas hepáticas					
	M1 (cm)	M2 (cm)	M3 (cm)	M4 (mm)	M5 (mm)
Todas vacas	$35,1 \pm 5,9$	$66,1 \pm 10,7$	$31,1 \pm 8,0$	$95,1 \pm 12,7$	$128,2 \pm 13,6$
Vacas gestantes	<36	<66	<31	<96	≥ 128
Vacas vazias	≥ 36	≥ 66	≥ 31	≥ 96	<128

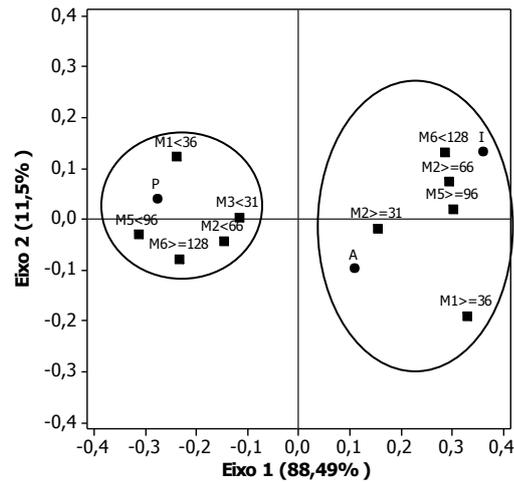


Figura 2: Mapa perceptual das medidas hepáticas

Todas as medidas hepáticas, dentre elas, distâncias dos processos espinhosos das vértebras dorsais até o ápice hepático (M1); distâncias dos processos espinhosos das vértebras dorsais até o limite máximo do fígado ventralmente (M2); medidas M3 (diferença entre M1-M2; distâncias entre a borda lateral hepática até a veia porta (M4 – figura 3) apresentaram valores maiores em vacas vazias em comparação as vacas gestantes. As distâncias entre a borda lateral hepática até a veia cava caudal (M5 – figura 4), foram as únicas das medidas que apresentaram valor superior em vacas gestantes se comparado às vacas vazias.



Figura 3: Distância entre a borda lateral hepática até a veia porta (linha pontilhada). Destaca-se a veia porta com paredes hiperecogênicas.



Figura 4: Distância entre a borda lateral hepática até a veia cava (linha pontilhada). Destaca-se a veia cava com paredes hipocogênicas.

Essas variáveis apresentaram similaridade, sendo estes identificados por círculos (Figura 2) em cada quadrante nos mapas perceptuais construídos.

DISCUSSÃO

A funcionalidade da técnica ultrassonográfica na avaliação hepática de vacas leiteiras foi comprovada através da realização desse estudo. Entretanto, vale ressaltar, a maior dificuldade na obtenção das imagens em vacas com $ECC > 3,25$, talvez devido a maior impedância acústica do tecido adiposo, principalmente na avaliação da veia cava caudal.

Os achados ultrassonográficos encontrados estão de acordo com o descrito por Braun (2009), com evidentes características hepáticas e de fácil identificação. As características hepáticas encontradas no presente trabalho apresentam similaridade ao relatado por Gradiri et al (2007) em ovelhas, cabras, segundo Soroori et al (2008) e bezerras lactentes (Braun & Krüger, 2013).

Conforme proposto por Haudum et al (2011), foi possível mensurar o fígado de vacas leiteiras, permitindo assim dizer, que a reprodutibilidade do modelo proposto por esses autores é factível e adequada. Além disso, as medidas caracterizadas pelo presente trabalho podem ser utilizadas como

dimensões hepáticas de referência (tabela 2) dos animais brasileiros com características físicas e produtivas similares ao estudado.

O diâmetro da veia cava aumenta com o avançar da gestação e o diâmetro da veia porta diminui (Brau & Gerber, 1994; Braun, 2009), influenciando na distância da parede lateral (espessura) hepática em relação a veia porta. Esses achados corroboram com o que Braun & Gerber (1994) encontraram, uma correlação positiva (0,40 a 0,56, variação devida ao EIC avaliado). Ambos diâmetros das veias não apresentaram correlação com status reprodutivo, que pode ser explicado pela forma de avaliação realizada, onde mensurou esses diâmetros de forma pontual e não repetido no tempo como descrito na literatura vigente. Dentro desse contexto, a distância da parede lateral hepática (serosa) até a veia porta (M4) ou espessura do fígado na posição da veia porta das vacas gestantes no presente trabalho apresentou um valor inferior ao das vacas vazias ($<96\text{mm}$ versus $\geq 96\text{mm}$, respectivamente). Corroborando com o que Braun & Gerber (1994) encontraram, valores entre 71 a 109mm 186 vacas leiteiras avaliadas. Esses autores encontraram também uma correlação negativa entre o diâmetro da veia porta (-0,41 a -0,23, tendo essa variação devida ao EIC avaliado) e estágio gestacional em três vacas de diferentes raças (Simental, Pardo Suíço e Mestiças com holandês) avaliadas 8 vezes cada.

Há uma mudança hemodinâmica e endócrina em animais gestantes, proporcionando um aporte hemodinâmico protetor à fêmea gestante e perfusão para promover o crescimento fetal através do fornecimento de oxigênio e nutrientes, aumentando o diâmetro das veias intra e extra hepáticas que desembocam na veia porta (Bissonnette et al, 2015). Há um aumento plasmático (Aggarwal, et al 2014; Bissonnette, 2015) generalizado, proporcionando uma hipertensão portal, comprovado pela função Doppler em mulheres (Clapp et al, 2000), para dar suporte as necessidades fisiológicas, proporcionando diminuição da espessura portal e melhora na perfusão sanguínea (Lopez & Lourdes, 2006).

Haudum et al (2011) encontraram uma correlação positiva entre a espessura do fígado na região da veia porta com peso vivo e idade das vacas holandesas lactantes de origem germânica, onde justificaram que a correlação poderia ser explicada pelo fato dos animais mais jovens ainda não terem alcançados o tamanho adulto. Essa explicação nos auxilia na avaliação das medidas obtidas no presente

estudo, pois os animais avaliados além de apresentarem idades heterogêneas, apresentavam linhagem genética diferente do referido autor.

Braun & Krüger (2013), obtiveram espessuras valores padrões do fígado ($5,8\pm 0,6$ até $8,0\pm 0,7$ cm) de bezerros lactentes holandeses avaliados a partir do segundo dia até 104 dias de vida e recomendaram a utilização dos valores de referência para comparação com animais acometidos por afecções. Nesse contexto, podemos fazer as mesmas recomendações, sendo nesse caso, para vacas leiteiras brasileiras em diferentes estágios reprodutivos. Há uma observação que deve ser levado em conta, no caso peso vivo, idade, altura de cernelha, onde Haudum et al (2011) encontraram uma correlação positiva entre o tamanho do fígado e essas variáveis. No presente trabalho, não foi encontrado essas correlações, podendo ser explicado pelos diferentes grupos genéticos e principalmente a linhagem dos animais diferente da estudada por Haudum et al (2011).

Os valores encontrados para M1 (distância dos processos espinhosos das vértebras dorsais até o ápice hepático) $35,1\pm 5,9$ cm de todas as vacas, independentemente das outras variáveis, tem similaridades com os valores encontrados por Imran et al (2011), que relataram um valor de $32,0\pm 2,15$ cm para esta variável, em vacas mestiças de Jersey e Sindi, não lactantes e saudáveis, com peso de 300-450 kg de peso vivo e com idade de 4 a 12 anos.

As espessuras hepáticas na região da veia porta apresentaram valores médios de $95,1\pm 12,7$ mm, similar aos valores encontrados por Haudum et al (2011), que descreveram medidas entre 79 a 136mm em 133 vacas holandesas com 100 dias de lactação.

Os valores de referência hepáticos são semelhantes aos encontrados nos animais estrangeiros, mas há uma ressalva, na utilização dos valores em animais em diferentes status reprodutivo, Uma observação deve ser levada em consideração em relação as medidas desse estudo, pois foram medidas únicas e pontuais, não tendo medidas repetidas nos animais no tempo, que pudessem demonstrar qualquer correlação com status reprodutivo. Uma demonstração clara desse aspecto é a não correlação encontrada entre o diâmetro da veia cava caudal e status reprodutivo, diferente ao encontrado por Braun & Gerber (1994) em que estudando em três animais europeus a variação do diâmetro da veia cava caudal

e status reprodutivo durante 8 vezes, encontraram uma correlação positiva (0,40 a 0,56, variação devida ao EIC avaliado). No presente estudo, foram avaliados animais com diferentes estágios reprodutivos e no bloco de animais considerados gestantes foi alocado animais com idade gestacional superior ao trabalho dos autores supra citados (113 ± 34 dias versus 28 a 70 dias de gestação). Nesse contexto, por ser uma avaliação pontual e com idade gestacional maior, não foram encontradas correlações com o avançar da gestação, porém os valores encontrados para diâmetro da veia cava caudal foram maiores para animais gestantes em comparação a animais vazios ($36,91 \pm 7,39$ e $38,50 \pm 6,87$ mm). Resumindo, o diâmetro da veia cava foi maior, porém no presente experimento por ser apenas uma medida no tempo, não foi logrado êxito na determinação de tal correlação. Segundo Braun & Gerber (1994), com o avançar do período gestacional, maiores quantidades de sangue proveniente das veias uterinas desembocam na veia cava, sobrecarregando-a.

CONCLUSÃO

O exame ultrassonográfico do fígado em bovinos é simples, factível e podemos utilizá-lo como ferramenta para determinação do tamanho desse órgão, com restrições aos animais de ECC elevado.

Dimensões hepáticas e status reprodutivo das vacas leiteiras apresentaram evidente relação científica, podendo ser utilizadas no futuro para predição e ou auxílio no diagnóstico reprodutivo desses animais.

AGRADECIMENTO - FINANCIAMENTO

Este trabalho foi financiado pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG sob o número de subvenção: APQ-01725-11

REFERÊNCIAS

- AGGARWAL, N.; NEGI, N.; AGGARWAL, A.; BODH, V.; DHIMAN, R.K. Pregnancy with Portal Hypertension. *Journal of Clinical and Experimental Hepatology*, 4:2, 163–171, 2014.
- BISSONNETTE, J.; DURAND, F.; RAUCORT, F.; CECCALDI, P.F.; PLESSIER, A.; VALLA, D.; RAUTOU, P.E. Pregnancy and Vascular Liver Disease, 5:1, 41–50, 2015.
- BLASUS, J. et al. Special issue on correspondence analysis and related methods. *Computational Statistics e Data Analysis*, New York, v. 53, n. 8, p. 3103–3106, 2009.
- BRAUN, U.; GERBER, D. Influence of age, breed, and stage of pregnancy on hepatic ultrasonographic findings in cows. *Animal Journal Veterinary Research*, Sep: 55(9):1201-5, 1994.
- BRAUN, U. Ultrasonography of the Liver in Cattle. *Veterinary Clinical Food Animal*, 25, 591–609, 2009.
- BRAUN, U.; KRÜGER, S. Ultrasonography of the spleen, liver, gallbladder, caudal vena cava and portal vein in healthy calves from birth to 104 days of age. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 55:68, 2013.
- CLAPP, J.F.; STEPANCHAK, W; TOMASELLI, J.; KORTAN, M.; FANESLOW, S. Portal vein blood flow-effects of pregnancy, gravity, and exercise. *American Journal Obstetric Gynecology*, 183:167–172, 2000.
- GRADIRI, A.; HAJIKOLAEI, M.R.H.; MOHAMMADIA, B.; SHAHMARVAND, R.Z. Ultrasonographic Findings of the Liver in Lori Breed Sheep. *Iranian Journal of Veterinary Surgery*. Vol.: 2 No.: 3 Year: 2007.
- HAUDUM, A; STARKE, A; BEYERBACH, M; WOHLSEIN, P; REHAGE, J. Ultrasonographic assessment of liver dimensions in dairy cows with different hepatic triacylglycerol content. *Journal Animal Science*, 89:1392-1400, 2011.
- IMRAN,S.; TYAGI, S. P.; KUMAR, A.; KUMAR, A.; SHARMA, S. Comparative Ultrasonographic Imaging of Spleen and Liver in Healthy Crossbred Cows. *International Scholarly Research Network ISRN Veterinary Science*, Volume 2011, 7p, 2011.
- KOMEILIAN, M. M; SAKHA, M; NADALIAN, M. G; VESHKINI, A. Hepatic Ultrasonography of Dairy Cattle in Postpartum Period: Finding the Sonographic Features of Fatty Liver Syndrome. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(8): 701-706, 2011.
- LOPEZ, E.M.; LOURDES, A.C. Pregnancy and portal hypertension a pathology view of physiologic changes. *Annual Hepatology*,5:219–223, 2006.

R CORE TEAM. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria: Computing RFS. URL <http://www.R-project.org/>, 2014.

RAFIA, S., TAGHIPOUR-BAZARGANI, T., ASADI, F. et al. Veterinary Research Communication (2011) 35: 531. doi:10.1007/s11259-011-9497-3, 2011.

SOROORI, S.; RAOOFI, A.; VAJHI, A.R.; GHORBANI NEZAMI, S. Ultrasonographic Examination of the Goat Liver. Turkey Journal Veterinary Animal Science: 32(5): 385-388, 2008.

THARWAT, M. Ultrasonography as a diagnostic and prognostic approach in cattle and buffaloes with fatty infiltration of the liver. Polish Journal of Veterinary Sciences, Vol. 15, No. 1, 2012, 83-93, 2012.

ZOTTI, A; BANZATO, T; FIOREA, E; MORGANTEA, M; MANUALIB, E. Texture analysis of B-mode ultrasound images to stage hepatic lipidosis in the dairy cow: A methodological study. Research in Veterinary Science, Volume 108, October 2016, Pages 71–75, 2016.