



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
INSTITUTO DA SAÚDE E PRODUÇÃO ANIMAL
CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA

AVALIAÇÃO ULTRASSONOGRAFICA DA MEDULA ESPINHAL EM CÃES

JIMMY WIGGLEY MOURA OLIVEIRA

Belém – PA
2019

JIMMY WIGGLEY MOURA OLIVERA

AVALIAÇÃO ULTRASSONOGRÁFICA DA MEDULA ESPINHAL EM CÃES

**Trabalho de Conclusão de curso
apresentado como requisito para obtenção
do título de Bacharel em Medicina
Veterinária do Curso de graduação da
Universidade Federal Rural da Amazônia –
Campus Belém.**

Belém
2019

Oliveira, Jimmy Wiggley Moura

Avaliação ultrassonográfica da medula espinhal em cães / Jimmy Wiggley Moura Oliveira. – Belém, 2019.
33 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária)
– Universidade Federal Rural da Amazônia, 2019.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Nassar Coutinho.

1. Cães – Medula Espinhal. 2. Exame Ultrassonografico – Coluna Vertebral - Cães. 3. Ultrassonografia. 4. Anatomia - Cães. I. Coutinho, Leandro Nassar (orient.) II. Título.

CDD – 636.708982

JIMMY WIGGLEY MOURA OLIVEIRA

AVALIAÇÃO ULTRASSONOGRAFICA DA MEDULA ESPINHAL EM CÃES

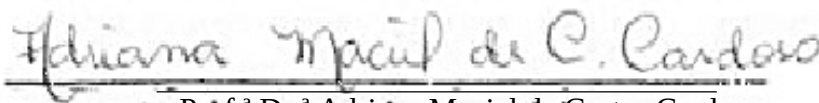
**Trabalho de Conclusão de curso
apresentado como requisito para obtenção
do título de Bacharel em Medicina
Veterinária do Curso de graduação da
Universidade Federal Rural da Amazônia –
Campus Belém.**

Aprovado em: 20/02/2019

BANCA EXAMINADORA



Prof.º Dr. Leandro Nassar Coutinho.
Universidade Federal Rural da Amazônia Campus-Belém



Prof.ª Dr.ª Adriana Maciel de Castro Cardoso.
Universidade Federal Rural da Amazônia Campus-Belém



Msc. Luisa Pucci Bueno Borges.
Universidade Federal do Pará Campus- Castanhal

Belém
2019

Dedicatória

Dedico este trabalho, aos meus familiares, especialmente minha mãe Jacilene Moura e prima-irmã Brenda Oliveira. E a todos que torceram para que eu cumprisse este objetivo.

Agradecimentos

Aos meus Pais, os quais sempre me apoiaram e deram todo o suporte necessário para que eu trilhasse este caminho até aqui, não existem palavras para descrever a minha gratidão a vocês. Tenho orgulho de ser descendente de ambos e de ter tido a honra de fazer parte da nossa família. Agradeço imensamente por cada ensinamento e dedicação incondicional em prol no meu crescimento pessoal e profissional. Obrigado por cada batalha diária para que eu pudesse conseguir seguir em frente. Parafraseando Sír Isaac Newton “Se cheguei até aqui foi porque me apoiei no ombro dos gigantes.” Mãe e Pai, vocês são os meus gigantes. Eu os amo muito.

A minha família, sou grato por terem comemorado as minhas vitórias, e me consolado nos momentos de aflição, rogo que possamos sempre continuar unidos e com muito humor, sempre superando qualquer adversidade que possa surgir em nossos caminhos.

A pipi, por sempre ter acreditado na minha capacidade, mesmo quando duvidei você nunca desistiu de mim, sempre apoiando e incentivando, se hoje eu cheguei até aqui uma grande parte disso é graças a você. A ti serei eternamente grato.

Aos meus amigos, a estes que compartilharam juntamente comigo os momentos bons, e principalmente os momentos angustiantes que a UFRA nos proporcionou, à Elisa, Brunna, Luis, Douglas, Isabella, Brenda, Ricardo, Gil, Luise o meu muito obrigado, pela amizade de vocês, por deixarem os dias mais leves com nossos momentos de descontração para aliviar as tensões pré-provas, pelos incentivos quando duvidei que fosse conseguir, Obrigado!

Em especial ao Professor Dr. Leandro Nassar Coutinho, pelas inúmeras horas de orientação, sua dedicação e principalmente por sua paciência, ao senhor eu sou imensamente grato.

E finalmente à Deus, que me proporcionou saúde e forças pra continuar em muitos momentos que pensei em desistir, nas inúmeras angústias, frustrações e crises sempre pude contar com a minha fé.

RESUMO

A avaliação da coluna vertebral pode ser realizada por diferentes técnicas de imagem, dentre as mais utilizados estão as radiografias simples, mielografias, tomografias computadorizadas e ressonância magnética. A Ultrassonografia pode ser aplicada como uma técnica intra-operatória, com uso indicado após procedimentos como cirurgias de trauma e tumores medulares acessados por laminectomia ou hemilaminectomia. É a técnica mais acessível, apresentando melhor custo benefício, podendo fornecer informações análogas e até adicionais às obtidas por ressonância magnética. A presente pesquisa objetivou descrever o aspecto ultrassonográfico da medula espinhal de cães. Para isto, realizou-se a avaliação ultrassonográfica do canal medular de cães necropsiados no Laboratório de patologia animal da UFRA, provenientes do atendimento do HOVET/UFRA que vieram a óbito. Observou-se que as imagens da medula espinhal apresentaram excelente definição e nitidez, assim como qualidade e acessibilidade da técnica. Os resultados do estudo demonstram que o acesso ultrassonográfico para avaliação da medula espinhal é factível, e que os valores de referência obtidos, assim como o padrão ultrassonográfico, podem subsidiar novos estudos para obtenção de uma abordagem transcirúrgica e pós cirúrgica em animais com lesões medulares sem acesso a equipamentos como tomografias computadorizadas e ressonância magnética.

Palavras chave: Ultrassonografia, Coluna espinhal, Anatomia

ABSTRACT

The evaluation of the spine can be performed by different imaging techniques, among the most commonly used are simple radiographs, myelography, computed tomography and magnetic resonance imaging. Ultrasonography can be applied as an intraoperative technique, with indicated use after procedures such as trauma surgeries and medullary tumors accessed by laminectomy or hemilaminectomy. It is the most accessible technique, presenting better cost benefit, being able to provide information analogous and even additional to those obtained by MRI. The present study aimed to describe the ultrasonographic aspect of the spinal cord of dogs. Ultrasonographic evaluation of the spinal canal of necropsied dogs was carried out at the Animal Pathology Laboratory of UFRA, resulting from the HOVET / UFRA treatment that died. It was observed that the images of the spinal cord presented excellent definition and clarity, as well as the quality and accessibility of the technique. The results of the study demonstrate that the sonographic access for spinal cord evaluation is feasible and that the reference values obtained, as well as the ultrasonographic standard, can support new studies to obtain a transurgical and post-surgical approach in animals with spinal cord lesions without access to equipment such as CT scans and magnetic resonance imaging.

Keywords: Ultrasonography, Spinal column, Anatomy

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DIV	- Disco intervertebral
CC	- Canal central
LCE	- Líquido cerebroespinal
SNC	- Sistema nervoso central
SDI	- Serviço de Diagnóstico por Imagem
HOVET	- Hospital Veterinário Mário Dias Teixeira
SNP	- Sistema nervoso periférico
UFRA	- Universidade Federal Rural da Amazônia
US	- Ultrassonografia
ISPA	- Instituto da Saúde e Produção Animal

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS.....	12
2.1 Objetivo geral	12
2.2 Objetivos específicos	12
3 REVISÃO DE LITERATURA	12
3.2. Medula espinhal	14
3.3. Exame ultrassonográfico da coluna vertebral	17
4. MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1. Questões éticas.....	22
4.2. Local de estudo	22
4.3. Animais.....	22
4.4. Descrição da técnica.....	22
4.5. Análise dos dados	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
6.CONCLUSÃO	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
ANEXO 1.....	34

1. INTRODUÇÃO

A avaliação da coluna vertebral pode ser feita por diferentes técnicas de imagem, dentre os mais utilizados estão as radiografias simples, mielografias, tomografias computadorizadas e ressonância magnética (FOSSUM, 2001). A ultrassonografia (US) é a técnica mais acessível, apresentando melhor custo benefício, podendo fornecer informações análogas e até informações adicionais às obtidas por ressonância magnética. Permite a visualização rápida, em tempo real e não invasiva de tecidos moles, alterações como presença de corpo estranho, atrofia e fibrose muscular, contorno de ossos e articulações (HAGER, 1986; CRAYCHEE, 1998; HARCKE et al., 1988). Para ter uma interpretação confiável durante a ultrassonografia, é necessário ter conhecimento detalhado da anatomia transversal e sagital da coluna e medula espinhal (BERG et al., 2003).

A Ultrassonografia pode ser aplicada como uma técnica transoperatória ou com uso indicado após procedimentos cirúrgicos devido a ocorrência de traumas e tumores medulares acessados por laminectomia ou hemilaminectomia, (NAKAYAMA, 1993; MAIURI et al., 2000). Pode fornecer detalhes sobre as condições da medula espinhal e canal vertebral, principalmente em situações de compressão medular, estenose do canal vertebral, corpo estranho no canal vertebral e fraturas de vertebra (NANAI et al., 2007).

Em medicina veterinária são poucas as literaturas de avaliação medular com ultrassonografia. O maior desafio desta técnica é determinar janelas acústicas adequadas, já que as vértebras formam sombras, impedindo a visualização da medula. Por isso, o objetivo deste trabalho é descrever os aspectos quanti-qualitativos da medula espinhal de cães por meio do ultrassom, para maior aplicação da técnica na rotina veterinária. Buscando contribuir para o diagnóstico de doenças que acometem as regiões cervical, torácica e lombar, em localidades onde a ressonância magnética e a tomografia computadorizada não estejam disponíveis.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Descrever a anatomia da medula espinhal de cães por meio da técnica de ultrassonografia

2.2 Objetivos específicos

- Realizar a avaliação ultrassonográfica do canal medular de cães
- Descrever os aspectos de ecogenicidade/textura da medula espinhal
- Realizar a biometria da medula espinhal

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Anatomia da coluna vertebral

Mamíferos possuem um sistema locomotor complexo, com orientação parassagital dos membros e movimentação do tronco no plano sagital. Apesar de possuírem diferenças posturais evidentes, humanos e cães compartilham inúmeras características biomecânicas no que diz respeito a coluna vertebral, incluindo similaridades nas cargas compressivas axiais (SMITH,2002; ERCOLIN, 2018). E na patogenia da degeneração de disco intervertebral, com exceção das raças condrodistróficas (MILLIS, 2015).

Durante a marcha, a região da coluna lombar desempenha um importante papel no alinhamento postural e na qualidade do movimento (BOMBONATO et al., 2005). Os músculos paraespinhais dão suporte ou estabilização para o tronco durante a caminhada ou trote, sendo ativados durante a flexão do tronco, produzindo movimento em resposta às forças do solo (RITTER et al., 2001; ERCOLIN, 2018).

A coluna vertebral é o principal suporte do corpo, protege a medula espinhal assim como as raízes nervosas, sendo composta por cerca de 50 vértebras, que se estendem desde a base do crânio até as extremidades da cauda podendo ser dividida em cinco regiões. A coluna vertebral dos cães é normalmente composta por sete vertebrae cervicais, treze torácicas, sete lombares (podendo variar para seis), três sacrais fusionadas e de uma a vinte e duas vertebrae coccígeas (BREIT, 2002; DYCE, 2002; SACK; WENSING, 2010).

Cada vértebra é formada pelo corpo vertebral, pelo arco vertebral e pelos processos espinhosos (dorsais), transversos(laterais), articulares (craniais e caudais), acessórios e mamilares que variam de dimensão entre os diferentes tipos de vértebras. O corpo vertebral juntamente com o arco compõe uma estrutura circular denominado forame vertebral, e a soma desses forames constitui o canal vertebral. O arco vertebral é composto de dois pedículos verticais, que projetam lâminas medialmente, completando o anel que circunda e protege a medula espinhal. O processo espinhoso dorsal é resultado da união das lâminas e os processos transversos que se projetam lateralmente (DYCE et al., 2010)

Os processos mamilares são pequenas projeções dorsais do processo transversal que se evidenciam a partir da terceira vértebra torácica e os processos acessórios surgem da borda caudal do pedículo e estão presentes da região torácica média até a região lombar média (DYCE; SACK; WENSING, 2004).

Entre cada vértebra existe um disco intervertebral (DIV) que promove articulação com as apófises, cuja principal função é estabilização entre as vertebbras adjacentes, resistindo aos movimentos de rotação, flexão e extensão garantindo a flexibilidade da coluna (DYCE; 2002; SACK; WENSING, 2010; MEIJ; BERGKNUT, 2010). No centro de cada par de vértebras contíguas se encontra o foramen intervertebral onde passam os nervos espinhais, veias e artérias (EVANS; DELAHUNTA, 2013).

Os cães possuem aproximadamente vinte e seis DIVs, sendo ausentes os discos entre a primeira e segunda vertebbras cervicais e entre cada vertebra sacral fusionada (WIDMER; THRALL, 2007; FOSSUM,2001). O disco intervertebral é basicamente composto de duas partes, a camada externa composta por material fibrocartilaginoso organizado em camadas concêntricas conhecido como anel fibroso (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2004) que proporciona ao disco estabilidade e impede a liberdade de movimento das vértebras vicinais (KONIG; LIEBICH, 2002) e a região central de conformação oval composta por material gelatinoso chamada de núcleo pulposo (BRISSON, 2010) e fica excentricamente localizado no terço dorsal do DIV(SHORES; TEPPER, 2007).

Na região cervical, a coluna permite a movimentação em diversos planos, incluindo rotação axial, compressão, tração, flexão e extensão. Nessa região o canal vertebral é amplo e encontra-se parcialmente preenchido pela medula espinhal, diferentemente das regiões toracolombar e lombar onde a medula ocupa a maior parte do canal vertebral. Essa característica predispõe as regiões torácica e lombar à maior chance de compressão medular(THRALL, 2012). Todas, com exceção da primeira vertebra cervical possuem processo espinhal dorsal. A

partir de C3 a C7 esses processos apresentam inclinação cranial e aumento de tamanho gradual no sentido cranial para caudal (FOSSUM, 2001).

A região torácica que se estende de T1 à T13 apresenta pouca mobilidade devido à presença das costelas. A movimentação dessa região da coluna envolve apenas o plano sagital (THRALL, 2012). Os corpos vertebrais torácicos são curtos, porém a partir da décima vertebra torácica aumentam em comprimento caudalmente até a região lombar. Os processos espinhosos da primeira metade das vertebbras torácicas são longos e possuem o mesmo comprimento, na segunda metade diminuem gradualmente em altura e na décima primeira vertebra sua inclinação caudal muda (DYCE; SACK; WENSING, 2004).

A região toracolombar compreendida entre T10 e L2 é uma região de transição entre a porção torácica rígida e a porção lombar com maior mobilidade. É possível notar alteração na orientação das facetas articulares e a presença de frequentes anomalias congênitas, o que predispõe a fraturas ou luxações (THRALL, 2012; LOPES, 2016).

No que diz respeito à região lombar compreendida entre L1 e L7, apresenta bastante movimentação no plano sagital, e caracteristicamente é discretamente cifótica em cães e gatos, adaptada para desenvolver flexão durante o movimento (THRALL, 2012).

As vertebbras lombares caracterizam-se por processos transversos longos que se tocam cranioventralmente (DYCE; SACK; WENSING, 2004). Os corpos das vertebbras lombares são achatados dorsoventralmente, e aumentam de largura da primeira para a última vértebra (SISSON, 1986).

3.2. Medula espinhal

A medula espinhal juntamente com o encéfalo, compõe o sistema nervoso central (SNC). O encéfalo fica situado na cavidade craniana, e a medula se estende da base do cérebro até a porção lombar caudal finalizando no cone medular (DYCE et al., 2010).

O SNC é revestido por três membranas contínuas denominadas meninges: a camada mais externa é a dura-máter de composição fibrosa e resistente, separada do periósteo interno dos ossos pelo espaço epidural ocupado por tecido adiposo, logo abaixo da dura-máter encontra-se o espaço subdural entre ela e a membrana contínua central aracnoide, que é delgada e fica justaposta com a parede interna da dura-máter, mais profundamente se encontram o espaço sub-aracnóide e pôr fim a pia-máter internamente e fixada ao encéfalo e a medula espinhal (GONÇALVES, 2013).

No interior do espaço epidural além da presença de tecido adiposo, conjuntivo, há uma abundante trama de plexos nervosos. O líquido cérebro espinhal (líquor) na cavidade subaracnóidea associado ao tecido adiposo do espaço epidural executam a função de nutrição e proteção contra choques mecânicos no SNC (KONIG et al., 2004; DYCE et al., 2010; FITZMAURICE, 2011; KLAUMANN; OTERO, 2013).

A medula espinhal é uma massa cilindroide de tecido nervoso que cranialmente limita-se com o bulbo, a nível de forame magno do osso occipital e em cães adultos comumente termina na altura da sexta vértebra lombar (GONÇALVES, 2013). Na extremidade caudal a medula se estreita adquirindo formato de cone e finaliza com um fino cordão denominado filamento terminal (KONING et al, 2004) Didaticamente a medula pode ser dividida em quatro principais segmentos C1-C5, C6-T2, T3-L3, L4-S3 (COSTA; MOORE, 2010).

Em uma vista transversal da medula espinhal internamente pode-se reconhecer a substância cinzenta centralmente, envolta pela substância branca que a recobre como um manto. A substância cinza é semelhante a um H ou uma borboleta, em vista transversal, apresentando um corno dorsal e um corno ventral unidos por uma porção intermediária lateral e um corno lateral. A continuidade de toda a extensão medular constitui as colunas medulares dorsal, lateral e ventral (KONIG et al., 2004).

Na coluna cinzenta dorsal estão localizados os neurônios somáticos e viscerais aferentes, em conexão com as células-sensoriais situadas nos gânglios da raiz dorsal dos nervos espinhais. No corno lateral encontram-se os neurônios motores viscerais, os núcleos simpáticos e o núcleo parassimpático, enquanto a coluna ventral contém essencialmente os neurônios de motricidade do corpo (KONIG et al., 2004).

A substância cinzenta contém um grande número de núcleos celulares enquanto a substância branca é predominantemente composta de fibras nervosas medulares e funículos, o dorsal e o ventrolateral. No funículo dorsal ascendem principalmente tratos que levam a sensibilidade superficial e profunda para o encéfalo, e o ventrolateral direciona tratos ascendentes (sensoriais) bem como descendentes (motores). Suas fibras executam a conexão entre diferentes segmentos medulares (KONIG et al., 2004).

O segmento C6-T2 corresponde a intumescência cervical (plexo braquial) de onde partem os nervos ulnar, mediano, radial, axilar e musculocutâneo. Assim como o segmento L4-S3 é o correspondente a intumescência lombar (plexo lombossacro) o qual se originam os nervos, femoral, obturador, ciático e pudendo. Essas regiões possuem maior diâmetro medular

pois são a origem dos neurônios motores inferiores para inervação dos membros torácicos e pélvicos respectivamente (ETTINGER; FELDMAN, 2004).

Existem oito nervos espinhais cervicais, treze torácicos, sete lombares, três sacrais e de quatro a sete caudais. O primeiro nervo cervical emerge através do forame vertebral lateral do atlas, os demais nervos cervicais emergem cranialmente às vertebbras correspondentes, com exceção do oitavo que emerge entre a sétima vertebra cervical e a primeira vertebra torácica. A inervação espinhal torácica e lombar deixam o canal vertebral através do forame intervertebral, caudalmente às vertebbras correspondentes. Os dois primeiros nervos sacrais emergem através do forame sacral dorsal, enquanto o terceiro nervo emerge do forame intervertebral entre a última vértebra sacral e a primeira vertebra caudal (DELLMANN;et al., 1986; GONÇALVES, 2013).

O cone medular está situado na região de L6. Após o cone se origina a cauda equina que faz parte do sistema nervoso periférico (SNP) e se estende até a quinta vértebra coccígea. (MEIJ; BERGKNUT, 2010). Cada nervo espinhal é formado pela união de duas raízes, sendo uma dorsal e outra ventral. A raiz dorsal é majoritariamente composta por fibras aferentes, cujos corpos celulares são unidos de modo a formar uma intumescência visível, o gânglio espinhal. A raiz ventral é composta exclusivamente de fibras eferentes que emana de neurônios motores no interior do corno ventral da substância cinzenta e deixam a medula por uma longa faixa ventrolateral, seguindo para órgãos efetores (músculos e glândulas) (DYCE et al., 2010).

Cada ramo dorsal se subdivide em um ramo medial que supre a parte local da musculatura epaxial do pescoço, tronco ou da cauda. E um ramo lateral que se distribui até a parte dorsal do segmento cutâneo. Os ramos ventrais são maiores e inervam os músculos hipaxiais, incluindo membros (com exceção do cingulo torácico e o musculo romboide). Os ramos ventrais se unem a seus vizinhos por ramos comunicantes formando o plexo braquial e o plexo lombossacral que suprem, respectivamente, os membros torácicos e os membros pélvicos (DYCE et al., 2010).

Além das estruturas ósseas e dos componentes do sistema nervoso, também é importante mencionar os ligamentos da coluna vertebral, que juntamente com os músculos têm papel crucial para a sustentação do organismo durante o movimento. Os ligamentos são agrupados em ligamentos curtos e longos. Os ligamentos curtos são o ligamento amarelo, intertransversais e interespinhosos. O ligamento amarelo ou flavo recobre o espaço interarqueado peridural localizado entre os processos articulares contribuindo para estabilidade da coluna durante movimentos posturais, mantendo a superfície da parede dorsal do canal vertebral lisa (BROWN et al., 2012; ERCOLIN, 2018).

Os ligamentos intertransversais estão entre os processos transversos das vertebrae e os ligamentos interespinhosos se localizam entre os processos espinhosos vertebrais. Os ligamentos longos são os ligamentos longitudinal dorsal que atravessa o assoalho do canal vertebral a partir da segunda vertebra cervical e se estende até o sacro e se fixa em cada um dos discos intervertebrais e o ligamento longitudinal ventral que segue o aspecto ventral das vertebrae desde a oitava vertebra torácica até o sacro se fixando a cada um dos DIV. E por fim o ligamento supra-espinhoso que é uma faixa longitudinal de tecido conjuntivo fibroso que une o ápice de todos os processos espinhosos(KONIG; LIEBICH, 2011 ERCOLIN 2018).

3.3. Exame ultrassonográfico da coluna vertebral

O Ultrassom compreende ondas sonoras de alta frequência inaudíveis para o ouvido humano. O princípio de formação da imagem ultrassonográfica se baseia na reflexão do som e sua interação com os diferentes tecidos. Os transdutores contêm cristais com propriedades piezoelétricas que ao serem submetidos a uma corrente elétrica alternada vibram e produzem o som. As ondas sonoras produzidas pelo aparelho atravessam os tecidos até atingir uma superfície refletora, parte da onda retorna ao transdutor e esse eco é transformado em corrente elétrica que por sua vez é convertida em imagem na tela do ultrassom (CARVALHO; DUPRÉ; PEREZ, 2009).

A ultrassonografia é um método não invasivo, não produz radiação ionizante como a tomografia computadorizada e a radiografia (PATIL; DASGUPTA, 2012). Não requer o uso de anestesia geral, bem como contrastes iodados, e é mais informativa que a radiografia para avaliação de tecidos moles (ROBERTSON; THRALL, 2011).

Além de oferecer uma imagem dinâmica, para avaliação de articulações, músculos, tendões e nervos sem necessitar de outras tomadas. Esse caráter dinâmico possibilita a realização de intervenções minimamente invasivas guiadas por ultrassom(ERCOLIN, 2018).

Em seus estudos, Fonseca et al. (2006) constataram que a US é um método de diagnóstico rápido e eficiente para lesões toracolumbares em equinos. Já Vandeweerd et al (2007), utilizaram a US para localizar nervos e guiar injeções de anestésico para diagnóstico e tratamento de afecções de lombar em equinos atletas. A US também é descrita no auxílio à coleta de líquido da cisterna magna e avaliação do espaço lombossacro (ALEMAN et al., 2007).

Em pequenos animais a utilização da ultrassonografia já é descrita para avaliação do sistema musculoesquelético(SAMMI; LONG; 2005) de vários segmentos como: ombro, cotovelo, ossos longos, e avaliação da cisterna magna em caninos com má formação de chiari

e anatomia ultrassonográfica da coluna cervical (RISSELADA; KRAMER; VAN BREE, 2003; SAMII; LONG, 2005; SCHMIDT et al., 2008; SARTO, 2014).

A aplicação da técnica ultrassonográfica para o sistema musculo esquelético em cães tem aumentado devido à grande possibilidade de informações fornecidas pelo exame. (SAMMI; LONG, 2005; SARTO et al., 2014; ERCOLIN, 2018). Considerada uma alternativa importante em regiões sem acesso a exames como tomografia computadorizada e ressonância magnética. A literatura já relata estudos demonstrando a viabilidade da ultrassonografia como técnica para avaliação musculoesquelética bem como da vascularização em região de coluna cervical no cão (SARTO et al, 2014).

Cirurgias de descompressão medular em cães com extrusão de disco intervertebral podem ser grandemente beneficiadas com o exame ultrassonográfico transoperatório para avaliação da extensão da lesão espinal e sucesso na descompressão medular. Esse exame pode ser dificultado pela presença de hemorragias locais durante a intervenção cirúrgica. Após a laminectomia dorsal ou ventral é possível identificar ultrassonograficamente o material, bem como a realização da completa remoção do disco (KRAMER; GOLLA; SCHMIDT, 2011).

O uso do transdutor linear com a frequência de 5-10 MHz para a avaliação transoperatória de extrusão de disco intervertebral foi descrito por (KRAMER; GOLLA; SCHMIDT, 2011). Neste estudo, o material estruído tinha aparência heterogênea e hiperecogênica (Figura 1).

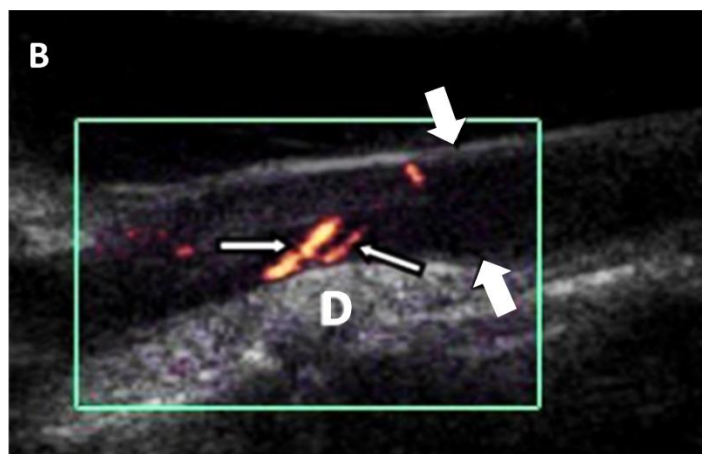
Figura 1: Corte sagital da medula espinal por meio de hemilaminectomia, onde há presença de material hiperecótico e heterogêneo identificado como conteúdo estruído do núcleo pulposo (setas finas); e as delimitações das margens da medula espinal.(setas grossas).



Fonte: Adaptado de NANAI et al., 2007.

Há também avaliações que descrevem a medula espinhal durante cirurgia de descompressão e destacaram a visibilização de dilatação da microvascularização e da extensão da lesão ao redor do local lesionado e pulsação desses vasos em tempo real logo após o procedimento de descompressão medular, possibilitando mudanças nas manobras cirúrgicas caso necessário, associando uma maior taxa de sucesso ao procedimento cirúrgico (NANAI et al., 2007; BONELLI et al., 2015) (Figura 2).

Figura 2: B-Ultrassonografia em corte sagital modo doppler da região lombar, demonstrando que a microcirculação da medula espinhal foi significativamente aumentada após a descompressão, material de disco remanescente(D). Limites da medula espinhal (Setas grossas).



Fonte: Adaptado de NANAI et al., 2007.

Marhofer e colaboradores (2005) apontam que a qualidade das imagens ultrassonográficas do eixo neural demonstra uma relação inversamente proporcional à idade dos pacientes, pois a visibilidade é prejudicada pela presença de estruturas calcificadas da coluna vertebral (FURNESS et al., 2002; GRAU, 2003). O osso na ultrassonografia aparece como uma linha hiperecogênica intensa com sombra acústica, por isso somente a superfície do osso pode ser avaliada (KRAMER et al., 1997). Consequentemente, é necessário buscar “janelas ultrassonográficas”, nas quais a incidência das ondas sonoras que partem do transdutor não seja afetada pelas estruturas ósseas da coluna vertebral (SEGURADO, 2010).

Em razão do sombreamento acústico criado pelas estruturas ósseas, a ultrassonografia da medula espinhal geralmente pode ser realizada apenas durante ou após a laminectomia, a corpectomia ou a foraminotomia cirúrgica (NAKAYAMA, 1993; GALLAGHER et al., 1995).

A medula espinhal cervical pode ser parcialmente visualizada pelo forame magno e entre o atlas e o eixo durante a flexão completa do pescoço, ou através de janelas abertas por

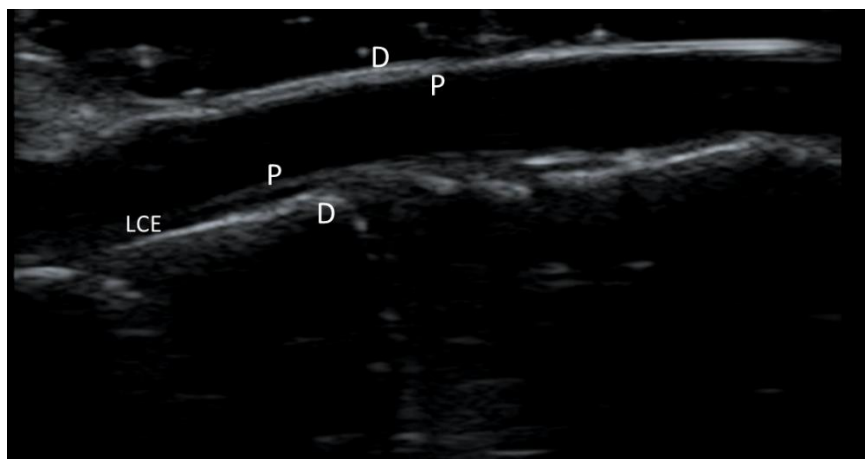
intervenção cirúrgica seja na fenda ventral ou outros locais cirúrgicos envolvendo a porção caudal do cérebro, estes acessos permitem uma avaliação parcial da espinha cervical cranial (HUDSON, 1998).

A medula espinhal é relativamente hipoecoica, as meninges são hiperecoicas e o líquido cerebroespinal (LCE) é anecóico. A linha brilhante mais superficial pode ser identificada como a dura-máter e a aracnoide em conjunto visto que estas camadas se encontram justapostas, e a linha hiperecoica mais profunda representa a pia-máter (FINN-BODNER et al., 1995).

O LCE anecoico separa essas duas linhas hiperecogênicas. Centralmente, uma ou duas linhas se encontram presentes na localização do canal central. Profundamente ao canal central, duas ou mais linhas hiperecoicas representam as meninges. A superfície óssea profunda à medula espinhal e às meninges aparece como uma linha hiperecoica espessa visto que a absorção do som impede a imagem de estruturas profundas ao osso (HUDSON, 2011) (Figura 3).

Uma parte da medula espinhal lombar pode ser observada pelo espaço do disco intervertebral, por abordagem dorsolateral pela musculatura lombar ou a partir da face ventral quando se realiza a ultrassonografia abdominal, porém ao utilizar esta abordagem transabdominal ventral a medula somente pode ser avaliada no espaço do DIV. Áreas de calcificação do DIV e formações de pontes na espondilose deformante podem limitar de forma significativa a sua visibilidade.

Figura 3: Ultrassonografia em corte longitudinal abordada por ampla laminectomia dorsal. Nota-se as meninges dura-máter(D) e pia-máter (P) como linhas brilhantes e hiperecoicas e entre elas um espaço anecóico sugestivo líquido cerebro espinal (LCE).



Fonte: Jimmy Oliveira, 2019.

Na abordagem transversal as imagens puderam ser obtidas com transdutores de pequena área de varredura, neste corte a medula se mostra hipoecoica, de formato oval ou circular, ao passo que o canal central aparece como um ponto hiperecóico central (FINN-BODNER et al., 1995).

A medula espinhal é nutrida pelos ramos ventral e dorsal das artérias espinhal que se originam das artérias vertebrais, vertebrais torácicas e lombares. Os ramos ventrais se unem para formar a artéria espinhal ventral, da qual o ramo central nutre a porção central da medula espinhal. Tanto os ramos ventrais quanto os dorsais nutrem a medula espinhal a partir da periferia. Estudos já descreveram a avaliação dos ramos intraparequimatosos com ultrassom doppler (HUDSON et al., 1995).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Questões éticas

O projeto possui autorização da Comissão de Ética no Uso de Animais da UFRA nº 056/2015 (CEUA-UFRA), foi executado dentro dos preceitos éticos do Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA) e segundo a lei Federal 11.794 de 8 de outubro de 2008, que estabelece os procedimentos para uso científico de animais. Além disso, foram elaborados termos de livre consentimento para que os tutores dos animais vindos a óbito autorizem a utilização da carcaça para este estudo.

4.2. Local de estudo

O estudo foi desenvolvido na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), no setor de diagnóstico por imagem do Hospital Veterinário Mário Dias Teixeira (SDI/HOVET-UFRA), pertencente ao Instituto da Saúde e Produção Animal (ISPA), tendo parceria com o Laboratório de Patologia Animal – UFRA.

4.3. Animais

Os exames ultrassonográficos foram realizados em peças anatômicas de coluna vertebral, oriundas de animais necropsiados no Laboratório de Patologia Animal e de animais que vieram a óbito no HOVET/UFRA.

Foram avaliados seis cães sem predileção de raça. Todos qualificados quanto: sinais clínicos *antemortem*, suspeitas diagnósticas, *causa mortis* e tratamentos. Em seguida, classificados e distribuídos em categorias, pequeno porte (PP) até 10kg, médio porte (MP) de 10,1 até 20 kg e grande porte (GP) acima de 20,1Kg.

4.4. Descrição da técnica

Os animais foram acondicionados em freezer (4 à 8°C) após a confirmação da morte, até a necropsia ser realizada entre 24h-72h após o óbito. Para tal, foi realizada a dissecação da musculatura paravertebral e a ampla laminectomia dorsal em três regiões, cervical entre C3-C5, torácicolombar entre T12-L1 e lombar, entre L1-L7 para a descrição da ecogenicidade, ecotextura, formato, tamanho, contornos da medula espinhal e aspectos relacionados ao canal central da medula espinhal. A avaliação ultrassonográfica foi realizada utilizando transdutor linear de 5-12MHz acoplada a aparelho de ultrassonografia Mindray Z6, para realização de imagens em corte longitudinais e transversais da janela medular criada. As imagens foram salvas em formato DICOM e analisadas durante o exame. Nos animais com alterações no canal

medular ou medula, foram feitas observações específicas quanto ao tipo e descrição anatômica da lesão ao ultrassom.

4.5. Análise dos dados

A partir das imagens obtidas, foram realizadas a ecobiometria e a descrição da morfologia da medula de acordo com os padrões de ecogenicidade observados de acordo com o porte dos animais, assim como com a causa da morte.

Em cada janela óssea foram feitas três mensurações da medula espinhal, para determinação de uma média, onde os valores médios foram computados e tabelados.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação por meio da ampla laminectomia demonstrou ser mais satisfatória quando comparados aos resultados descritos por Samii, Long (2005), Kramer et al., (1997) para produzir imagens com melhor nitidez, uma vez que na presente pesquisa, após retirada da lâmina, pode-se eliminar a sombra acústica e visualizar diretamente o interior do canal vertebral e a medula espinhal. Enquanto nos estudos citados, os autores tiveram sua avaliação dificultada por estruturas calcificadas nas superfícies osteoligamentares.

A medula espinhal foi visualizada ao exame ultrassonográfico, em todos os seguimentos, como uma estrutura cilíndrica ou semielíptica, com ecotextura homogênea, sendo hiperecogênica nas superfícies e hipoecogênica internamente, discretamente achatada dorsoventralmente, rodeada por estruturas ósseas hiperecogênicas;

Por meio das janelas abertas pela remoção da lâmina dorsal, as meninges, medula e por vezes o canal central, pôde ser identificado de forma nítida e completa, o que demonstra uma obtenção superior de qualidade e definição de imagens quando comparado ao acesso da medula espinhal por meio do disco intervertebral ventral em ultrassonografias abdominais, como o estudo relatado por Hudson e Kramer (2011).

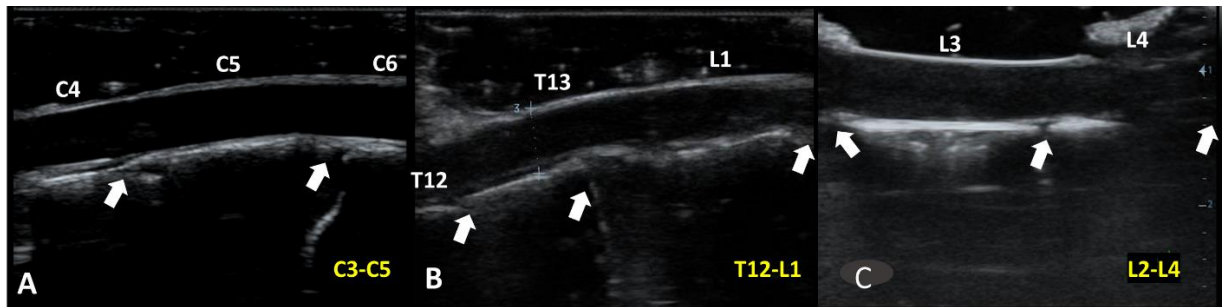
A presença das meninges conferiu aspecto hiperecogenico na superfície medular, onde pode-se identificar as camadas, dura-máter, aracnoide, e pia-máter, com padrão intercalado de ecogenicidade, hiperecogenico, anecogenico e hiperecogênico, respectivamente, o aspecto anecóico pode ser explicado pela presença do LCE no espaço subdural. Corroborando com as descrições de Finn-bordner (1995). Sendo que, em exceção, no segmento lombar não foi possível realizar a diferenciação entre as meninges.

As estruturas citadas: medula, meninges, LCE e canal central, somente foram visibilizadas ao ultrassom devido a retirada do tecido ósseo, como afirma o estudo de Lopes (2016), onde tais estruturas não puderam ser identificadas por meio da ultrassonografia, e só puderam ser vistas por meio da tomografia computadorizada e ressonância magnética. Isso se dá devido à grande capacidade de produção de sombreamento acústico posterior promovido pelo tecido ósseo (THRALL, 2012).

Foi possível identificar, devido discreto aumento do diâmetro medular na região cervical o início da intumescência cervical, a partir do segmento C5 (Figura 4A) e na região lombar o início da intumescência lombar, a partir da altura da vertebra L4 (Figura 4C), como descrito por Ettinger e Feldman (2004), que puderam observar o segmento correspondente à intumescência cervical e lombar nestas apresentações anatômicas em estudos anatômicos.

Foi possível ainda, identificar em cortes transversais e longitudinais, os discos intervertebrais e os corpos vertebrais (Figura 4). Formando um sombreamento acústico criado pelos ossos do corpo vertebral.

Figura 4: Ultrassonografia da medula espinhal das três regiões da coluna, em corte longitudinal. (A) corte longitudinal da janela cervical C3-C5; (B) janela toracolombar T12-L1; (C) janela lombar L2-L4 onde é possível visualizar as meninges, Setas: discos intervertebrais. Em C6 nota-se discreto aumento no diâmetro medular sugestivo da intumescência cervical.

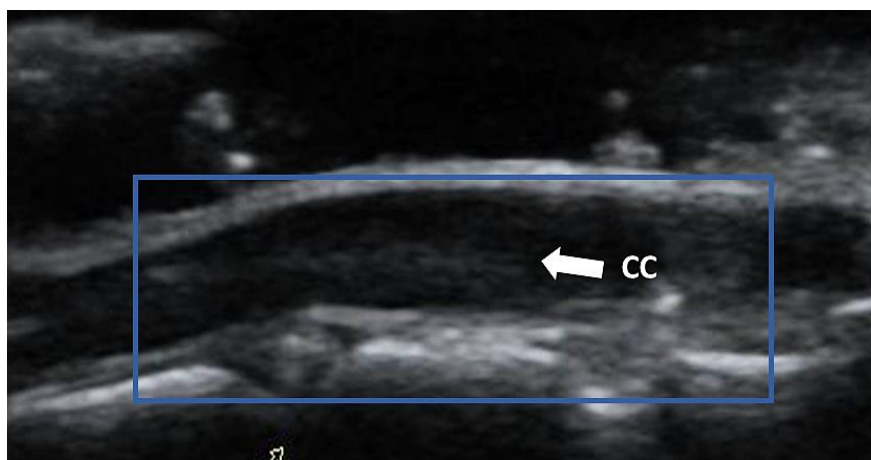


Fonte: Jimmy Oliveira, 2019.

Com menor visibilidade a longo dos segmentos estudados, em corte longitudinal da medula espinhal foi possível visualizar ainda a estrutura do canal central, formado pela disposição da substância cinzenta e os corpos neuronais que podem ser visualizados por meio de uma discreta linha hiperecogênica no centro do canal medular (figura 5). Esta estrutura também foi visualizada por Lopes (2016) no estudo comparativo entre as diferentes técnicas, das quais o canal central e a medula somente foram vistos por meio dos exames de tomografia computadorizada e ressonância magnética. Porém, com a ultrassonografia direta da medula espinhal o canal central pode ser visualizado como uma discreta linha hiperecogênica semelhante ao anteriormente citado por Finn-Bordner (1995).

No presente estudo, a sua fraca demarcação pode ser explicada devido a observação do tecido *post-mortem*, uma vez que o tecido nervoso sofre de forma mais acentuada e precoce com o processo de autólise (Schneider & Matakas, 1971).

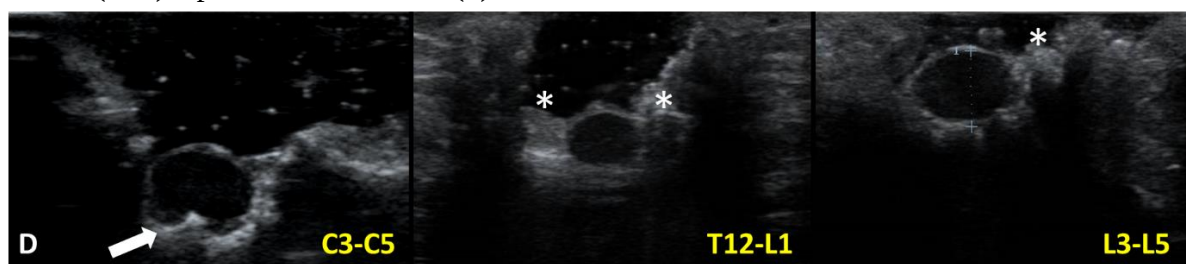
Figura 5: Ultrassonografia da região Cervical onde é possível visualizar discreta linha hiperecôica no centro da medula espinhal sugestiva do canal central da medula (CC).



Fonte: Jimmy Oliveira, 2019.

No corte transversal a medula se mostra como uma estrutura circular ou oval, com suas superfícies hiperecôicas representando as meninges e o canal central aparece como um pequeno ponto hiperecôico. Helayel, Conceição e Oliveira Filho (2007) descreveram os aspectos ultrassonográficos das estruturas intervertebrais em corte transversal afirmando que as apófises transversas e as facetas articulares são facilmente identificadas por meio dos exames no espaço intervertebral, o que corrobora com nosso estudo de acordo com a figura 6.

Figura 6: Ultrassonografia em corte transversal evidenciando a conformação da medula, faceta articular (seta), apófises transversas. (*)



Fonte: Jimmy Oliveira, 2019.

Desta forma, foi possível observar com a mesma qualidade de definição as imagens de todos os animais, independente do porte, já que não se identificou diferença significativa entre os animais de diferentes pesos. E este fato pode estar relacionado ao fato deste trabalho ter realizado uma abordagem cirúrgica ampla para a realização do exame ultrassonográfico, tornando mais eficiente quando comparado com os resultados de Medeiros (2013), que observou diferença entre os animais em função do escore corporal, interferindo na qualidade das imagens obtidas por meio da avaliação intervertebral em região lombosacra.

Todos os animais estudados não apresentaram lesões medulares e foram classificados e tiveram suas medulas espinhais mensuradas conforme demonstrado a tabela 1. O grupo PP demonstrou altura média da medula de $0,46 \pm 0,05$ cm. Os animais do grupo MP de $0,49 \pm 0,10$ e o grupo GP, obteve a média de $0,58 \pm 0,06$ cm. Em relação às mensurações da largura dos animais, o grupo PP obtiveram a média de $0,45 \pm 0,03$ cm, a média do grupo MP $0,63 \pm 0,1$. Enquanto o grupo GP, obteve a média de $0,68 \pm 0,12$.

Apesar dos diferentes portes dos animais, não houve variações significativas das mensurações de altura e largura da medula espinhal dos diferentes grupos. Portanto, não há correlação entre o porte do animal e o diâmetro da medula espinhal. Deve-se levar em consideração que o número de indivíduos analisados foi considerado reduzido, sendo necessário estudos mais aprofundados para validar as observações preliminares nesta pesquisa.

Tabela 1. Mensurações obtidas do exame ultrassonográfico da medula espinhal de cães sem afecções neurológicas. GP-Grande porte, MP- médio porte, PP- pequeno porte.

Grupo			Altura		Largura	
Medida	Altura(cm)	Largura(cm)	Min	Max	Min	Max
PP	$0,46 \pm 0,05$	$0,45 \pm 0,03$	0,41	0,51	0,42	0,49
MP	$0,49 \pm 0,10$	$0,63 \pm 0,10$	0,39	0,59	0,53	0,72
GP	$0,58 \pm 0,06$	$0,68 \pm 0,12$	0,51	0,64	0,56	0,80

Fonte: Jimmy Oliveira, 2019.

6.CONCLUSÃO

A avaliação da medula espinhal por meio da ultrassonografia demonstrou ser dependente de janelamentos ósseos, porém com grande capacidade de descrição do tecido e suas alterações. Com isso, seu uso como alternativa a exames de imagem menos acessível estaria recomendado em procedimentos cirúrgicos da coluna vertebral, com possível repercussão medular.

A abertura das janelas por laminectomia dorsal possibilitou a visualização das estruturas medulares de forma nítida e sem interferência e o sombreamento acústico causado pela lâmina dorsal, estruturas como as meninges, o canal central e por vezes o líquido cefalorraquidiano puderam ser identificados durante os exames ultrassonográficos.

Sendo assim, a ultrassonografia (US) é a técnica mais acessível, apresentando melhor custo benefício, podendo fornecer informações análogas e até informações adicionais às obtidas por ressonância magnética. Permite a visualização rápida, em tempo real e não invasiva de tecidos moles, alterações como presença de corpo estranho, atrofia e fibrose muscular, contorno de ossos e articulações. No entanto, para se ter uma interpretação confiável durante a ultrassonografia, é necessário ter conhecimento detalhado da anatomia transversal e sagital da coluna e medula espinhal.

A presente pesquisa sugere que não há correlação entre o porte do animal e o diâmetro da medula espinhal e pode servir de base para estudos futuros sobre o assunto. Porém, mesmo mostrando resultados satisfatórios, o número de indivíduos estudados foi considerado reduzido, portanto, são necessários novos estudos para poder validar as observações preliminares deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSHEUER, J.; SAGER, M. **MRI and CT atlas od the dog**. Oxford: Blackwll Science. 1997.482p.
- ALEMAN, M.; BORCHERS, A. KASS, P. H.; PUCHALSKI, S. M. Ultrasound-assisted collection of cerebrospinal fluid from the lumbosacral space in equids. **Journal of The American Veterinary Medicine Association**, v. 230, p. 378-384, 2007.
- BERG, L. C.; NIELSEN, J. V.; THOEFNER, M. B.; THOMSEN, P. D. Ultrasonography of the equine cervical region: a descriptive study in eight horses. **Equine Veterinary Journal**, v. 35, n. 7, p. 647-655, 2003.
- BLANKSTEIN, A. Ultrasound in the diagnosis of clinical orthopedics. The orthopedic stethoscope. **World Journal of Orthopedics**, v. 2, p. 13-24, 2011.
- BONELLI, M. A.; TUDURY, E. A.; SANTOS, C. R. O.; ARAÚJO, B. M.; DIOGO, C. C.; SILVA, A. C.; COSTA, F. S. Intraoperative ultrasonography of the vertebral canal in dogs. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 67, n. 3, p. 655-663, 2015.
- BOMBONATO, P.; MORAES, V. V.; OLIVEIRA, M. A. R. G. Biomecânica canina. In MIKAIL, S. PEDRO, C. R. **Fisioterapia Veterinária**. São Paulo: Manole, 2005.
- BREIT, S. Osteological and morphometric observations on intervertebral joints in the canine pre-diaphragmatic thoracic spine (Th1± Th9). **The Veterinary Journal**, London, v.164; n, 3, p. 216-223, 2002.
- BRISSON, B. A. Intervertebral disc disease in dogs. **Veterinary Clinic North America Small Animal Practice**, New York, v. 40, n.5, p. 829-858, 2010.
- BROWN S. H. M.; Mechanically relevant consequences of the composite laminate-like design of the abdominal wall muscles and connective tissues. **Medical engineering & physics**. v. 34, n. 4, p. 521-523. 2012.
- CANNON, M. S.; PUCHALSKI, S. M. Ultrasonographic evaluation of normal canine iliopsoas muscle. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 49, n.4, 378-382, 2008.
- CARVALHO, C. F.; DUPRÉ, A. S. A.; PEREZ, R. B. Ultrassonografia doppler de tecidos moels e articulares (sistema musculoesquelético). In CARVALHO, C. F. Ultrassonografia doppler em pequenos animais. São Paulo: Roca, p. 190-197. 2009.
- CHLEM, R. K; KAPLAN, P. A; DUSSAULT, R. G. Ultrasonography of the musculoskeletal system. **Radiologic Clinics of North America**, Maryland Heights, V. 32, p. 275-289, 1994.
- COSTA, R. C.; MOORE, S. A.; Differential Diagnosis of Spinal Diseases. **Veterinary Clinics Small Animal**, v.40, p. 755-763, 2010.

CRAYCHEE, T.J. Ultrasonographic evaluation of equine musculoskeletal injury. In: Equine Diagnostic Ultrasonography. Baltimore: N.W. Rantanen and A.O. McKinnon, Williams & Wilkins, p. 265-304, 1998.

DELLMANN, H. S D.; MCCLURE, R. C; GODINHO, H. P.; GETTY, R.; GHOSHAL, N. G.; MCKIBBEN. Sistema Nervoso do Carnívoro. In GETTY, R. Sisson e Grossman: **Anatomia dos Animais Domésticos**. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, v. 2, Cap. 57, p. 1569-1634. 1986.

DYCE, K. M.; SACK, W. O.; WENSING, C. J. G. **Tratado de Anatomia Veterinária**. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 856. 2010.

DYCE, K. M.; SACK, W. O.; WENSING, C. J. G. **Tratado de Anatomia Veterinária** 3.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

ERCOLIN, A. C.M. O papel do exame ultrassonográfico na avaliação de alterações musculoesqueléticas dos segmentos toracolombar e lombar da coluna vertebral de cães. 2018. 104 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2018.

ETTINGER, S. T.; FELDMAN, E. C.; Tratado de Medicina Interna **veterinária**. 5ed. v. 2. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2004.

EVANS, H. E. & DeLAHUNTA, A. **Miller's anatomy of the dog**, 4 ed. St. Louis, Missouri: Elsevier/Saunders. 2013.

FINN-BODNER S.T; HUDSON J. A; COATES J.R; Ultrasonography anatomy of the normal canine spinal cord and correlation with histopathology after induced spinal cord trauma. **Vet Radiol Ultrasound** 36:39-40. 1995.

FITZMAURICE, S. N.; **Neurologia em Pequenos Animais**. Elsevier, 2011.

FONSECA, B. P. A.; ALVES, A. L. G.; NICOLETTI, J. L. M.; THOMASSIAN, A.; HUSSNI, C. A.; MIKAIL, S. Thermography and ultrasonography in back pain diagnosis of equine athletes. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 26, n. 11, p. 507-516, 2006.

FOSSUM, T. W. Cirurgia de Pequenos Animais. 1ed., São Paulo: Roca, p. 1253-1260, 2001.

FURNESS, G.; REILLY, M.P.; KUCHI, S. An evaluation of ultrasound imaging for identification of lumbar intervertebral level. **Anaesthesia Journal**, v. 57, n. 3, p. 277-280, 2002.

GONÇALVES, J. S.; ARAÚJO, A. C. P. D., & VOLL, J. Síndrome da cauda equina em cães. 2013.

HAGER, D. A. The diagnosis of deep muscle abscesses using two-dimensional real time ultrasound. In: Proceedings of the Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners – AAEP, EUA, 1986.

HARCKE, H. T., GRISSOM, L. E.; FINKELSTEIN, M. S. Evaluation of the musculoskeletal system with sonography. **American journal of roentgenology** - NCBI, p. 1253-1261, 1988.

HUDSON, J; KRAMER, M. Espinha. In: PENNINCK, D; D'ANJOU, M. A. **Atlas de Ultrassonografia de pequenos animais**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011. p. 31-45.

HUDSON, J; KRAMER, M. Espinha. In: PENNINCK, D; D'ANJOU, M. A. **Atlas de Ultrassonografia de pequenos animais**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. p. 31-41.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. Tecido Cartilaginoso. In: **Histologia básica**. 10 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 130-135. 2004.

KONIG, H. E.; LIEBICH, H. G. **Anatomia dos animais domésticos**. Porto Alegre: Artmed, p. 397, 2002.

KLAUMANN, P. R.; OTERO, P. E. **Anestesia locoregional em pequenos animais**. São Paulo: Roca, p. 135-175. 2013.

KONIG, H. E.; LIEBICH, H. G.; CERVENY, C. Sistema Nervoso. In KONIG, H. E.; LIEBICH, H. G. **Anatomia dos Animais Domésticos**. Texto e Atlas Colorido: Órgãos e Sistemas. 3 ed, Porto Alegre: Artmed, v. 2, Cap. 14, p. 203-275. 2004.

KRAMER, M.; GERWING, M.; HACH, V.; SCHIMKE, E. Sonography of the musculoskeletal system in dogs and cats. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 38, n. 2, p. 139-149, 1997.

KRAMER, M. GOLLA, T.; SCHMIDT, M. j. Intraoperative sonography for examination of disk extrusion in the dog. **Tierärztliche Praxis Kleintiere**, v.1239-1434. N. 6, p. 397-403, 2011.

LOPES, E. R. Avaliação da aplicabilidade da ultrassonografia musculoesquelética do segmento toracolumbar e lombar da coluna vertebral de cães hípidos. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo.2016

MAIURI, F. et al Intraoperative sonography for spinal tumors correlations with MR findings and surgery. **Journal of Neurosurgical Sciences**, Turin, v. 44, p.115-122, 2000.

MARHOFER, P.; BOSENBERG, A.; SITZWOHL, C; WILLSCHKE, H.; WANZEL, O.; KAPRAL, S. Pilot study of neuraxial imaging by ultrasound in infants and children. **Pediatric Anesthesia**, v. 15, n. 8, p. 671-676, 2005.

MEDEIROS, F. P. Ultrassonografia do espaço intervertebral lombossacro em cães. 2013.

MILLIS, D, L. Mankin, J. Orthopedic and neurologic evaluation. In D. L. Millis & D. Levine, **Canine rehabilitation and physical therapy** 2 ed. p. 180-200, 2014.

MOSELEY, L.; HODGES, P.; GANDEVIA, S. Deep and superficial multifidus muscles are differentially active during voluntary arm movements. **Spine**, v. 27, n. 3, p. E29-E36, 2002.

NANAI, B.; LYMAN, R.; BICHSEL, P. S. Use of intraoperative ultrasonography in canine spinal cord lesions. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 48, p. 254-261, 2007.

NAKAYAMA, M. Intraoperative spinal ultrasonography in dogs: normal findings and case-history reports. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 34, p. 264-268, 1993.

PATIL, P.; DASGUPTA, B. Role of diagnostic ultrasound in the assessment of musculoskeletal diseases. **Therapeutic Advances in Musculoskeletal Disease**, v. 4 n. 5, p. 341-355, 2012.

RISSELADA, M.; KRAMER, M. VAN BREE, H. Approaches for ultrasonographic evaluation of long bones in the dog. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, Hoboken, v. 44, n. 2, p. 214-220, 2003.

RITTER, D. A.; NASSAR, P. N.; FIFE, M.; M.; CARRIER, D. R.; Epaxial muscle function in trotting dogs. **Journal of Experimental Biology**, v 204, p. 3053-3064, 2001.

ROBERTSON, I. THRALL, D. E. Imaging dogs with suspected disc herniation: pros and cons of myelography, computed tomography and magnetic resonance. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v.52, p. S81-S84, 2011.

SAMII, V. F; LONG, C. D. Sistema musculo-esquelético. In: MATTOON, J. S.; NYLAND, T. G. **Ultrassom diagnóstico em pequenos animais**. 2 eds., São Paulo: Roca, p. 273-291, 2005.

SARTO, C. G.; HAGE, M. C. F. N. S.; GUIMARÃES, L. D. GIGLIO, R. F. BORGES, A. P.B.; VULCANO, L. C. The role of B-mode ultrasonography in the musculoskeletal anatomical evaluation of the cervical region of the dog spine. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v 34, n. 1, p. 91-97, 2014.

SEGURADO, A.V.R. Bloqueios de neuroeixo auxiliados por ultrassonografia. In: CARNEIRO, A.F.; VALVERDE FILHO, J.; AULER JUNIOR, J.O.C.; IMBELLONI, L.E. **Anestesia Regional – Princípios e Prática**. 1. ed., Barueri: Manole, p .685 - 690, 2010.

SISSON, S. Osteologia do carnívoro. In SISSON, S. et al. Sisson and Grossman: **anatomia dos animais domésticos**. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, v 2, cap. 48, p. 1337-1343. 1986.

SHORES, A.; TEPPER, L. C. A modified ventral approach to the atlantoaxial junction in the dog. **Veterinary Surgery**, Philadelphia, v 36, p. 765-770, 2007.

SMITH, T.H. The use of a quadruped as an *in vivo* model for the study of the spine – biomechanical considerations. **European Spine Journal**, v. 11, p. 137-144, 2002.

SCHIMIDT, M. J. et al. Ultrasonographic appearance of the craniovertebral junction in normal brachycephalic dogs and dogs with caudal occipital (chiari-like) malformation. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, Hoboken, v.49, p.472-476, 2008.

SCHNEIDER, H.; MATAKAS, F. Pathological changes of the spinal cord after brain death. **Acta neuropathologica**, v. 18, n. 3, p. 234-247, 1971.

SMITH, T. H. The use of a squadruped as in vivo model for the study of the spine – biomechanical considerations *European Spine Journal*. V.11p.137-144, 2002.

THRALL, D. E. **Textbook of veterinary diagnostic radiology**. Saunders. 6 ed. 2012.

VANDEWEERD, J. M.; DESBROSSE, F.; CLEGG, P.; HOUGARDY, V.; BROCK, L.; WELCH, A.; CRIPPS, P. Innervation and nerve injections of the lumbar spine of the horse: a cadaveric study. **Equine Veterinary Journal**, v. 39, n. 1, p. 59-63, 2007.

WIDMER, W. R.; THRALL, D.E. Canine and feline intervertebral disc disease, myelography, and spinal cord disease. In THRALL, D. E. **Textbook of veterinary diagnostic radiology**. 5 ed. Saint Louis: Saunders Elsevier, p. 194-219. 2007.

ANEXO 1

Termo de consentimento livre e esclarecido



Ministério da Educação
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA
Instituto de Saúde e Produção Animal – ISPA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa: ***“Avaliação ultrassonográfica de medula espinhal em cães e gatos”***. O objetivo desse estudo é descrever e aprimorar a técnica de avaliação ultrassonográfica de medula espinhal nos carnívoros domésticos.

O procedimento se dará da seguinte forma: O animal, após a declaração do óbito, será encaminhado ao setor de patologia veterinária da Universidade Federal Rural da Amazônia e mantido em refrigeração (4-8°C) por até 72h. Será após este período realizado um estudo ultrassonográfico da coluna vertebral e descrição de parâmetros relacionados a anatomia da medula espinhal.

GARANTIA DE ESCLARECIMENTO, LIBERDADE DE RECUSA E GARANTIA DE SIGILO:

Você será esclarecido (a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar. A sua participação é voluntária e a recusa de doação do cadáver animal não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios.

O (s) pesquisador (es) irá (ão) tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Seu nome ou o material que indique a sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Uma cópia deste consentimento informado será arquivada na secretária do Instituto de Saúde e Produção

Animal (ISPA) pertencente a Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), CNPJ: 05.200.001/0001-01 localizada na Avenida Presidente Tancredo Neves, 2501, no bairro da Terra-Firme, no município de Belém/Pará, e outra cópia será fornecida a você.

CUSTOS DA PARTICIPAÇÃO, RESSARCIMENTO E INDENIZAÇÃO POR EVENTUAIS DANOS:

A participação no estudo não acarretará custos para você e não será disponibilizada nenhuma compensação financeira adicional.

DECLARAÇÃO DE DOAÇÃO DO RESPONSÁVEL PELA ANIMAL:

Eu, _____ fui informada (o) dos objetivos da pesquisa acima de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e motivar minha decisão se assim o desejar. O professor orientador **Leandro Nassar Coutinho** e/ ou os acadêmicos **Ariel Brito da Silva e/ ou Jimmy Wiggley Moura Oliveira** certificaram-me de que todos os dados desta pesquisa serão confidenciais. Também sei que caso existam gastos adicionais, estes serão absorvidos pelo orçamento da pesquisa. Em caso de dúvidas poderei chamar o acadêmico Ariel Brito da Silva pelo telefone (91) 99174-1337 ou o acadêmico Jimmy Wiggley Moura Oliveira pelo telefone (91) 98250-0475, assim como me dirigir a secretária do Instituto de Saúde e Produção Animal (ISPA) pertencente a Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), CNPJ: 05.200.001/0001-01 localizada na Avenida Presidente Tancredo Neves, 2501, no bairro da Terra-Firme, no município de Belém/Pará, para quaisquer informações.

DADOS DO CADAVER ANIMAL

IDENTIFICAÇÃO DO CADAVER ANIMAL							
NOME				ESPÉCIE			
RAÇA		SEXO		PESO		IDAD E	

Declaro que concordo em participar desse estudo e doar o cadáver do meu animal. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Nome	Assinatura do Doador	Data
Nome	Assinatura do Integrante do Projeto	Data
Nome	Assinatura da Testemunha	Data