

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA FACULDADE DE
MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

**ESTUDO DAS ENFERMIDADES ENCEFÁLICAS
DIAGNOSTICADAS POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA**

LAÍS MELICIO CINTRA BUENO

BOTUCATU, SP

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA FACULDADE DE
MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

ESTUDO DAS ENFERMIDADES ENCEFÁLICAS
DIAGNOSTICADAS POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

LAÍS MELICIO CINTRA BUENO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, da Universidade Estadual Paulista, *Campus* de Botucatu, para obtenção do título de doutorado.

Orientador: Dr^a Vânia Maria de Vasconcelos Machado

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: LUCIANA PIZZANI-CRB 8/6772

Melício Cintra Bueno, Laís.

Estudo das enfermidades encefálicas diagnosticadas por
ressonância magnética / Laís Melício Cintra Bueno. -
Botucatu, 2018

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

Orientador: Vânia Maria de Vasconcelos Machado
Capes: 50501038

1. Cérebro. 2. Neurologia veterinária. 3. Veterinária
de pequenos animais. 4. Ressonância magnética.

Palavras-chave: Cérebro; IRM; Neurologia veterinária;
Pequenos animais.

Nome do autor: Laís Melicio Cintra Bueno

Título: ESTUDO DAS ENFERMIDADES ENCEFÁLICAS DIAGNOSTICADAS
POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

COMISSÃO EXAMINADORA

(Titulares)

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

Prof. Dr. Rogério Martins Amorim
Departamento de Clínica Médica Veterinária
FMVZ – UNESP – Botucatu

Prof. Dr. André Luis Filadelpho
Departamento de Anatomia IBB – UNESP
Botucatu

Prof. Dr. Luiz Antônio de Lima Resende
Departamento Neurologia, Psicologia,
Psiquiatria- Faculdade de Medicina de Botucatu

Prof. Dr. Angelo João Stopiglia
Departamento de Cirurgia
FMVZ – USP – São Paulo

Botucatu, 3 de Dezembro de 2018

COMISSÃO EXAMINADORA

(Suplentes)

Prof. Dr. Maria Lúcia Gomes Lourenço
Departamento Clínica Veterinária
FMVZ – UNESP – Botucatu

Prof. Dr. Seizo Yamashita
Departamento Doenças Tropicais e
Diagnóstico por Imagem
Faculdade de Medicina de Botucatu

Profa. Dra Luciana Carandina da
S. Almeida
Departamento Diagnóstico por Imagem
UNI FSP

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meus
pais, sempre presentes na minha vida
e ao Deus do impossível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ser a minha base, que nunca me abandonou em todo esse tempo de luta. Deus é fiel. Sem Ele jamais teria chegado até aqui.

Aos meus pais Paulinho e Jô pelo infinito apoio dado em toda a minha vida acadêmica sempre, pelo incentivo a cada dia, não me deixando desistir do meu objetivo. Se cheguei até aqui é porque vocês investiram na minha educação, me ensinaram a ser uma pessoa guerreira e acreditaram no meu potencial. Obrigada pelo exemplo maravilhoso de pessoas que lutaram e venceram honestamente. Vocês são o meu tudo. Obrigada pela paciência, carinho e amor sempre. Por me ouvirem e entenderem a minha escolha quando eu fui fazer o meu doutorado sanduíche na Itália. Ficar longe de vocês por um longo período não foi fácil.

Agradeço aos demais membros da minha família pelo apoio também, pelos ensinamentos de vida e carinho. Gratidão.

Especialmente a minha orientadora Professora Dra. Vânia Maria de Vasconcelos Machado agradeço por me acolher também para o doutorado. Por ser uma pessoa tão competente e maravilhosa que dedicou seu tempo em me orientar, me ensinar e por diversas vezes dizer que tudo ia dar certo. Gratidão por todas as vezes em que foi mais que uma professora, foi uma pessoa iluminada com quem eu pude contar e confiar.

Por me inspirar na ressonância magnética também em equinos, onde descobri a minha paixão e obtive tanto reconhecimento graças aos seus ensinamentos diários, paciência e por confiar em mim como um potencial a ser lapidado. Obrigada por me preparar para todas as situações e desafios.

Ao professor Dr. Luiz Antônio de Lima Resende por imensa dedicação em me ensinar os conhecimentos neuroanatômicos e por me ajudar nas situações em que estive dispersa. Pelas orientações na minha vida acadêmica, ensinamentos filosóficos e enriquecer o meu conhecimento sobre história da arte.

Ao professor Seizo Yamashita por autorizar a minha participação nas reuniões clínicas de ressonância magnética na FMB e pelo imenso conhecimento passado quando tenho dúvidas. Ao Dr. Daniel Farfallini da RMVet, por transmitir todo o seu conhecimento e experiência com ressonância magnética em pequenos animais.

A professora Dra. Maria Denise Lopes que despertou o meu interesse pela pesquisa quando eu estava ainda na graduação, mostrou-me o caminho para o sucesso e me deu a oportunidade de realizar uma iniciação científica tão prazerosa com os neonatos. Obrigada por nunca me desamparar e ser pra mim um modelo de profissional competente desde criança.

Agradeço a professora Dra. Maria Lúcia Gomes Lourenço que mesmo de longe sempre esteve presente na minha vida me ouvindo e me ensinando tantas coisas.

As minhas amigas Simony, Tália e Laiza por serem a minha companhia desde a graduação. Vocês são essenciais na minha vida, amizade que vou levar para sempre. Obrigada por eu poder dividir com vocês momentos de felicidade mas também as minhas angústias. A Larissa Tognato por fazer os meus dias em Parma melhores. A Rayanne Rocha por me ajudar e não me deixar desistir quando estávamos na bucólica Parma e pelas viagens feitas na sua companhia pela “Bella Italia”. Agradeço especialmente a Francesca Lippolis minha companheira de apartamento em Parma e grande amiga por ter me ensinado os costumes, culinária, além de ser uma companhia maravilhosa e a Francesca Caprara também por todo carinho comigo. A Luciana Domingues por ter se tornado uma amiga querida nesse período. Ao Michel Vettorato e a Jéssica Fogaça por realizarem o histograma do meu artigo e pela amizade.

Por todos os cafés que tomei na companhia dos demais pós-graduandos e residentes no Departamento de Diagnóstico por imagem. E agradeço também todas as conversas, conselhos e apoio do Neilson Cassimiro do Comitê de Internacionalização da FMVZ-UNESP Botucatu. Gratidão por ser essa pessoa abençoada.

A Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho’ campus de Botucatu, minha segunda casa, por oferecer a oportunidade de realizar mestrado e doutorado na área de Ressonância Magnética, primeira do Brasil. Tenho muito orgulho de levar o nome da minha instituição por onde vou.

Sou grata a Università di Parma e ao meu orientador Giacomo Gnudi por ter me recebido tão bem e por ser um excelente orientador. A todos os meus amigos italianos Eleonora Daga, Martina Fumeo, Sabrina Manfredi, Francesca Miduri e a professora Antonela Volta obrigada por tudo. Não sobreviveria sem vocês. E ao programa “Be a Doc” pela oportunidade de intercâmbio.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), fundação do Ministério da Educação (MEC), que desempenha papel fundamental na expansão e consolidação da pós-graduação stricto sensu (mestrado e doutorado) em todos os estados da Federação pela bolsa de doutorado concedida.

E, finalmente, a todos que, de uma certa forma ou de outra, me ajudaram a chegar até aqui. Muito obrigada.

"Um cachorro não se importa se você é rico ou pobre, inteligente ou idiota, esperto ou não. Um cão não julga os outros por sua cor, credo ou classe, mas por quem somos por dentro. Dê seu coração a ele, e ele lhe dará o seu."

Marley e Eu

BUENO, L. M. C. Estudo das enfermidades encefálicas diagnosticadas por ressonância magnética. Botucatu, 2018. 61p. Tese (Doutorado) Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, *Campus* de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

RESUMO

A ressonância magnética é um método diagnóstico primordial na avaliação de enfermidades intracranianas na medicina e na medicina veterinária para a investigação, elaboração e realização de tratamentos, planejamento cirúrgico e controle. Por meio dessa modalidade diagnóstica pode-se pesquisar muitas enfermidades intracranianas: congênitas, malformações, inflamatórias, infecciosas, vasculares, neoplásicas dentre outras. Ressonância magnética é um exame não invasivo, baseado em princípios físicos complexos que formam imagens em múltiplos planos de uma determinada região. O objetivo deste trabalho é fornecer um estudo retrospectivo das enfermidades neurológicas presentes na rotina de exames de ressonância magnética da região crânio - encefálica e sua casuística na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista, *campus* de Botucatu nos anos de 2012 a 2017. Realizou-se uma análise retrospectiva dos exames de ressonância magnética de pequenos animais da região crânio- encefálica. Os dados foram compilados e classificados segundo a região de exame, diferentes áreas de encaminhamento, casuística das enfermidades intracranianas segundo a espécie durante o período de 2012 a 2017. Dentre os 420 animais, sendo eles 340 canídeos e 80 felídeos observou-se dentre as regiões de exame o encéfalo com 95%; maioria dos encaminhamentos para a realização do exame de ressonância magnética são recebidos do serviço de neurologia veterinária 58%; a casuística das suspeitas diagnósticas das enfermidades com 54 animais com convulsão, 49 animais com neoplasia e 28 animais com meningoencefalite seguida por outras. A imagem por ressonância magnética da região crânio-encefálica trouxe um avanço ao clínico e ao cirurgião na elucidação de casos que muitas vezes eram inconclusivos ou muitas vezes concluído apenas com o exame de necropsia. Com a acurácia da ressonância magnética, pode-se diagnosticar as enfermidades intracranianas com êxito pois o encéfalo é um

órgão semiologicamente complexo e laboriosa avaliação. O futuro da tecnologia da ressonância magnética está em ascensão e certamente continuará a trazer muitos benefícios para a medicina veterinária.

Palavras-chave: cérebro, IRM, neurologia veterinária, pequenos animais

BUENO, L. M. C. Study of encephalic diseases diagnosed by magnetic resonance imaging. Botucatu, 2018. 61p. Thesis (Doctorate) University of Sao Paulo Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science Botucatu campus.

ABSTRACT

Magnetic resonance imaging is a primordial diagnostic method in the evaluation of intracranial diseases in medicine and veterinary medicine for investigation, elaboration and realization of treatments, surgical planning and control. By means of this diagnostic modality, one can investigate many intracranial diseases: congenital, malformations, inflammatory, infectious, vascular, and neoplastic among others. Magnetic resonance imaging is a non-invasive examination based on complex physical principles that form multi-plane imaging of a region. The goal of this work is to provide a retrospective study of the neurological diseases present in routine magnetic resonance imaging of the cranioencephalic region and its casuistry at the Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science of the Universidade Estadual Paulista, Campus Botucatu, from 2012 to 2017. Was made a retrospective analysis of magnetic resonance imaging of small animals of the craniocephalic region. The data were compiled and classified according to the region of examination, different routing areas, and the number of intracranial diseases according to the species during the period from 2012 to 2017. Among the 420 animals, of which 340 canines and 80 felids were observed among the regions examination of the brain with 95%; most referrals for performing the MRI are received from the Veterinary Neurology Service 58%; the casuistry of the diagnostic suspicions of the diseases with 54 animals with convulsion, 49 animals with neoplasia and 28 animals with meningoencephalitis followed by others. Magnetic resonance imaging of the cranio-encephalic region brought an advance to the clinician and surgeon in the elucidation of cases that were often inconclusive or often completed only with the autopsy examination. With the accuracy of magnetic resonance imaging, intracranial diseases can be successfully diagnosed because the encephalon is a semiologically complex organ and laborious evaluation. The future of MRI technology is on the rise and will certainly continue to bring many benefits to veterinary medicine.

Keywords: MRI, veterinary neurology, brain, small animal

LISTA DE ABREVIações

| | |
|-------|---|
| ADC | Coeficiente de Difusão Adquirido |
| AVC | Acidente Vascular Cerebral |
| FMVZ | Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia |
| FSE | Frequência spin eco |
| GRE | Gradiente Eco |
| HEC | Histogram em escala de cinza |
| IRM | Imagem por Ressonância Magnética |
| LCR | Líquido cefalorraquidiano |
| RARV | Reprodução Animal e Radiologia Veterinária |
| RF | Radiofrequência |
| RM | Ressonância Magnética |
| SE | Spin Eco |
| SNC | Sistema Nervoso Central |
| SP | São Paulo |
| TSE | Turbo Spin Eco |
| TR | Tempo de Repetição |
| TE | Tempo de Eco |
| UNESP | Universidade Estadual Paulista |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabela 1- | Mudança de aparência da hemorragia intracraniana ao longo do tempo. | 20 |
|-----------|---|----|

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-----------|--|----|
| Figura 1- | Vista lateral do encéfalo de um cão. | 3 |
| Figura 2- | Componentes da unidade de ressonância magnética. | 4 |
| Figura 3- | Ilustração da lei de indução de Faraday. | 5 |
| Figura 4- | Leoa agonizante, baixo relevo, provavelmente da época do Rei Assírio Assurbanipal. | 9 |
| Figura 5- | Enfermidades do sistema nervoso central inflamatórias não infecciosas. | 16 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | | |
|------------|--|----|
| Gráfico 1- | Distribuição dos animais encaminhados ao setor de Diagnóstico por imagem da FMVZ- Unesp- Botucatu segundo a espécie, no período de junho de 2012 a dezembro de 2017. | 25 |
| Gráfico 2- | Distribuição dos animais encaminhados ao setor de Diagnóstico por imagem da FMVZ- Unesp- Botucatu segundo a região de exame solicitada, no período de junho de 2012 a dezembro de 2017. | 25 |
| Gráfico 3- | Principais suspeitas diagnósticas dos animais encaminhados para a realização do exame de ressonância magnética da região crânio-encefálica da FMVZ- Unesp- Botucatu, no período de junho de 2012 a dezembro de 2017. | 26 |

SUMÁRIO

| | Página |
|--|--------|
| CAPITULO 1 | |
| INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA..... | 1 |
| REVISÃO DE LITERATURA..... | 2 |
| Neuroanatomia normal..... | 2 |
| Ressonância magnética..... | 3 |
| Introdução as enfermidades neurológicas..... | 8 |
| REFERÊNCIAS..... | 26 |
| CAPÍTULO 2 – Trabalhos Científicos..... | 37 |
| Casística dos exames de ressonância magnética da região crânio-encefálica em canídeos e felídeos do centro de diagnóstico por imagem de 2012 a 2017..... | 38 |
| Ressonância magnética e histograma em escala de cinza na avaliação da meningoencefalite de origem desconhecida em cães..... | 47 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | 59 |
| ANEXOS..... | 60 |

Capítulo 1



INTRODUÇÃO

O emprego no uso da utilização da ressonância magnética teve início, há aproximadamente 25 anos atrás, na medicina veterinária apresentou dificuldades. Para a realização dos exames por ressonância magnética em animais, os médicos veterinários negociavam com hospitais humanos que possuíam o aparelho. Os protocolos anestésicos para administração em animais também sofreu desafios no seu início. A princípio foram realizados estudos sobre o crânio e o encéfalo porém, logo foram aplicadas para a região da coluna e membros. Os primeiros aparelhos de ressonância magnética na medicina veterinária foram instalados no Reino Unido e nos Estados Unidos na década dos anos noventa (GAVIN, 2011).

Desde muito cedo na história da medicina e da medicina veterinária o homem preocupou-se com a neuroanatomia. Em 1543, no Renascimento, na cidade de Basileia, Andreas Vesalius mudou a história científica da humanidade. Vesalius inaugurou a anatomia humana científica com a famosa obra: “De humani corporis fabrica” (SAUNDERS et al., 1950). Seguiram-se textos clássicos de neuroanatomia humana, usados nas Faculdades de Medicina (TESTUT e LATARJET, 1910; CARPENTER, 1978). Em medicina veterinária há tratados de anatomia geral, baseados em disseções em animais (ZIMMERL, 1930; GETTY, 1975; DYCE, et al, 2010). Tais livros, mesmo os mais modernos, abordam a neuroanatomia de maneira pouco específica (BUDRAS, 2003; DYCE et al., 2010). Os artigos de neuroanatomia veterinária têm procurado correlações entre a anatomia clássica e anatomia por ressonância magnética (SCHMIDT et al, 2009; SCHMIDT et al, 2012), assim a anatomia por imagem por ressonância magnética (IRM) permitiu avanços significativos em relação a diagnósticos *in vivo*.

A ressonância magnética e suas aplicações na medicina e medicina veterinária apresentou uma história extensa e notória de prêmios Nobel. Foi concedido a Isidor Isaac Rabi em 1944 "para seu método de ressonância magnética para gravação das propriedades dos núcleos atômicos".

Seguiram-se Felix Bloch e Edward M. Purcell com o prêmio Nobel de física em 1952 (FRY, 2014). Aperfeiçoamentos progressivos da IRM alteraram significativamente diagnósticos por imagem na medicina humana, sobretudo a partir de 1980 (KASSAB, 2011). Em 1991 o prêmio Nobel de química foi atribuído a Richard Ernst, em 2002 a Kurt Wüthrich, por trabalhos relacionados a ressonância. O Prêmio Nobel de medicina de 2003 foi atribuído a Paul C. Lauterbur e Peter Mansfield por avanços da IRM.

Desde o início da incorporação da ressonância magnética na medicina, a IRM foi instituída como padrão-ouro para o diagnóstico neurológico e ortopédico (MURRAY, 2011).

Com a instalação do serviço de ressonância magnética no departamento reprodução animal e radiologia veterinária junto ao departamento de diagnóstico por imagem da FMVZ UNESP campus Botucatu, em 2012, tornaram-se frequentes as requisições de exames de IRM de diferentes áreas em pequenos e grandes animais. Este trabalho tem por objetivo fornecer um estudo retrospectivo das enfermidades neurológicas presentes na rotina de exames de ressonância magnética da região crânio-encefálica e sua casuística na FMVZ UNESP campus Botucatu de 2012 a dezembro de 2017.

REVISÃO DE LITERATURA

1- Neuroanatomia normal

O sistema nervoso central (SNC) exibe um arranjo longitudinal, com partes filogeneticamente primárias localizadas caudalmente e estruturas mais recentes, rostralmente. O SNC pode ser dividido em seis regiões fundamentais do cérebro. De caudal para rostral, esses locais cerebrais são: medula oblonga (bulbo), ponte, mesencéfalo, diencéfalo e telencéfalo. O bulbo, ponte e mesencéfalo compõem o tronco encefálico; o diencéfalo e o telencéfalo compõem o cérebro anterior. A medula espinhal está situada na região mais caudal do SNC e os potenciais de ação dos neurônios sensoriais são enviados à medula, iniciando-se nos receptores de pele, músculos, tendões, articulações e órgãos viscerais. Medula possui tratos de axônios que dirigem comandos

sensoriais para o cérebro e sinais motores do cérebro para os neurônios motores, também possui domínio sobre a ocorrência de reflexos simples (KLEIN & CUNNINGHAM, 2008).

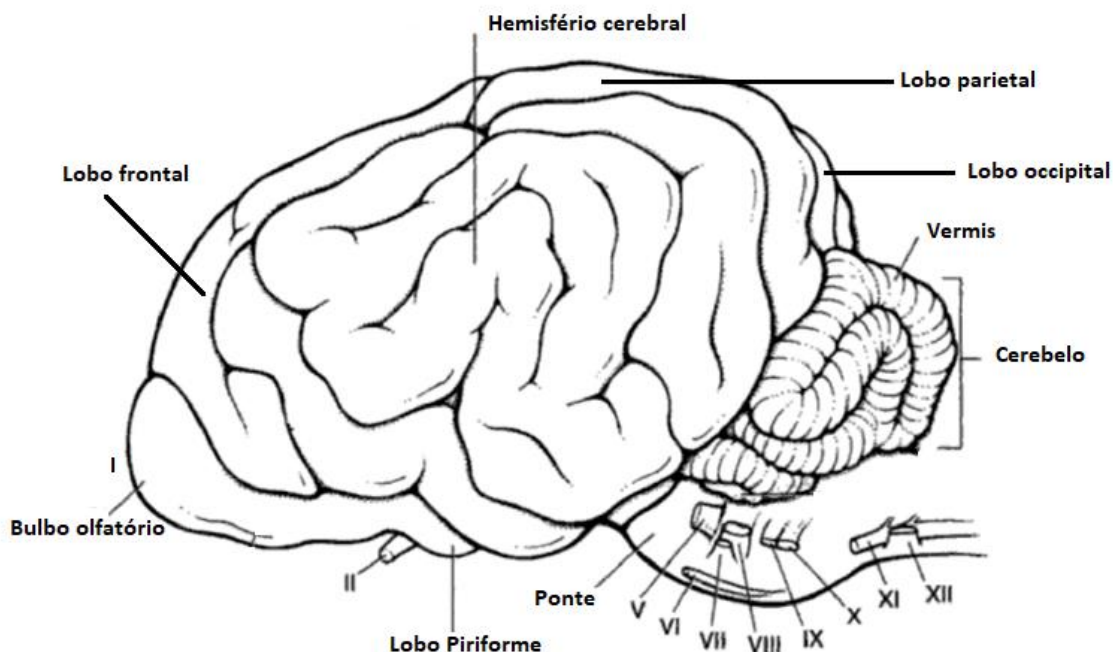


Figura 1. Vista lateral do encéfalo de um cão. Bulbo olfatório, lobo frontal, hemisfério cerebral, lobo parietal, lobo occipital, cerebelo e vermis, lobo piriforme e ponte. E os pares de nervos: I olfatório; II óptico; III óculo-motor (não aparente nesta imagem); IV troclear (não aparente nesta imagem); V trigeminal; VI abducente; VII facial; VIII vestibulo-coclear, IX glossofaríngeo; X valgo; XI acessório; XII hipoglosso. Adaptado de Smith, 1999.

2- Ressonância Magnética

A ressonância magnética (RM) resume-se por uma propriedade física expressa por núcleos de alguns elementos que quando submetidos a um campo magnético forte são excitados por ondas de radiofrequência, em uma estipulada frequência, que emite um rádio sinal que é capturado por uma antena (bobina) e transformado em imagem (BLOCH et al., 1946; PURCELL et al., 1946; PYKETT et al., 1982).

A física da RM é considerada profunda e ampla. O princípio físico caracteriza-se basicamente na influência entre um átomo e um campo magnético externo resultando em um fenômeno em que partículas que possuem um tempo angular e um tempo magnético. Estas mostram um movimento de precessão sob um campo magnético (MAZZOLA, 2009).

O sistema de RM é considerado uma tecnologia moderna na área de diagnóstico por imagem, pois associa processos eletrônicos, geradores de radiofrequência, bobinas e gradientes que comunicam-se com um computador com objetivo de excitação do tecido a ser estudado, recepção e a localização dos sinais do tecido.

O aparato de RM possui um imã (isocentro) que produz um campo magnético externo, local onde será colocado a bobina e a região de estudo. Seu funcionamento é motivado pela força do campo magnético, estabilidade e homogeneidade (THRALL, 2013).

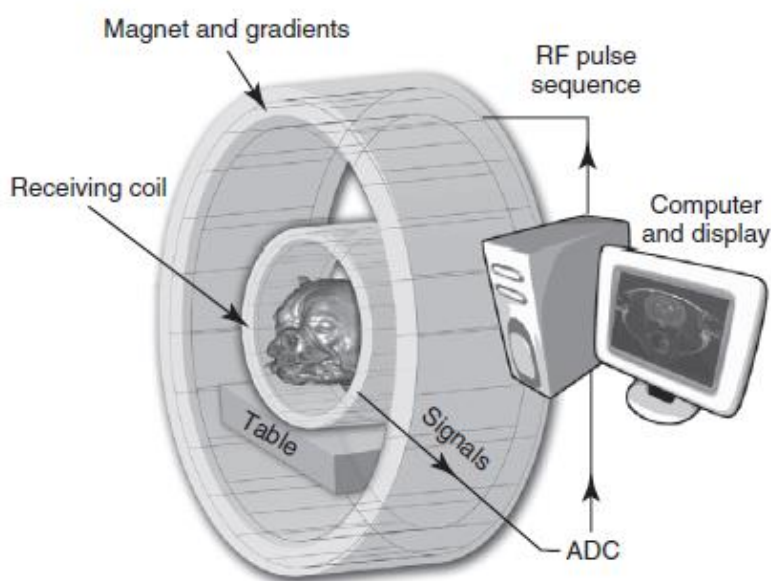


Figura 2. Componentes da unidade de RM. A região do paciente a ser a imagem é colocada no centro do pórtico (isto é, no campo magnético máximo) e uma bobina (de forma variável) é colocada ao redor ou muito próxima dessa região. O computador é manipulado para preparar sequências de pulsos de RF que causam magnetização do tecido antes que os sinais possam ser detectados como ecos. Diferentes gradientes dentro do pórtico permitem a localização de

ecos individuais e são usados para sequências de pulso recuperadas por gradiente. Sinais analógicos são convertidos em pulsos digitais que são transformados em imagens interpretáveis de ADC em conversor analógico para digital (THRALL, 2013).

Segundo a lei de indução de Faraday, “quando uma corrente magnética viaja ao longo de um fio supercondutor, um campo magnético é gerado perpendicularmente em proporção à força do atual.” É a partir dessa lei que a maior parte dos *scanners* trabalham, principalmente os aparelhos de alto campo como os superiores de um tesla. Para produzir e sustentar os campos magnéticos com grande potência, os fios supercondutores são mergulhados em hélio líquido com a função de resfriamento (THRALL, 2013).

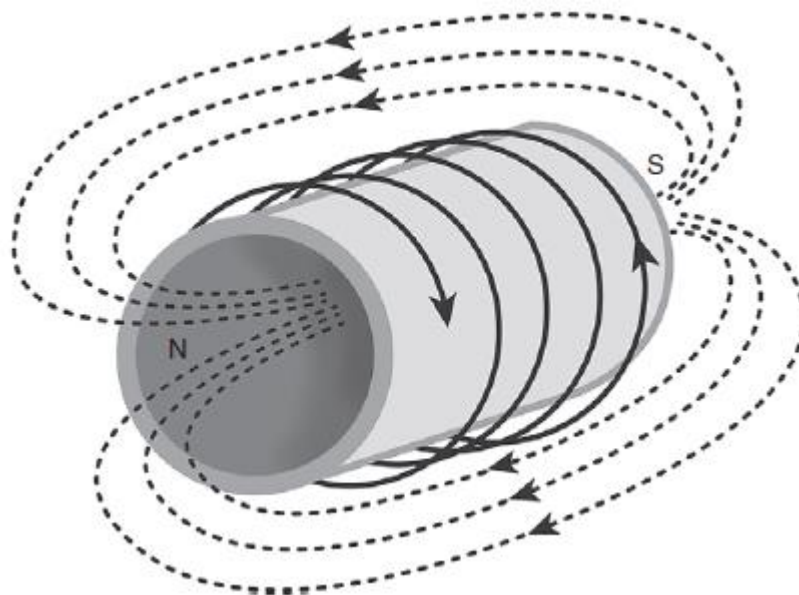


Figura 3. Ilustração da lei de indução de *Faraday*. De acordo com a lei de indução de *Faraday*, quando uma corrente viaja através de um fio supercondutor, um campo magnético é gerado perpendicularmente em proporção a força da corrente. O campo magnético ilustrado como linhas tracejadas curvas é orientado do polo norte (N) para o polo sul (S) (THRALL, 2013).

Para o diagnóstico de IRM usamos os prótons de hidrogênio que estão presentes abundantemente nos tecidos biológicos, aproximadamente

10% do peso corporal, e também sofrem diferenciação entre os tecidos normais e aqueles considerados patológicos e por apresentar maior momento magnético tornando-se, assim, mais sensíveis ao campo magnético (MAZZOLA, 2009).

Quando colocamos um paciente dentro de um *scanner* os prótons de hidrogênio se alinham ao longo do campo magnético e são excitados por um pulso de radiofrequência fazendo com que haja uma mudança no seu estado de energia e que resulta no seu desalinhamento. Os prótons de hidrogênio quando retornam ao seu nível de energia original se realinham com o campo magnético, gerando um pulso de radiofrequência e originando um sinal que é capturado pela antena que está na bobina do receptor. Em seguida após a sua excitação o sinal é ocultado devido a dois processos que ocorrem simultaneamente: os prótons de hidrogênio se alinham outra vez com o campo magnético processo chamado de relaxação *spin-lattice*; relaxamento T1 e quando os prótons de hidrogênio sofrem interferência um com o outro e resultam em uma perda de magnetização transversal chamada de relaxação *spin-spin*; relaxamento T2. As diferenças na intensidade do sinal emitido pelos prótons de hidrogênio resultam no contraste que estão nos tecidos. Como por exemplo, geralmente a água (fluido puro) tem relaxamento longo, tecidos moles tem relaxamento intermediário e a gordura possui tempo de relaxamento curto. Também existem outros fatores correlacionados com os parâmetros de contrastes intrínsecos aos tecidos como a densidade protônica, fluxo e coeficiente de difusão aparente (HECHT e ADAMS, 2010). Os prótons de hidrogênio emitem o sinal de RM na bobina receptora que é captado pela antena e o sinal é processado através da transformada de Fourier formando assim a imagem ponto a ponto em uma matriz que são enviadas ao computador e *display* (MAGALHÃES, 1999).

As sequências de pulso de IRM são idealizadas para proporcionar informações e examinar as diferenças entre o comportamento dos prótons de hidrogênio em diferentes tecidos e sua mudança quando são influenciados por um campo magnético (HECHT e ADAMS, 2010). A *spin eco* (SE), sequência de pulso *spin eco*, tem como característica a

administração de um pulso inicial de radiofrequência (RF) num ângulo de 90° , seguido de um pulso de radiofrequência (RF) de um ângulo 180° e o recolhimento de um eco. Uma linha do espaço K é preenchida a cada tempo de repetição (TR). A ponderação na imagem é controlada pelo TR e pelo tempo de eco (TE). A sequência de pulso turbo spin eco (TSE) emprega múltiplos pulsos de RF de 180° , combinando múltiplas codificações de fase, dentro de um mesmo TR formando assim um sucessão de ecos. Na sequência de pulso gradiente eco (GRE) são semelhantes a sequência de pulso SE, mas usa um pulso de RF de 180° para fazer uma nova fase de spins, concentra um gradiente de campo magnético. É uma sequência mais sensível a inhomogeneidades de campo magnético e possui mais artefatos na imagem por causa das diferenças de suscetibilidade magnética (MAZZOLA, 2009).

As sequências por IRM está constantemente em desenvolvimento. Para a região do encéfalo basicamente são realizadas as sequências ponderadas em T1, sequências ponderadas em T2, inversão de recuperação atenuada de fluido chamada de *Flair* e T1 pós contraste, com o uso do contraste gadolínico. Podem ser realizadas também as sequências de densidade protômica em T2, supressão de gordura chamada de *STIR* e saturação de gordura chamada de *FatSat* (são mais utilizadas para musculoesquelético) (HECHT E ADAMS, 2010).

As imagens ponderadas em T1 exibem as estruturas anatômicas. A IRM são geradas em escala de cinza e estão exatamente pertinente com a intensidade do sinal. Em imagens ponderadas em T1 como a cortical óssea, o ar, o sangue fluindo velozmente emitem sinais insignificantes. A gordura, medula óssea e pele que envolve o crânio emitem sinais de intensidade muito alta e o tecido encefálico emite um sinal de intensidade intermediária, com a massa cinzenta e aparecem um pouco mais escura quando comparada a substância branca (VAZQUEZ et al., 2001). Utilizando-se a sequência T1, é possível a verificação de uma relevante representação do encéfalo e de porções associadas a ele. Os segmentos cranioencefálicos como mielencéfalo, verme cerebelar, mesencéfalo, hemisfério cerebelar, tálamo, hipotálamo, hipocampo, glândula pituitária, fórnix e músculos da

cabeça surgem na imagem com tons acinzentados e com intensidade de sinal intermediária. A substância cinzenta aparenta característica hipointensa em relação à substância branca e o fluido cérebro-espinhal, contido no espaço subaracnóideo e dentro do sistema ventricular, possuem uma intensidade de sinal insignificante (ARENCEBIA et al., 2001).

A sequência T2 fornece o detalhamento do encéfalo e de suas estruturas, expressando um sinal de baixa intensidade de porções cerebrais e os músculos da cabeça, além de apresentarem-se de forma indefinida, o fluido cérebro-espinhal que caracteriza-se por seu alto sinal de intensidade e a substância branca possui natureza hipointensa em relação à cortical da substância cinzenta, além de ser apontada com sequência de escaneamento de enfermidades, uma vez que o acúmulo de líquido e crescimento anormal de tecidos, exibe-se de forma hiperintensas (ARENCEBIA et al., 2001).

A sequência FLAIR são analisadas em conjunto com a sequência ponderada em T2 na observação e caracterização de lesões patológicas. Nesta sequência o fluido considerado puro, como por exemplo o líquido cefalorraquidiano, é suprimido e o seu sinal é hipointenso fazendo com que aumente a observação de lesões limítrofes como um ventrículo com líquido ou no espaço subaracnóideo. A sequência Flair não é capaz de suprimir sinais de fluidos que possuem proteína alta, componentes celulares ou sangue. Sequência escolhida na alternativa a sequência T1 contrastada devido a sua alta sensibilidade em lesões (HECHT e ADAMS, 2010).

Não são notórios riscos biológicos para exibição em campos magnéticos ou impulsos de radiofrequência empregadas na RM. Riscos expressivos são significativos para objetos metálicos no interior da gaiola de *Faraday* e em animais com chips, fragmentos metálicos, clips ferromagnético e próteses metálicas (COGBILL e ZIEGELBEIN, 2011).

3- Introdução as enfermidades neurológicas

A história de alterações neurológicas na medicina veterinária pode ser rastreada nos primórdios da civilização humana, como mostra esta obra de arte dos Assírios, do século VII a.C.



Figura 4. Leoa agonizante, baixo relevo, provavelmente da época do Rei Assírio Assurbanipal, que reinou em Nínive, de 668 a 631 a.C. *The British Museum* (COLLINS, 2008). A imagem do leão caçado, mostrando 3 flechas nas costas; a flecha atravessando a espinha na parte inferior das costas, provavelmente, lesionou a medula espinhal (Luvizutto et al., 2018).

A IRM é a modalidade diagnóstica eleita para a avaliação do encéfalo por causa da sua resolução superior de contraste do tecido mole. Para um diagnóstico preciso, necessita-se uma interpretação concisa das imagens e a sua junção entre os sinais clínicos e a neuroanatomia (LEIGH et al., 2008).

Nos últimos anos surgiram publicações sobre diferentes enfermidades encefálicas diagnosticadas em cães pela IRM. Malformações, como ventriculomegalia, foram identificadas como sendo comuns em Buldogues ingleses (RYAN et al, 2014). Outras malformações diagnosticadas pela IRM incluem divertículo aracnóide de IV ventrículo com siringohidromielia (BAZELLE et al, 2015). De 2007 a 2013 foram catalogados 21 casos de acidente vascular cerebral isquêmico em cães Greyhounds (KENT et al, 2014). A IRM apresentou valor prognóstico em 50 casos de traumatismos crânio-encefálicos em cães (BELTRAN et al, 2014). Outros diagnósticos recentes, em cães, pela IRM, incluem doenças infecciosas do tipo colesteatoma com meningoencefalite (NEWMAN et al, 2015), abscessos epidurais (LINON et al, 2014) ou neosporose (PARZEFALL et al, 2014).

A IRM contribui para o diagnóstico de várias alterações cerebrais neoplásicas ou não neoplásicas em cães e gatos como hidrocefalia, malformações de Chiari, cistos aracnóides, hipoplasias, ou hemorragias, infartos, alterações cerebrovasculares espontâneas, traumatismos cranianos e muitas doenças inflamatórias como encefalites, abscesso cerebral e doenças parasitárias (THOMAS, 1999). Sinais na IRM para as enfermidades cerebrais não-neoplásicas são mais variáveis quando comparados a neoplasias cerebrais (CHERUBINI et al, 2005).

Há relatos de infecções no SNC de gatos por *Coccidioides spp*, fungo dimórfico, em geral relacionado a doenças dermatológicas (BENTLEY et al, 2015).

Henry, em 2010, relatou que neoplasias da medula espinhal são comuns em gatos. Linfossarcoma é neoplasia que mais ocorre, com prevalência de 28% e 40%, seguida pelo osteossarcoma com 27%, tumores gliais 9% e meningioma com 7%. Tumores hipofisários felinos são raros (KIMITSUKI et al, 2014). Meningioma é neoplasia primária frequentemente encontrada em gatos. Cursa com hipertensão intracraniana, eventualmente seguida por compressão do tronco encefálico, edema cerebral e hérnias. Características típicas são hiperostose do osso adjacente e mineralização intratumoral (KARLI et al, 2013). A IRM é utilizada para confirmar localização, dimensão e ajudar na remoção completa do meningioma. Uso da IRM durante cirurgia otimizou o desempenho cirúrgico e prognóstico de animais (IJIRI et al, 2014).

Enfermidades cerebrais inflamatórias podem acometer o parênquima cerebral (encefalite), meninges (meningite), ou ambos (meningoencefalite) e dependendo do agente subjacente, comprometimento da medula espinhal (mielite/ meningomielite).

4- Enfermidades neurológicas

RM é o método diagnóstico de escolha para avaliação das estruturas encefálicas. Sabe-se que 90% das vezes esse exame foi sensível para essas lesões (RODENAS et al., 2011). Desde seu início da utilização da RM,

foram realizados diversos exames da região do encéfalo para padronizar as características de muitas enfermidades, como por exemplo, neoplásicas, inflamatórias, vasculares, com o objetivo de auxiliar os clínicos nos diagnósticos prováveis e escolha do tratamento (WOLFF et al., 2012).

Congênitas e Malformações

As alterações congênitas compõem aproximadamente 6% da casuística de diagnósticos sendo assim 3% dessas afecções congênitas pertencem a hidrocefalia (SAITO et al., 2003).

Hidrocefalia é um alargamento do sistema ventricular cerebral e está relacionada a passagem insuficiente de fluido cerebrospinal do seu local de produção nos plexos coróides, para o local de absorção para a circulação sistêmica. Não é considerada uma enfermidade específica mas sim uma desordem de muitos fatores e com diversidade de mecanismos fisiopatológicos (SAITO et al., 2003). Pode ser classificada em moderada a grave e a assimetria dos ventrículos laterais está presente em muitos casos. A casuística da hidrocefalia clínica em raças como Chihuahua, Pequinês, Yorkshire, Beagles é considerada comum (VULLO et al., 1997).

O diagnóstico consiste nas características clínicas e por imagiologia pelos exames de ultrassonografia, tomografia computadorizada e ressonância magnética (THOMAS, 2010).

A Malformação do tipo Chiari também chamada de hipoplasia occipital é uma herniação cerebelar e estenose do forame magno e caracterizada pela diminuição do líquido cefalorraquidiano na junção craniocervical e está rotineiramente relacionado com a siringomielia. Também é observado em cães a elevação da medula ou torção com predominância de 40-68% em raças mini e pequenas e 66-100% em Cavalier King Charles Spaniels (CERDA-GONZALEZ e GRIFFITH, 2015). A siringomielia é um termo proveniente das palavras gregas *siringix* (cavidade em forma de tubo ou tubulação) e *myelos* (medula). É uma desordem onde são formadas cavidades no interior da medula espinhal por consequência de vários fatores (KLEKAMP e SAMII, 2001). O seu diagnóstico está cada

vez mais frequente com o uso da IRM, porém era considerada uma enfermidade rara no passado. Em gatos são mais relatadas secundariamente a malformações e hidrocefalia (OKADA et al., 2009). A IRM é o diagnóstico de ponta para a análise de hidrocefalia em humanos e nos animais (LAUBNER et al., 2015).

Cistos aracnoides intracranianos são anomalia primária no início do desenvolvimento embrionário que ocorre na divisão e duplicação da membrana aracnoide correlacionada com a cisterna aracnoide intracraniana ou secundário a meningoencefalite, trauma ou hemorragia subaracnóidea (VERNAU et al., 2002). Cistos aracnoides intracranianos representam 1% das lesões encefálicas em humanos mas em cães sua representação em número ainda é desconhecida. Ocorrem principalmente na fossa craniana caudal com a maioria dos cistos que ocorrem dorsal ao colículo e rostral para o cerebelo (cisterna quadrigeminal) (MACKILLOP, 2011). O cisto quadrigeminal ocorre frequentemente em animais de pequeno porte e são comuns em cães. São encontrados na linha média, dorsal ao mesencéfalo, rostral ao cerebelo e caudal ao lobos occipitais (MATIASEK et al., 2007; SAITO et al., 2011). Relata-se, a observação em IRM, em corte sagitais nas imagens sagitais pós-contraste ponderadas em T1, estrutura circunscrita com margens acentuadamente definidas, no qual foi observada no aspecto caudal do cérebro entre e o cerebelo, com hipointensidade de sinal em relação ao tecido do cérebro. Nos cortes transversais em imagens ponderadas em T2, a estrutura foi caracterizada com hiperintensidade de sinal em relação ao tecido cerebral (DUQUE et al., 2005).

Ventriculomegalia é a dilatação do sistema ventricular pelo volume excessivo do líquido cefalorraquidiano. Pode ser causada pela oclusão de parte do sistema ventricular compreendendo o forame interventricular, terceiro ventrículo, aqueduto mesencefálico, quarto ventrículo ou aberturas laterais devido a infecção, neoplasia, lesões ou hemorragias (PRZYBOROWSKA et al., 2013).

Ventrículos aumentados nas raças de cães braquiocefálicos é considerado um evento casual nas IRM e são citados nos laudos como

“ventriculomegalia” para diferenciação da mais importante que é a hidrocefalia interna (SCHMIDT et al., 2015). Esses cães são estimados como assintomáticos pois não são associados ao aumento da pressão intraventricular. A ventriculomegalia secundária de cães pode estar associada aos sinais clínicos com outras doenças como inflamação e infecção (LAUBNER et al., 2015). Em alguns casos são observados uma falha no escoamento do líquido cefalorraquidiano gerando a dilatação ventricular progressiva e fazendo com que haja o aumento da pressão intracraniana. Esses fatores produzem diminuição da perfusão cerebral, destruição tecidual além de causar déficits neurológicos graves (SAITO et al., 2003).

Em um estudo com IRM em gatos europeus sintomáticos para afecções neurológicas, foram realizadas avaliações quantitativas sobre o tamanho dos ventrículos laterais e observando-se que em 85% dos gatos, os quais possuíam variações no tamanho do ventrículo e no volume total, foram diagnosticados como ventriculomegalia. Porém, conclui-se que o diagnóstico de hidrocefalia em gatos não deve ser realizado observando-se apenas imagens com base na dilatação dos ventrículos laterais, necessitando, assim, de uma investigação mais profunda (PRZYBOROWSKA et al., 2018).

Enfermidades cerebrais inflamatórias não infecciosas

São aquelas que podem acometer o parênquima cerebral e são chamados de encefalite, podem também acometer as meninges e são chamadas de meningite, ou as duas regiões concomitante, sendo denominada de meningoencefalite. Em alguns casos podem acometer também a medula chamada de mielite ou meningomielite (HECHT e ADAMS, 2010). Possuem agentes etiológicos infecciosos como vírus, protozoários e fungos mas em alguns casos a sua etiologia não é conhecida. Afetam cães de qualquer idade, raça e os sinais clínicos não são definidos, podendo ocorrer em vários dias e meses. Os déficits neurológicos

reservados a essa enfermidade são raramente específicos, pois acometem qualquer região do SNC (THOMAS, 1998).

Em cães existem muitos tipos de inflamações intracranianas que abrangem diversas meningoencefalomielites como a raiva, encefalite pelo vírus da cinomose, encefalomalácia por parvovírus e meningite protozoária, bacteriana ou micótica, além das meningoencefalomielites de etiologias desconhecidas como meningoencefalomielite granulomatosa, meningite-arterite responsiva a esteroides e meningoencefalite necrotizante. Um dos exames úteis na diferenciação das enfermidades inflamatórias intracranianas é a análise do líquido cefalorraquidiano (LCR) onde em 90% dos cães portadores possuem aumento da proteína e das células brancas (LAMB et al., 2005).

Meningoencefalomielite granulomatosa corresponde a 25% de todas as inflamações intracranianas em cães. Não tem sinais clínicos específicos e podem ser encontradas nas regiões do encéfalo como prosencéfalo, tronco encefálico ou medula espinhal ou aparecem como uma síndrome multifocal. São divididas como enfermidades multifocais disseminadas, focal ou ocular. Nas enfermidades multifocais possui sinais clínicos caracterizados pelo início agudo (febre, hiperestesia paraespinal de cervical) com progressão rápida e sinais neurológicos também multifocais. Já na meningoencefalomielite granulomatosa focal apresenta sinais neurológicos mais lentos e progressão duvidosa, parecendo uma lesão ocupante geralmente encontrada na região encefálica do prosencéfalo apenas. Também apresenta a forma meningoencefalomielite granulomatosa ocular, a qual caracteriza-se por sinais clínicos agudos de distúrbios visuais devido a neurite óptica, uveíte anterior e posterior (COATES e JEFFERY, 2014).

Nas IRM na meningoencefalomielite granulomatosa são observados hiperintensidade da lesão multifocal ou difusa nas sequências ponderadas em T2 e na sequência FLAIR; contraste de realce variável na sequência ponderada em T1; lesões em matéria cinzenta e branca; pouco realce de meninges; efeito em massa; aumento focal do parênquima ou da meninge após administração do contraste gadolínio (LAMB et al., 2005). Na

meningoencefalomielite granulomatosa necrotizante são observadas lesões assimétricas, multifocais cérebro-corticais da matéria branca; as lesões aparecem iso-hipointensas em sequências ponderadas em T1 e hiperintensas nas sequências ponderadas em T2 e FLAIR; aumento variável do contraste na sequência ponderada em T1 das lesões parenquimatosas; realce de meninges; efeito de massa; ventriculomegalia variável. São observados em cães com inflamação crônica e necrose uma perda do volume cerebral culminando em um alargamento do sulcos e dilatação do ventrículo adjacente (COATES e JEFFERY, 2014).

Meningoencefalomielite necrotizante também chamada de encefalite do Pug (DELUCCHI et al., 2015) é relatada como uma inflamação progressiva rápida e fatal que causa transtorno cerebral. Sua etiopatologia ainda não é conhecida apesar da realização de pesquisas moleculares rigorosas, não foi ainda encontrado um agente infeccioso efetivo para o seu desenvolvimento (COOPER et al., 2014).

É uma enfermidade relatada em outras raças como Maltês (VIOLIN et al., 2008), Chihuahua, Yorkshire (LOTTI et al., 1999), Shih-Tzu, Papillon, Coton de Tulear. Ocorre geralmente em média nos animais jovens (2 a 2,5 de idade) com sinais clínicos de convulsões, dor cervical, andar em círculos, andar compulsivo e déficits visuais com início agudo com avanço progressivo para o óbito em apenas meses e alta mortalidade (COOPER et al., 2014).

Leucoencefalite necrotizante foi relatada em cães da raça Yorkshire terriers e em Bulldogs franceses com distinções clínicas e topográficas diversas pois a maioria desses cães que apresentam essa enfermidade já exibiram perda visual, episódios convulsivos e sinais vestibulares centrais que correspondem com o prosencéfalo e envolvimento do tronco encefálico. Na IRM da leucoencefalite necrotizante observa-se assimetria da matéria branca cerebral e lesões no tronco encefálico. As lesões aparecem iso-hipotensas na sequência ponderada em T1 e hiperintensas nas sequências ponderada em T2 e FLAIR; pouco realce do contraste das lesões

parenquimatosas; falta de realce nas meninges e efeito de massa; ventriculomegalia variável (COATES e JEFFERY, 2014).

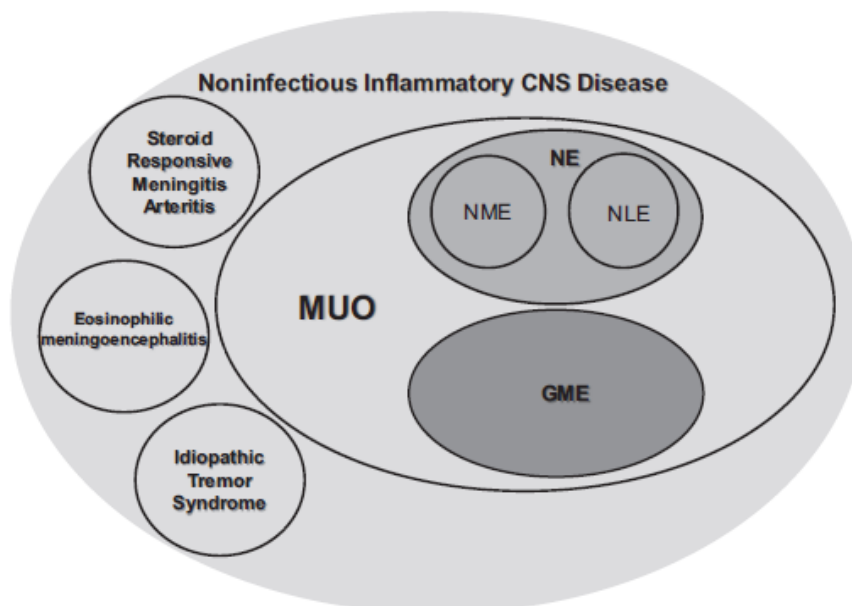


Figura 5. Enfermidades do SNC inflamatórias não infecciosas. Várias enfermidades inflamatórias não infecciosas do SNC como Meningoencefalomielite de origem desconhecida (MUO) que inclui encefalites necrosadas, leucoencefalite necrotizante (NLE) e meningoencefalite necrotizante (NME) e meningoencefalomielite granulomatosa (GME). Observe que as enfermidades inflamatórias não infecciosas do SNC, artrite por meningite responsiva a esteroides, síndrome do tremor idiopático e meningoencefalite eosinofílica se destacam, com os sinais distintos das enfermidades baseadas na análise do líquido cefalorraquidiano ou nos sinais clínicos (COATES e JEFFERY, 2014).

Enfermidades cerebrais inflamatórias infecciosas

A cinomose canina causada por um vírus chamado *Morbillivirus* (família *Paramyxoviridae*) é uma enfermidade altamente contagiosa. Tem propensão por filhotes mas é adquirida em qualquer idade, raça e sexo (SILVA et al., 2009). Alguns cães que possuem uma resposta imunológica lenta não manifestam sinais clínicos agudos então podem manifestar infecção crônica e constante. São reconhecidas algumas formas de

encefalite: aguda em cães jovens; encefalomielite em cães adultos e a “encefalite do cão idoso”, uma síndrome rara (THOMAS, 1999).

A encefalite pode não apresentar alterações na IRM ou podem ser observadas como lesões multifocais que são adjuntas ao parênquima e são hiperintensas na sequência ponderada em T2 e hiperintensas na sequência ponderada em T1. A FLAIR é uma sequência com maior sensibilidade quando comparada as sequências *spin-eco* na observação de lesões cerebrais leves em cães com sinais clínicos (HECHT e ADAMS, 2010).

A raiva é uma doença pesquisada no Brasil desde 1911, considerada uma das mais antigas conhecida pela humanidade. Seu agente etiológico é um *lyssavirus* altamente neurotrópico (família *Rhabdoviridae*), localizado em todo o mundo, com exceção das Ilhas Britânicas, Austrália, Nova Zelândia e Japão (THOMAS, 1999). É transmitida pelo morcego hematófago *Desmodus rotundus* mas sabe-se que outros morcegos hematófagos como o *Diphylla ecaudata* e *Diaemus youngii* e cães também podem transmitir a doença (LIMA et al., 2007). O vírus é encontrado na saliva dos animais infectados e é transmitido por picadas. Após ser inoculado, o vírus se replica nas células musculares e chega ao SNC através do transporte axonal nos nervos. A sua impregnação em todo SNC faz com que haja uma encefalomielite aguda com degeneração neuronal (THOMAS, 1999).

Os cães infectados por raiva são geralmente jovens e habitam principalmente em zonas rurais. São animais que não foram vacinados ou foram vacinados apenas uma vez. Apresentam sinais clínicos muito diversos mas é observado comumente uma ataxia, salivação excessiva, disfagia e paresia. Segundo um estudo apenas 10% dos cães apresentam agressividade e convulsões. Essa enfermidade é caracterizada por ser rápida e progressiva com prognóstico ruim e morte entre 3 a 7 dias (BATISTA et al., 2007).

A raiva é uma enfermidade de grande relevância pois é uma zoonose com prognóstico fatal e é considerada um problema de saúde pública (BABBONI e MODOLO, 2011).

Segundo Laothamatas e colaboradores, 2008 a IRM pode mostrar precisamente a localização das regiões encefálicas que apresentam inflamação como nas encefalites. No caso da raiva houve uma diferença na IRM entre cães diagnosticados com raiva parálitica e raiva furiosa. Naqueles cães com raiva parálitica foram observados um hipersinal anormal com alterações em T2 com grau leve e moderado nos lobos inferiores e no hipocampos temporais; no hipotálamo foi observado um grau moderado a marcado nas regiões do mesencéfalo, ponte, medula e medula espinal cervical. Nos cães com raiva furiosa foram observadas lesões nos lobos temporais, tronco encefálico e medula espinhal. A intensidade do sinal das alterações por IRM em todo o cérebro regiões de cães com tipo furioso não eram tão proeminentes quanto nos casos do tipo parálitico. Na sequência com uso de contraste não foram observados nada digno de nota nas duas formas de raiva.

A neosporose na espécie canina é causada pelo parasita protozoário intracelular obrigatório do filo Apicomplexa *Neospora caninum* (PARZEFALL et al., 2014). É caracterizada por causar sinais clínicos como encefalite, poliradiculite, polimiosite e paralisia dos membros posteriores. Esta enfermidade infecta preferivelmente animais com 12 meses de idade e não ocorre predileção por sexo ou raça (GUIMARÃES JUNIOR e ROMANELLI, 2006). Segundo relatado por Gaitero e colaboradores, 2006 um cão que apresentava taquizoitos de neospora em amostras do líquido cefalorraquidiano foi encaminhado para o exame de ressonância magnética e observou-se o aumento da espessura leptomeníngea com realce de contraste meníngeo difuso rostralmente e caudotentorial que se estende até a parte crânio-cervical do segmento da medula espinhal. E uma lesão extensa parietal subcortical e temporal subcortical esquerda. Onde a lesão temporal subcortical foi homoganeamente hiperintensa e bem delineada nas imagens ponderadas em T2 e isointensa nas imagens ponderadas em T1. Esses achados foram considerados consistentes com infiltração inflamatória leptomeníngea difusa, com lesão isquêmica parenquimatosa focal cortical-subcortical esquerda.

A Infecção por *Toxoplasma gondi* ocorre pela ingestão de carne infectada ou esporulada de oocistos de fezes de gatos, ou por transmissão transplacentária. A sua disseminação ocorre pela via linfática e sanguínea podendo infectar a maioria dos tecidos. Na espécie canina, a infecção subclínica é comumente encontrada mas a sua manifestação é considerada rara. A infecção clínica pode ser causada pela imunossupressão e ocasionar na liberação de cistos teciduais (THOMAS, 1998). A infecção em gatos é elevada pela soroprevalência do *Toxoplasma gondi* mas a manifestação clínica é rara (FIALHO et al., 2009). Ao exame de RM em gatos observou-se lesões multifocais, indiferenciada, parenquimatosa que eram iso-hipointensas em imagens T1, hiperintensas em imagens T2 e são associadas ao edema (HECHT e ADAMS, 2010).

Enfermidades cerebrovasculares

São distúrbios do cérebro que ocorrem por desordem no fornecimento de sangue. O acidente vascular cerebral (AVC) tem como característica um repentino surgimento de sinais clínicos agudos, não progressivos, cérebro focal, apresentam convulsões, mudanças de comportamento, depressão, déficit neurológico secundário a doença cerebrovascular sem progresso de melhora em um determinado período de tempo, geralmente considerado curto (THOMAS et al., 1996; CERVERA et al., 2011). São classificados em dois grupos distintos como o infarto isquêmico e o infarto hemorrágico podendo ser primário ou secundário a outra enfermidade. Eram considerados raros em pequenos animais quando comparados com o acidente em humanos mas, desde o advento do uso da ressonância magnética tornou-se mais relatado. Em cães são correlacionados com a aterosclerose secundária ao hipotireoidismo, tromboembolismo séptico, neoplasia, coagulopatia e a migração anormal da *Dirofilaria immitis*. A princípio eram diagnosticados somente pelo exame de necropsia não possuindo a chance de tratamento (MCCONNELL et al., 2005; GAROSI, 2010).

O AVC isquêmico ocorre quando o fluxo de sangue para um determinado tecido é afetado por oclusão arterial ou venosa intracraniana. Já no AVC hemorrágico ocorre ruptura dos vasos sanguíneos intracranianos (HECHT e ADAMS, 2010). Em humanos há uma alta casuística da hemorragia intracerebral por ruptura natural de vasos, mas em cães tem poucos relatos (GAROSI, 2010).

Garosi e colaboradores, 2006 propuseram critérios para o diagnóstico de infarto cerebral pela IRM, considerando o local da lesão: relacionado a substância cinzenta, mas em caso de comprometimento severo relataram também o acometimento da substância branca.

Geralmente são delimitadas em topografia da artéria cerebral principal (cerebral rostral, cerebral médio, cerebral caudal, cerebelar rostral, cerebelar caudal, ou um dos seus respectivos ramos) ou em uma artéria perfundante como as artérias estiradas, artérias perfurantes caudal, artéria comunicante ou artérias perfurantes do tronco encefálico. Pode ser classificada também por sua aparência definida, demarcada pelo parênquima cerebral adjacente com aparência homogênea; relacionada a intensidade do sinal: hiperintensidade na imagem ponderada T2 e/ou na FLAIR e sobre o efeito de massa sendo mínimo ou nenhum (GAROSI et al., 2006).

O infarto hemorrágico secundário acontece quando um vaso faz uma segunda perfusão em um endotélio alterado após um infarto. Quando parte do êmbolo faz uma lise ou migra. No caso do AVC hemorrágico ocorre secundariamente a hipertensão ou ruptura do aneurisma. Como já sabido a maior parte dos AVCs em humanos são isquêmicos, casuística também conhecida nos cães. Na IRM geralmente tem características hipointensa em imagem ponderada em T1, homogênea e hiperintensos em imagem ponderada em T2 dependendo do tempo do episódio do AVC. Seu contraste está relacionado com o infarto hemorrágico presente entre 24 e 48 horas após a ocorrência. Porém, sabe-se que é mais observado entre o tempo de 1 a 8 semanas (CERVERA et al., 2011).

Enfermidades vasculares cranianas em gatos são pouco relatadas. Mas na literatura sabe-se que existem diversas causas do AVC isquêmico nos gatos, como a migração de larvas do parasita do gênero *Cuterebra* que causam uma síndrome de infarto cerebral chama encefalopatia isquêmica felina (EIF). Em gatos adultos, pode estar associado a larvas migratórias da *Dirofilaria immitis*, isquemia relacionada à anestesia, telangiectasia intracraniana, meningoencefalite granulomatosa e deficiência de tiamina experimental e correlacionada com alimentos. Por associação a hemorragia intraparenquimatosa em gatos ocorre pela hipertensão primária ou secundária, angiopatia amiloide cerebral e neoplasia intracraniana (ALTAY et al., 2011).

| Tabela 1. Mudança de aparência da hemorragia intracraniana ao longo do tempo | | | | |
|--|----------|------------------------------------|---------------------------------|--------------|
| Estágio | Período | Estado da hemoglobina | T1 | T2 |
| Hiperagudo | <12-24h | Intracelulares Oxihemoglobina | Isointensa ou Hipointensa | Hiperintensa |
| Aguda | 1-3 dias | Intracelulares Deoxihemoglobina | Isointensa ou Hipointensa | Hipointensa |
| Subaguda Recente | >3 dias | Intracelulares Metahemoglobina | Hiperintensa | Hipointensa |
| Subaguda Tardia | >7 dias | Extracelular Metahemoglobina | Hiperintensa | Hiperintensa |
| Crônica | >14 dias | Hemossiderina e Ferritina | Hipointensa | Hipointensa |

Fonte: Adaptado de Bradley Jr WG. MR appearance of hemorrhage in the brain. Radiology 1993;189(1):15– 26 and Parizel PM, Makkat S, Van Miert E, et al. Intracranial hemorrhage: principles of CT and MRI interpretation. Eur Radiol, v.11, n. 9, p.1770–83, 2001.

Neoplasias

As neoplasias diagnosticadas em cães adultos contribuem com grande significância nas apresentações clínicas e fazem parte da maior causa de óbitos (SONG et al., 2013).

Devido ao surgimento de técnicas avançadas de imagem como a IRM e a tomografia computadorizada o diagnóstico de neoplasias intracranianas foi beneficiado na medicina veterinária (LECOUTEUR e WITHROW, 2007). Ainda que o diagnóstico definitivo seja usualmente através do exame de biópsia e do exame histopatológico, o exame de imagem avançada, como a ressonância magnética, é um diagnóstico presuntivo devido aos sinais radiológicos observados na IRM (KRAFT e GAVIN, 1999). Segundo um estudo em seres humanos a sensibilidade da IRM no diagnóstico de neoplasias encefálicas é por volta de 99% (THOMAS et al., 1996).

A IRM tornou-se um método diagnóstico essencial para neoplasias. Colaborou para avanços no desenvolvimento de procedimentos cirúrgicos, tratamentos, planejamento radioterápico e neuronavegação guiada por imagem (ROSSMEISL, 2014).

Na IRM os tumores podem ser bem ou pouco definidos; simples ou multifocais; intra-axiais ou extra-axiais. São geralmente isoíntenso para hipointenso em imagem ponderada em T1 e em imagem ponderada em T2 pode ser observado um realce de moderado a intenso de contraste e podendo ocorrer edema e efeito de massa (SNYNDER et al., 2008; HECHT e ADAMS, 2010).

Meningioma é a neoplasia intracraniana mais frequente encontrada em cães. Geralmente é observada dorsalmente no encéfalo da metade anterior próximo ao falx cerebri. Também é observado no tentório do cérebro, ventral ou lateral ao tronco encefálico, diversas vezes observada no hipotálamo, região olfativa, nível do quiasma óptico, regiões supraselares e paraselares e em outras superfícies externas do cérebro em regiões de crescimento extra-axial clássico. Em gatos essa neoplasia é mais observada intraventricular englobando a tela coróide do terceiro ventrículo, as meninges supratentoriais e dificilmente afetam o cerebelo e há também

relato de meningiomas do quarto ventrículo (SALVADORI et al., 2011; MOTTA et al., 2012). Segundo Bentley, 2015 aproximadamente 90% dos casos de meningiomas são definidos e possuem bordas bem definidas e essas bordas podem ser regulares ou irregulares com o cérebro

A maior parte dos meningiomas na IRM se comportam como isointenso ou hipointenso na imagem ponderada em T1 em relação a matéria cinzenta e em imagem ponderada em T2 é hiperintenso e heterogêneo. Na imagem pós-contraste em T1 são observadas margens distintas com aumento acentuado do contraste. Quando há a suposição de meningioma uma característica na IRM que pode ser observada é a “cauda dural”. Mas sabe-se que nem sempre é visível a diferenciação da espessura dural (SESSUMS e MARIANI, 2009).

Na sua grande maioria os meningiomas tem característica benigna mas existem relatos de metástases pulmonares em cães por apresentarem histologicamente alterações com índice de proliferação celular, células anaplásicas e malignas. Sua reincidência é parcialmente comum (HORTA et al., 2013).

Os gliomas são frequentemente a neoplasia mais encontrada no encéfalo dos cães depois dos meningiomas. São classificados em astrocitomas, oligodendrogliomas, ependimoma, dentre outros. Situados no encéfalo e no diencéfalo e menos observado no cerebelo. Possuem contraste e realce variável na escala de ausente para intenso, não uniforme ou do tipo circunferência “em anel” (CERVERA et al., 2011). É observado o efeito de massa em 90% dos casos nos astrocitomas e oligodendrogliomas. Os oligodendrogliomas geralmente causam uma assimetria nos ventrículos e quando há a ausência da assimetria indica ser astrocitoma. Diferentemente do linfoma que se infiltra sem fazer o efeito de massa (BENTLEY et al., 2013; BENTLEY, 2015)

Na IRM os gliomas intracranianos em cães são geralmente observados intra-axiais e isointenso para hipointenso em imagem ponderada em T1, em imagem ponderada em T2 são isointenso para hiperintenso em lesões de massa com variações de edema perilesional e realce de contraste (BENTLEY et al., 2013). Mas os gliomas são considerados na IRM com diversas aparências e pode haver uma confusão

com os padrões. Muitas vezes se comportam como um AVC isquêmico ou hemorrágico, enfermidade cerebrovasculares, enfermidade inflamatória, leucoencefalopatia e meningioma (RÓDENAS et al., 2011).

Em um recente estudo demonstrou-se que exames de TC e RM possuem uma especificidade de baixa a moderada na antecipação do diagnóstico dos tipos de gliomas e seus graus. As sequências que utilizam o uso do contraste são úteis somente para a mensuração do tumor. Há uma grande necessidade de estudos nesta enfermidade e futuramente a realização de sequências dinâmicas de perfusão e espectroscopia (STADLER et al., 2017).

Os astrocitomas e os oligodendrogliomas constituem 31% das neoplasias cerebrais primárias em cães (YOUNG et al., 2011).

Dentre os gliomas, os astrocitomas são os mais frequentes das neoplasias intra-axiais do SNC. São identificados em forma circunscrita ou de margem irregular. Na IRM observa-se discreta a moderada hipointensidade na imagem ponderada em T1 e moderada hiperintensidade em imagem ponderada em T2, com ou sem edema peritumoral. Também pode ser observado hemorragia intratumoral na maioria dos casos. Nas imagens pós contraste são observadas quebra da barreira hematoencefálica com contraste microvascular evidente o que faz a caracterização do grau dos astrocitomas. Os de baixo grau tem pouco contraste já os de grau III e IV apresentam moderado a intenso contraste mas exceções podem ocorrer (WISNER et al., 2011).

Os oligodendromas acometem cães idosos e principalmente os cães da raça Boxer e também outras raças braquiocefálicas (SNYDER et al., 2006). São frequentemente localizados supratentorialmente nos lobos frontais, piriformes e temporais do encéfalo e são pouco identificados caudalmente.

Na IRM os oligodendrogliomas possuem característica heterogênea, principalmente isoíntenso em relação a matéria cinzenta e com massas intra-axiais periféricas. São observados como sinais clássicos a infiltração e o espessamento cortical (STANCY et al., 2003; WISNER et al., 2011)

Os linfomas do tipo não-hodgkins fazem parte em 10% da casuística das neoplasias que acometem os cães. Os linfomas do SNC que são

considerados primários representam apenas 4%, sendo a maioria secundários relacionados com doenças multissistêmicas (SNYDER et al., 2006; SNYNDER et al., 2008). Em avaliação microscópica dos casos com linfoma secundário ao SNC relatou-se que os linfonodos estão associados em 68% dos casos em órgãos como o fígado (47%); baço (42%); rim (40%) e intestino (39%) (SISÒ et al., 2017).

REFERÊNCIAS

ALTAY, U. M.; SKERRITT, G. C.; HILBE, M.; EHRENSPERGER, F.; STEFFEN, F. Feline cerebrovascular disease: clinical and histopathologic findings in 16 cats. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 47, n. 2, p. 89-97, 2011.

ARENCIBIA, A.; VAZQUEZ, J. M.; RAMIREZ, J. A.; RAMIREZ, G.; VILAR, J. M.; RIVERO, M. A.; ALAYON, S.; GIL, F. Magnetic resonance imaging of the normal equine brain. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 42, n. 5, p. 405-408, 2001.

BABBONI, S. D.; MODOLO, J. R. Raiva: origem, importância e aspectos históricos. **Special**, v. 13, n. esp., p. 349-356, 2011.

BATISTA, H.; RUTHNER, D. C.; ROEHE, P. M. Raiva: uma breve revisão. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 35, n. 2, p. 125-144, 2007.

BAZELLE, J.; CAINE, A.; PALUS, V.; SUMMERS, B. A.; CHERUBINI, G. B. MRI characteristics of fourth ventricle arachnoid diverticula in five dogs. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 56, n. 2, p. 196-203, 2015.

BENTLEY, R. T.; HENG, H. G.; THOMPSON, C.; LEE, C. S.; KROLL, R. A.; ROY, M. E.; MARINI L.; HEO, J.; WIGLE, W. L. Magnetic resonance imaging features and outcome for solitary central nervous system coccidioides granulomas in 11 dogs and cats. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 56, n. 5, p. 520-530, 2015.

BLOCH, F.; HANSEX, W. L. V.; PACKARD, M. The nuclear induction experiment. **Physical Review**, v. 70, n. 7-8, p. 474-485, 1946.

BUDRAS, K. D.; HABEL R. E. **Bovine anatomy**. Germany: Schlütersche GmbH & Co, 2003. 184 p.

CARPENTER, M. B. **Neuroanatomia humana**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1978. 700 p.

CERDA-GONZALEZ, S.; OLBY, N. J.; GRIFFITH, E. H. Medullary position at the craniocervical junction in mature cavalier king charles spaniels: relationship with neurologic signs and Syringomyelia. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 29, n. 3, p. 882-886, 2015.

CERVERA, V.; MAI, W.; VITE, C. H.; JOHNSON, V.; DAYRELL-HART, B.; SEILER, G. S. Comparative magnetic resonance imaging findings between gliomas and presumed cerebrovascular accidents in dogs. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 52, n. 1, p. 33-40, 2011.

CHERUBINI, G. B.; MANTIS, P.; MARTINEZ, T. A.; LAMB, C. R.; CAPPELLO, R. Utility of magnetic resonance imaging for distinguishing neoplastic from non-neoplastic brain lesions in dogs and cats. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 46, n. 5, p. 384-387, 2005.

COATES, J. R.; JEFFERY, N. D. Perspectives on meningoencephalomyelitis of unknown origin. **Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice**, v. 44, p.1157-1185, 2014.

COGBILL, T. H.; ZIEGELBEIN, K. J. Computed tomography, magnetic resonance, and ultrasound imaging: basic principles, glossary of terms, and patient safety. **Surgical Clinics of North America**, v. 91, n. 1, p. 1-14, 2011.

COLAÇO, B.; FERREIRA, D.; GONZALO-ORDÉN, M.; VILLAR, J. M. L. A Aplicação da ressonância magnética no estudo anatómico do encéfalo de cães. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 98, n. 548, p.159-165, 2003.

COOPER, J. J.; SCHATZBERG, S. J.; VERNAU, K. M.; SUMMERS, B. A.; PORTER, B. F.; SISO, S.; YOUNG, B. D.; LEVINE, J. M. Necrotizing meningoencephalitis in atypical dog breeds: a case series and literature review. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 28, n. 1, p. 198-203, 2014.

DELUCCHI, L.; FEIJOO, G.; ROMERO, A.; QUINTEROS, C.; FUMAGALLI, F.; RODRIGUEZ-SERPA, C.; DUTRA, F. Necrotizing meningoencephalitis of Pug: first report in Uruguay. **Veterinaria Montevideo**, v. 51, n. 200, p. 4-13, 2015.

DENNIS, R. Magnetic resonance imaging and its applications in small animals. **In Practice**, v. 20, n. 3, p. 117-124, 1998.

DUQUE, C.; PARENT, J.; BRISSON, B.; DA COSTA, R.; POMA, R. Intracranial arachnoid cysts: Are they clinically significant? **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 19, n. 5, p. 772-774, 2005.

DYCE, K. M.; SACK, W. O.; WENSING, C. J. G. **Textbook of veterinary anatomy**. 4. ed. St. Louis: Saunders, 2010. 864 p.

FIALHO, C. G.; TEIXEIRA, M. C.; ARAUJO, F. A. P. Toxoplasmose animal no Brasil. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 37, n., p.1-23, 2009.

FRY, C. G. The Nobel Prize in medicine for magnetic resonance imaging. **Journal of Chemical Education**, v. 81, n. 7, p. 922, 2004.

GAITERO, L.; ANOR, S.; MONTOLIU, P.; ZAMORA, A.; PUMAROLA, M. Detection of Neospora caninum Tachyzoites in Canine Cerebrospinal Fluid. **J Vet Intern Med**, v. 20, p.410–414, 2006.

GAROSI, L.; MCCONNELL, J. F.; PLATT, S. R.; BARONE, G.; BARON, J. C.; DE LAHUNTA, A.; SCHATZBERG, S. J. Clinical and topographic magnetic resonance characteristics of suspected brain infarction in 40 dogs. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 20, n. 2, p. 311-321, 2006.

GAVIN, R. P. Growth of clinical veterinary magnetic resonance imaging. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 52, supl. 1, p. S2–S4, 2011.

GETTY, R.; SISSON, G. **The anatomy of the domestic animals**. Philadelphia: Saunders, 1975. 2095 p.

GUIMARÃES JUNIOR, J.S.; ROMANELLI, P. R. Neosporose em Animais Domésticos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 27, n. 4, p. 665-678, 2006.

HECHT, S.; ADAMS, W. MRI of Brain disease in veterinary patients part 2: acquired brain disorders. **Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice**, v. 40 p. 39-63, 2010.

HENRY, M. K. Feline spinal cord diseases. **Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice**, v. 40, n. 5, p.1011-1128, 2010.

HORTA, R.; DE CARO MARTINS, B.; LAVALLE, G. E.; DE PÁDUA COSTA, M.; DE ARAÚJO, R. B. Neoplasias intracranianas em pequenos animais - revisão de literatura. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 7, n. 4, p. 272-281, 2013.

HUDSON, L. C.; CAUZINELLE, L.; KORNEGAY, J. N. E.; TOMPKINS, M. B. Magnetic resonance imaging of the normal feline brain. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 36, n. 4, p. 267-275, 1995.

IJIRI, A.; YOSHIKI, K.; TSUBOI, S.; SHIMAZAKI, H.; AKIYOSHI, H.; NAKADE, T. Surgical resection of twenty-three cases of brain meningioma. **Journal of Veterinary Medical Science**, v. 76, n. 3, p. 331-338, 2014.

KARLI, P.; GORGAS, D.; OEVERMANN, A.; FORTERRE, F. Extracranial expansion of a feline meningioma. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v. 15, n. 8, p. 749-753, 2013.

KASSAB, A. Magnetic resonance image and cross sectional anatomy of the normal brain of goat (*Capra hircus*). **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. 23, n. 4, p. 375-380, 2011.

KENT, M.; GLASS, E. N.; HALEY, A. C.; MARCH, P.; ROZANSKI, E. A.; GALBAN, E. M.; BERTALAN, A.; PLATT, S. R. Ischemic stroke in Greyhounds: 21 cases (2007-2013). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 245, n. 1, v. 113-117, 2014.

KIMITSUKI, K.; BOONSRIRO, J. H.; KOJIMA, D.; PARK, C. H. A case report of feline pituitary carcinoma with hypercortisolism. **The Journal of Veterinary Medical Science**, v. 76, n. 1, p. 133-138, 2014.

KLEIN B.G.; CUNNINGHAM J. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. 710 p.

KLEKAMP, J.; SAMII, M. **Syringomyelia**: diagnosis and treatment. New York: Springer-Verlag, 2001. 1712 p.

KRAFT, S. L.; GAVIN, P. R. Intracranial neoplasia. Clinical techniques in small animal practice. **Internal Medicine**, v. 11, p. 218-225, 1999.

LAMB, C. R.; CROSON, P. J.; CAPPELLO, R.; CHERUBINI, G. B. Magnetic resonance imaging findings in 25 dogs with inflammatory cerebrospinal fluid. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 46, n. 1, p. 17-22, 2005.

LAOTHAMATAS, J.; WACHARAPLUESADEE, S.; LUMLERTDACHA, B.; AMPAWONG, S.; TEPSUMETHANON, V.; SHUANGSHOTI, S.; PHUMESIN, P.; ASAVAPHATIBOON, S.; WORAPRUEKJARU, L.; AVIHINGSANON, Y.; ISRASENA, N.; LAFON, M.; WILDE, H.; HEMACHUDHA, T. Furious and paralytic rabies of canine origin: neuroimaging with virological and cytokine studies. **Journal of Neurovirology**, v. 14, n. 2, p. 119-129, 2008.

LAUBNER, S.; ONDREKA, N.; FAILING, K.; KRAMER, M.; SCHMIDT, M. J. Magnetic resonance imaging signs of high intraventricular pressure - comparison of findings in dogs with clinically relevant internal hydrocephalus and asymptomatic dogs with ventriculomegaly. **BMC Veterinary Research**, v. 11, n. 1, p. 1-11, 2015.

LECOUTEUR, R. A.; WITHROW, S. J. Tumours of the nervous system. In: WITHROW, S. J.; VAIL, D. M. W. (Eds.). **MacEwen's small animal clinical oncology**. St Louis: Saunders Elsevier, 2007. p. 659-685.

LINON, E.; GEISSBÜHLER, U.; KARLI, P.; FORTERRE, F. Atlantoaxial epidural abscess secondary to grass awn migration in a dog. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 27, n. 2, p.155-158, 2014.

LOTTI, D.; CAPUCCHIO, M. T.; GAIDOLFI, E.; MERLO, M. Necrotizing encephalitis in a Yorkshire Terrier: clinical, imaging, and pathologic findings. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 40, n. 6, p. 622-626, 1999.

LUVIZUTTO, G. J.; SIQUEIRA, E. G. M.; HAMAMOTO FILHO, P. T.; ZÉTOLA, V. H. F.; LANGE, M. C.; TEIVE, H. A. G.; RESENDE, L. A. L.; BAZAN, R. Ancient observation of spinal cord injury: the case of the assyrian lion. **World Neurosurgery**, v. 116, p. 149-151, 2018.

MACKILLOP, E. Magnetic resonance imaging of intracranial malformations in dogs and cats. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 52, n. 1, supl. 1, p. S42-S51, 2011.

MACLELLAN, M. J.; OBER, C. P.; FEENEY, D. A.; JESSEN, C. R. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging of the brain of neurologically normal dogs. **American Journal of Veterinary Research**, v. 78, n. 5, p. 601-608, 2017.

MAGALHÃES, A. C. **A ressonância magnética do sistema nervoso central**. São Paulo: Atheneu, 1999. p. 1-26.

MATIASEK, L. A.; PLATT, S. R.; SHAW, S.; DENNIS, R. Clinical and magnetic resonance imaging characteristics of quadrigeminal cysts in dogs. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 21, n. 5, p. 1021-1026, 2007.

MAZZOLA, A. A. Ressonância magnética: princípios de formação da imagem e aplicações em imagem funcional. **Revista Brasileira de Física Médica**, v. 3, n. 1, p. 117-129, 2009.

MCCONNELL, J. F.; GAROSI, L.; PLATT, S. R. Magnetic resonance imaging findings of presumed cerebellar cerebrovascular accident in twelve dogs. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 46, n. 1, p. 1-10, 2005.

MOTTA, L.; MANDARA, M. T.; SKERRITT, G. C. Canine and feline intracranial meningiomas: an updated review. **Veterinary Journal**, v. 192, n. 2, p. 153-165, 2012.

MURRAY, C. R. **Equine MRI**. Oxford: Blackwell, 2011. 610 p.

NEWMAN, A. W.; ESTEY, C. M.; MCDONOUGH, S.; CERDA-GONZALEZ, S.; LARSEN, M.; STOKOL, T. Cholesteatoma and meningoencephalitis in a dog with chronic otitis externa. **American Society for Veterinary Clinical Pathology**, v. 44, n. 1, p. 157-163, 2015.

OKADA, M.; KITAGAWA, M.; ITO, D.; ITOU, T.; KANAYAMA, K.; SAKAI, T. MRI of secondary cervical Syringomyelia in four cats. **The Journal of Veterinary Medical Science**, v. 71, n. 8, p. 1069-1073, 2009.

PARZEFALL, B.; DRIVER, C. J.; BENIGNI, L.; DAVIES, E. Magnetic resonance imaging characteristics in four dogs with central nervous system neosporosis. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 55, n. 5, p. 539-546, 2014.

PLATT, S. R.; OLBY, N. J. **British small animal veterinary association manual of canine and feline neurology**. 3. ed. Quedgeley: BSAVA, 2004. p. 443.

PRZYBOROWSKA, P.; ADAMIAK, Z.; HOLAK, P.; ZHALNIAROVICH, Y.; MAKSYMOWICZ, W. S. Diagnosis of cerebral ventriculomegaly in felines using 0.25 Tesla and 3 Tesla magnetic resonance imaging. **Veterinarní Medicina**, v. 63, n. 1, p. 28-35, 2018.

PURCELL, E. M.; TORREY, H. C.; POUND, R. V. Resonance absorption by nuclear magnetic moments in a solid. **Physical Review**, v. 69, n. 1-2, p. 37-38, 1945.

PYKETT, I. L.; NEWHOUSE, J. H.; BUONANNO, F. S.; BRADY, T. J.; GOLDMAN, M. R.; KISTLER, J. P.; POHOST, G. M. Principles of nuclear magnetic resonance imaging. **Radiology Linois**, v. 143, n. 1, p. 57-168, 1982.

RÓDENAS, S.; PUMAROLA, M.; GAITERO, L.; ZAMORA, A.; AÑOR, S. Magnetic resonance imaging findings in 40 dogs with histologically confirmed intracranial tumours. **The Veterinary Journal**, v. 187, n. 1, p. 85-91, 2011.

ROSSMEISL, J. H. Vestibular disease in dogs and cats. **Small Animal Practice**, v. 40, n. 1, p. 81-100, 2010.

RYAN, C. T.; GLASS, E. N.; SEILER, G.; ZWINGENBERGER, A. L.; MAI, W. Magnetic resonance imaging findings associated with lateral cerebral ventriculomegaly in English Bulldogs. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 55, n. 3, p. 292-299, 2014.

SAITO, M.; OLBY, N. J.; SPAULDING, K.; MUÑANA, K.; SHARP, N. J. H. Relationship among basilar artery resistance index, degree of ventriculomegaly, and clinical signs in hydrocephalic dogs. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 44, n. 6, p. 687-694, 2003.

SALVADORI, C.; BARONI, M.; ARISPICI, M.; CANTILE, C. Magnetic resonance imaging and pathological findings in a case of canine idiopathic eosinophilic meningoencephalitis. **Journal of Small Animal Practice**, v. 48, n. 8, p. 466-469, 2007.

SAUNDERS, J. B. C. M.; O'MALLEY, C. D.; BRUXELAS, A. V. **De humani corporis fabrica, epitome tabulae sex**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2002. 359 p.

SCHMIDT, M. J.; PILATUS, U.; WIGGER, A.; KRAMER, M.; OELSCHLÄGER, H. A. Neuroanatomy of the calf brain as revealed by the high-resolution magnetic resonance. **Journal of Morphology**, v. 270, n. 6, p. 745-758, 2009.

SCHMIDT, M. J.; LANGEN, N.; LUMPP, S.; NASIRIMANESH, F.; SHIRVANCHI, P.; ONDREKA, N.; KRAMER, M. A study of the comparative anatomy of the brain of domestic ruminants using magnetic resonance imaging. **The Veterinary Journal**, v. 191, n. 1, p. 85-93, 2012.

SESSUMS, K.; MARIANI, C. Intracranial meningioma in dogs and cats: a comparative review. **Compendium**, v. 31, n. 7, p. 330-339, 2009.

SISÓ, S.; MARCO-SALAZAR, P.; MOORE, P. F.; STURGES, B. K.; VERNAU, W.; WISNER, E. R.; BOLLEN, A. W.; DICKINSON, P. J.; HIGGINS, R. J. Canine nervous system lymphoma subtypes display characteristic neuroanatomical patterns. **Veterinary Pathology**, v. 54, n. 1, p. 53-60, 2017.

SMITH, B. J. **Canine anatomy**. Virginia: Wolters Kluwer, 1999. 666 p.

SNYDER, J. M.; SHOFRER, F. S.; VAN WINKLE, T. J.; MASSICOTTE, C. Canine intracranial primary neoplasia: 173 cases (1986-2003). **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 20, n. 3, p. 669-675, 2006.

SONG, R. B.; VITE, C. H.; BRADLEY, C. W.; CROSS, J. R. Postmortem evaluation of 435 cases of intracranial neoplasia in dogs and relationship of neoplasm with breed, age, and body weight. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 27, n. 5, p. 1143-1152, 2013.

STACY, B. A.; STEVENSON, T. L.; LIPSITZ, D.; HIGGINS, R. J. Simultaneously occurring oligodendroglioma and meningioma in a dog. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 17, n. 3, p. 357-359, 2003.

STADLER, K. L.; RUTH, J. D.; PANCOTTO, T. E.; WERRE, S. R.; ROSSMEISL, J. H. Computed tomography and magnetic resonance imaging are equivalent in mensuration and similarly inaccurate in grade and type predictability of canine intracranial gliomas. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 25, n. 4, p. 1-7, 2017.

TESTUT, L.; LATARJET, A. **Tratado de anatomia humana**. Barcelona: Salvat, 1984. v. 3, 1142 p.

THOMAS, W. B. Nonneoplastic disorders of the brain. **Clinical Techniques in Small Animal Practice**, v.14, n. 3, p. 125-147, 1999.

THOMAS, W. B. Hydrocephalus in dogs and cats. **Veterinary Clinics Small Animal Practice**, v. 40, n. 1, p.143-159, 2010.

THOMAS, W. B.; WHEELER, S. J.; KRAMER, R.; KORNEGAY, J. N. Magnetic resonance imaging features of primary brain tumors in dogs. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 37, n. 1, p. 20-27, 1996.

THRALL, D. E. **Diagnóstico de radiologia veterinária**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. 856 p.

VAZQUEZ, J. M.; RIVERO, M.; GIL, F.; RAMIREZ, J. A.; RAMIREZ, G.; VILLAR, J. M.; ARENCIBIA, A. Magnetic resonance imaging of two normal equine brains and their associated structures. **Veterinary Record**, v. 148, n. 8, p. 229-232, 2001.

VIOLIN, K. B.; QUEIROZ, N. G. T.; HOSOMI, F. Y. M.; RAMOS, A. T.; AMARAL, H. A.; KOGIKA, M. M.; MACHADO, G. F.; MAIORKA, P. C. Meningoencefalite necrotizante de cão Maltês. **Ciência Rural**, v. 38, n. 3, p. 836-838, 2008.

VULLO, T.; KORENMAN, E.; MANZO, R. P.; GOMEZ, D. G.; DECK, M. D. F.; CAHILL, P. T. Diagnosis of cerebral ventriculomegaly in normal adult beagles using quantitative MRI. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 38, n. 4, p. 277-281, 1997.

WISNER, E. R.; DICKINSON, P. J.; HIGGINS, R. J. Magnetic resonance imaging features of canine intracranial neoplasia. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 52, n. 1, p. 52-61, 2011.

WOLFF, C. A.; HOLMES, S. P.; YOUNG, B. D.; CHEN, A. V.; KENT, M.; PLATT, S. R.; SAVAGE, M. Y.; SCHATZBERG, S. J.; FOSGATE, G. T.; LEVINE, J. M. Magnetic resonance imaging for the differentiation of neoplastic, inflammatory,

and cerebrovascular brain disease in dogs. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 26, n. 3, p. 589-597, 2012.

YOUNG, B. D.; MANKIN, J. M.; GRIFFIN, J. F.; FOSGATE, G. T.; FOWLER, J. L.; LEVINE, J. M. Comparison of two fat-suppressed magnetic resonance imaging pulse sequences to standard t2-weighted images for brain parenchymal contrast and lesion detection in dogs with inflammatory intracranial disease. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 56, n. 2, p. 204-211, 2015.

ZIMMERL, U. **Trattato di anatomia veterinaria**. Milano: Francesco Vallardi, 1930. v. 3, p. 23.

Capítulo 2 

Trabalho submetido para a revista Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária.

Regras da revista disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_serial&pid=01020935&lng=en&nrm=i

[SO](#)

Comunicação

[*Short Communication*]

Casuística dos exames de ressonância magnética da região crânio-encefálica em canídeos e felídeos do centro de diagnóstico por imagem de 2012 a 2017

[Casuistic of magnetic resonance imaging of the cranio-encephalic region in diagnostic imaging center- from 2012 to 2017]

Abstract

The aim of this study was to retrospectively evaluate the casuistry of the animals forwarded from the different areas to Imaging Diagnostic Center of São Paulo State University (UNESP), School of Veterinary Medicine and Animal- Campus Botucatu for the MRI exam. Compiled the data that were analyzed and distributed. Imaging procedures were classified according to the region of examination (brain, orbits, spine and pituitary) and divided into canids (domestic and wild dog) and felids (domestic cat). Among the 420 animals, the diagnostic suspicions related to age and the region. Magnetic resonance imaging has revolutionized veterinary medicine. Through this diagnostic modality, one can investigate many diseases mainly intracranial, because the brain is a semiologically complex organ of evaluation. Most neurological diseases can be accurately diagnosed with an early diagnosis, effective treatment and adequate surgical planning.

Keywords: MRI, neurology, brain, small animal

O exame por ressonância magnética (RM) é um método diagnóstico primordial na avaliação das enfermidades intracranianas tanto na medicina humana como na medicina veterinária para a investigação, elaboração e realização de tratamentos, planejamento cirúrgico e controle (Gavin, 2011; MacLellan *et al.*, 2017).

A imagem por ressonância magnética (IRM) é baseada em princípios físicos complexos que formam imagens em múltiplos planos de uma determinada região. É um exame não invasivo que utiliza a associação de campos magnéticos e sinais de radiofrequência (RF) na captura dos núcleos de prótons de hidrogênio que estão presentes nos tecidos. A possibilidade do uso de diversas sequências de pulso de RF, diferentes planos e o uso de meio de contraste faz com que o exame de ressonância magnética seja uma modalidade diagnóstica excepcional e que se adapta as necessidades específicas de cada região (Mazzola, 2009).

A IRM é considerada altamente específica e evidencia com maior nitidez o encéfalo como nunca visto em outra modalidade diagnóstica. Principalmente em alterações de tecidos moles com perda da arquitetura das estruturas normais ou na presença de alterações como neoformação, inflamações, edema. Assim, gerou um impacto positivo em relação a enfermidades vasculares como no infarto cerebral e cerebelar que eram de difícil diagnóstico na década de 80. São observados em 5 a 10% dos cães com afecções agudas do sistema nervoso central (SNC), além de ser capaz de mostrar alterações que seriam vistas apenas na cirurgia exploratória ou no exame de pós morte (Dennis, 1998; Gavin, 2011).

O exame por RM nos animais domésticos ainda é considerado restrito devido ao número limitado de aparelhos, seu custo e a necessidade da anestesia geral para a realização. No Brasil os equipamentos de ressonância magnética para a medicina veterinária chegaram entre os anos de 2011 e 2012 no estado de São Paulo, sendo dois em clínicas privadas e somente um em universidade pública localizado na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia UNESP campus de Botucatu. Considerando essas limitações, o exame mais realizado na medicina veterinária são os do SNC e observa-se os animais domésticos como os cães a espécie mais estudada seguida dos gatos e equinos (Hudson *et al.*, 1995; Arencibia *et al.*, 2001; Colaço *et al.*, 2003).

Com a instalação do serviço de ressonância magnética no Departamento Reprodução Animal e Radiologia Veterinária, em 2012, tornaram-se frequentes as requisições de exames de ressonância magnética das demais áreas clínicas, principalmente para pequenos animais.

Realizou-se um estudo retrospectivo dos animais encaminhados pelas diferentes áreas ao Setor de Diagnóstico por Imagem da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da Universidade Estadual Paulista (Unesp) – *Campus* de Botucatu, para a realização do exame de ressonância magnética objetivando a compilação de dados, os

quais foram posteriormente analisados e distribuídos. Os procedimentos de diagnóstico por imagem foram classificados de acordo com a região de exame (encéfalo, órbitas, coluna vertebral e hipófise) e divididos em canídeos (cachorro doméstico e cachorro do mato) e felídeos (gato doméstico).

Durante o período de junho de 2012 a dezembro de 2017, foi encaminhado ao Setor de Diagnóstico por Imagem da FMVZ – Unesp – Botucatu um total de 420 animais sendo eles canídeos e felídeos para a realização do exame de ressonância magnética da região do encéfalo. Sendo 340 canídeos e 80 felídeos. A região mais solicitada foi o encéfalo (95%), encéfalo e coluna cervical (1,7%), encéfalo e coluna cérvico-torácica (0,5%), encéfalo com enfoque na hipófise (0,5%) e encéfalo com enfoque para as órbita (0,5%). Mostrando que há uma superioridade de exames realizados na rotina para a região encefálica. Nas demais regiões além, do encéfalo realizaram-se outras regiões como os seguimentos da coluna que necessitam geralmente de um diagnóstico diferencial ou possuem mais de uma suspeita clínica. No caso de exames encefálicos mas que possuem o corte detalhado da região da sela túrcica, onde está localizada a hipófise, são animais encaminhados devido a achados em outros exames complementares que sugerem enfermidades na hipófise como adenomas: micro ou macro adenomas ou suspeita de neoformações. O mesmo ocorre para animais encaminhados, para realizarem um corte detalhado das órbitas pois possuem suspeita diagnósticas de neoformação, extração ocular, metástases ou para o planejamento cirúrgico.

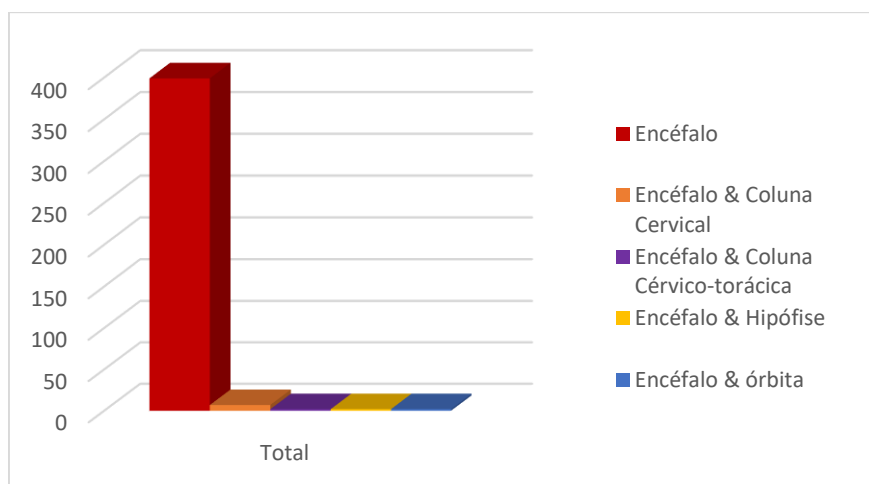


Gráfico 1. Distribuição dos animais encaminhados ao setor de Diagnóstico por imagem da FMVZ- Unesp- Botucatu segundo a região de exame solicitada, no período de junho de 2012 a dezembro de 2017.

Muitos trabalhos relatam o uso e a importância do exame de RM para achados de imagem em enfermidades intracranianas, principalmente em cães e gatos (Hecht e Adams, 2010; Rodenas *et al.*, 2011; Mackillop, 2011; Coates e Jeffery, 2014; Przyborowska *et al.*, 2018). Na rotina do Hospital Veterinário da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia UNESP campus de Botucatu os animais são encaminhados de diferentes áreas como podemos observar no gráfico 2. A maioria dos encaminhamentos para a realização do exame de ressonância magnética são recebidos do serviço de neurologia veterinária (58%); do departamento de diagnóstico por imagem (23%) pois realizam exames simples e são indicados para o exame avançado de imagem; departamento de clínica médica de pequenos animais (10%); do departamento de clínica-cirúrgica de pequenos animais (5%); seguido por centro de medicina e pesquisa de animais selvagens (2%); o departamento de moléstias infecciosas e serviço de acupuntura (1%).

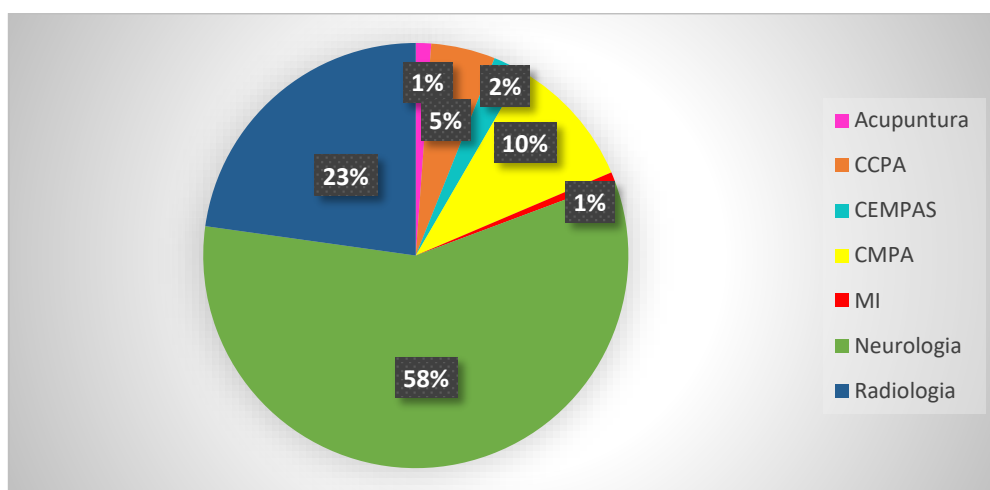


Gráfico 2. Encaminhamentos para o exame de ressonância magnética da região crânio-encefálica dos departamentos: Acupuntura; Clínica e Cirurgia de Pequenos animais (CCPA); Centro de Medicina e Pesquisa de Animais Selvagens (CEMPAS); Clínica Médica de Pequenos Animais (CMPA); Moléstias Infecciosas (MI); Serviço de Neurologia Veterinária e Radiologia Veterinária da FMVZ- Unesp- Botucatu, no período de junho de 2012 a dezembro de 2017.

Dentre os 420 animais encaminhados para a realização do exame de ressonância magnética constatou-se um número extenso de suspeitas diagnósticas, expressos na tabela 1.

Tabela 1. Suspeitas diagnósticas dos animais encaminhados para realizar o exame de ressonância magnética da região crânio-encefálica da FMVZ- Unesp- Botucatu, no período de junho de 2012 a dezembro de 2017.

| Suspeita diagnóstica | Número de animais |
|---|--------------------------|
| Convulsões | 54 |
| Neoplasia | 49 |
| Meningoencefalite | 28 |
| Epilepsia idiopática | 24 |
| Processo Inflamatório Infeccioso | 16 |
| Malformação | 10 |
| Hidrocefalia | 9 |
| Síndrome cerebelar | 9 |
| Encefalite | 7 |
| Processo inflamatório | 7 |
| Lesão cerebelar | 6 |
| Lesão cerebral | 6 |
| Tetraparesia | 6 |
| AVC | 4 |
| Lesão vascular | 4 |
| Síndrome de Chiari | 4 |
| Síndrome vestibular | 4 |
| Cegueira | 3 |
| Metástase | 3 |
| Otite média | 3 |
| Adenoma Hipofisiário | 2 |
| Alteração Metabólica | 2 |
| Lesão multifocal | 2 |
| Paralisia de nervo facial | 2 |
| Síndrome central | 2 |
| Trauma | 2 |
| Alteração Vascular | 1 |
| Ataxia | 1 |

| | |
|--|-----|
| Distúrbio cognitivo | 1 |
| Epilepsia secundária à cinomose | 1 |
| Hemiparalisia facial | 1 |
| Neoformação retrobulbar | 1 |
| Neurite do nervo trigêmeo | 1 |
| Neuropatia idiopática do nervo facial | 1 |
| Sequela à cinomose | 1 |
| Síndrome cortical | 1 |
| Total Geral | 420 |

Observa-se um número expressivo de 54 animais, dentre eles canídeos e felídeos, que possuem como suspeita clínica os episódios convulsivos à esclarecer e são encaminhados para a realização do exame de RM para um possível diagnóstico. Entretanto, os animais que possuem como suspeita clínica a epilepsia idiopática, 24 animais, são aqueles que mesmo com o uso do medicamento continuam com os episódios epiléticos constantes e necessitam saber a origem do sintoma. A suspeita clínica de neoplasia possui um número expressivo de 49 animais, dentre eles canídeos e felídeos, evidenciando o aumento de pacientes senis na rotina do hospital veterinário justificado pelo aumento da estimativa e qualidade de vida dos animais. Em contrapartida observa-se um número expressivo de suspeita de malformação com 10 animais, dentre eles canídeos e felídeos, que mais acometem filhotes e animais jovens como representado no gráfico 3. A meningoencefalite é um enfermidade intracraniana inflamatória frequente e pode ser classificada segundo sua etiologia em infecciosa e não infecciosa acometendo animais de diferentes idades (Coates & Jeffery, 2014) como também observado no gráfico 3. Sua suspeita clínica representa 28 animais dentre eles canídeos e felídeos. Podemos observar também um número expressivo 16 animais, dentre eles canídeos e felídeos, com suspeita clínica de processo inflamatório infeccioso. Necessitando assim do exame de RM para a melhor classificação das lesões. Nota-se também um outro número expressivo de 43 animais, dentre eles canídeos e felídeos, que são encaminhados para o exame de RM e possuem suspeita clínica à esclarecer. O exame neurológico é o exame realizado para avaliar o SNC seguido pelos exames complementares, a análise do líquido e exames de proteína C reativa (PCR). Muitas vezes os resultados da avaliação neurológica e dos exames complementares são inconclusivos necessitando assim do encaminhamento para o exame

avançado de imagem. Com relação a idade, foram agrupados no gráfico animais considerados filhotes de zero a um ano, animais considerados adultos jovens de dois a seis anos e animais considerados senis de sete a quinze anos. Comparou-se então com a incidência de suspeitas diagnósticas mencionadas na tabela 1 durante o período de junho de 2012 a dezembro de 2017.

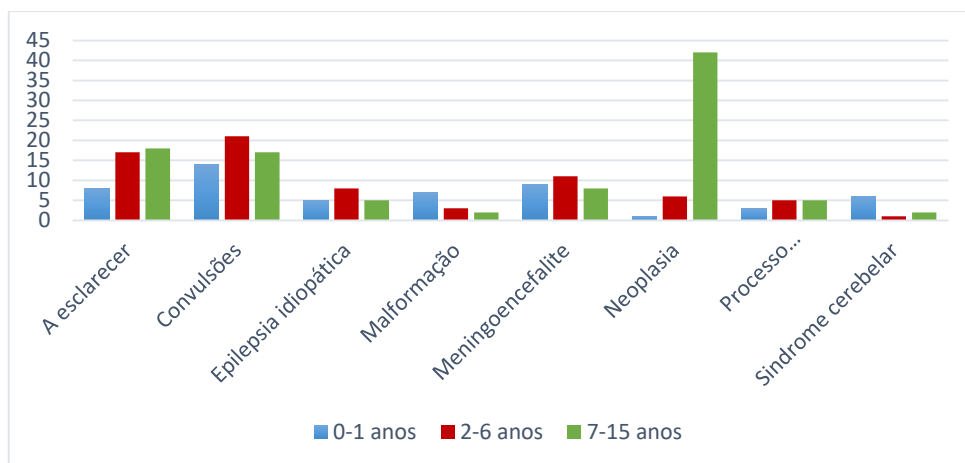


Gráfico 3. Principais suspeitas diagnósticas dos animais encaminhados para a realização do exame de ressonância magnética da região crânio-encefálica segundo a idade, separados por 0 a 1 ano; 2 a 6 anos e 7 a 15 anos da FMVZ- Unesp- Botucatu, no período de junho de 2012 a dezembro de 2017.

O exame de RM revolucionou a medicina veterinária. Através dessa modalidade diagnóstica pode-se pesquisar muitas enfermidades principalmente as intracranianas, pois o cérebro é um órgão semiologicamente de complexa avaliação. A IRM da região crânio-encefálica trouxe um avanço ao clínico e ao cirurgião na elucidação de casos que muitas vezes eram inconclusivos ou muitas vezes fechado apenas com o exame de necropsia. Pode-se diagnosticar com acurácia a maioria das enfermidades neurológicas, fazer um diagnóstico precoce, tratamento efetivo e planejamento cirúrgico adequado.

A ressonância magnética de baixo campo possui como vantagem um valor mais baixo quando comparado com aparelhos de alto campo, sendo assim mais acessível para a compra, além do benefício de instalação e manutenção serem mais econômicos (Gavin, 2011).

O futuro da tecnologia da ressonância magnética está em ascensão e certamente continuará a trazer muitos benefícios para a medicina veterinária. Os exames serão cada

vez mais disponíveis aos pacientes exigindo assim uma demanda maior de médicos veterinários capacitados e com formação de excelência para suprir o mercado.

Referências

ARENCIBIA, A.; VAZQUEZ, J.M.; RAMIREZ, J. A.; RAMIREZ, G.; VILAR, J.M.; RIVERO, M. A.; ALAYON, S.; GIL, F. Magnetic resonance imaging of the normal equine brain. *Vet Radiology & Ultrasound*, v. 42, n. 5, p. 405-408, 2001.

COATES, J. R.; JEFFERY, N. D. Perspectives on Meningoencephalomyelitis of Unknown Origin. *Vet Clin Small Anim*, v.44, p.1157–1185, 2014.

COLAÇO, B.; FERREIRA, D.; GONZALO-ORDÉN, M.; VILLAR, J. M. L. A aplicação da ressonância magnética no estudo anatómico do encéfalo de cães. *RPCV*, v. 98, n.548, p.159-165, 2003.

DENNIS, R. Magnetic resonance imaging and its applications in small animals. *In Practice*, v. 20, p.117-124, 1998.

GAVIN, R. P. Growth Of Clinical Veterinary Magnetic Resonance Imaging. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v.52, n.1, s. 1, p. S2–S4, 2011.

HECHT, S.; ADAMS, W. MRI of Brain Disease in Veterinary Patients Part 2: Acquired Brain Disorders. *Vet Clin Small Anim*, v.40 p.39–63,2010.

HUDSON, L.C., CAUZINELLE, L., KORNEGAY, J.N. E TOMPKINS, M.B. Magnetic Resonance Imaging of the Normal Feline Brain. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, v.36, n. 4, p.267-275, 1995.

MACLELLAN, M. J.; OBER, C. P.; FEENEY, D. A.; JESSEN, C. R. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging of the brain of neurologically normal dogs. *Am J Vet Res*; v.78, p.601–608, 2017.

MACKILLOP, E. Magnetic Resonance Imaging of Intracranial Malformations in Dogs and Cats. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v.52, n. 1, s.1, p. S42–S51. 2011.

MAZZOLA, A. A. Ressonância magnética: princípios de formação da imagem e aplicações em imagem funcional. *Revista Brasileira de Física Médica*, v.3, n.1, p.117-29, 2009.

RÓDENAS, S.; PUMAROLA, M.; GAITERO, L.; ZAMORA, A.; AÑOR, S. Magnetic resonance imaging findings in 40 dogs with histologically confirmed intracranial tumours. *The Veterinary Journal*, v.187 p. 85–91, 2011.

PRZYBOROWSKA, P.; ADAMIAK Z.; HOLAK P.; ZHALNIAROVICH, Y.; MAKSYMOWICZ, W.S. Diagnosis of cerebral ventriculomegaly in felines using 0.25 Tesla and 3 Tesla magnetic resonance imaging. *Veterinarni Medicina*, v.63, n.01, p. 28–3, 2018.

Ressonância magnética e histograma em escala de cinza na avaliação da meningoencefalite de origem desconhecida em cães

ABSTRACT. Magnetic resonance and histogram in gray scale in the evaluation of meningoencephalitis of unknown origin. Departamento de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia UNESP Campus de Botucatu, Rua Prof. Doutor Walter Mauricio Correa s/n, Bairro Unesp Campus de Botucatu, SP 18618-681, Brasil. E-mail: laismelicio@gmail.com

Meningoencephalitis is an inflammation of meninges and cerebral parenchyma. Considered one of inflammatory diseases of central nervous system (CNS) most frequent in the neurological alteration in dog. Classified as an inflammatory disease of infectious etiology and non-infectious disease. The objective of this work was to perform encephalic evaluation by grayscale histogram on magnetic resonance imaging of dogs diagnosed with meningoencephalitis of unknown origin with cerebrospinal fluid classified as inflammatory. A comparison of a group of healthy animals and animals diagnosed with meningoencephalitis of unknown origin carried out to obtain a quantitative analysis of the gray matter and white matter. A retrospective study made with magnetic resonance imaging of cranio-encephalic region of service from January 2012 to December 2017. The MRI performed with Esaote® equipment model Vet-MR Large 0.25T with four channels. C-shaped coil used to obtain the encephalic images and the FSE T2 and FSE T1 pulse sequences instituted without the use of contrast in the transverse planes. For the grayscale histogram (GSH) analysis, the ImageJ® software used and a sample region of the gray substance and white matter of the brain between the two groups of dogs was delimited. In the analysis of the gray matter there was a significant difference ($p = 0.030$) when compared the groups of animals and the values of the GSH variable were quantified by the tissue texture as heterogeneous. Moreover, in the mean of the shades of gray in the T2-weighted pulse sequence there was a significant difference ($p = 0.001$). The group of animals with meningoencephalitis showed a higher value in Mean (mean) $p = 233.1$ when compared to the group of animals without alterations $p = 133.6$. Evidence that animals above 200 tons of ashes by GSH have meningoencephalitis in this study. The use of gray scale histograms shown to be a valuable tool in the quantification of white and gray matter in dogs with meningoencephalitis of unknown origin.

INDEX TERMS: MRI, GSH, dog, neurological disease, neuroimaging

RESUMO. - [Ressonância magnética e histograma em escala de cinza na avaliação da meningoencefalite de origem desconhecida.]

A meningoencefalite é uma inflamação das meninges e do parênquima cerebral. É considerada uma das enfermidades inflamatórias do sistema nervoso central mais frequente na alteração neurológica no cão. Objetivou-se com este trabalho realizar avaliação encefálica por histograma em escala de cinza em imagens de ressonância magnética de cães diagnosticados com meningoencefalite de origem desconhecida com líquido encéfalo raquidiano inflamatório. Realizou-se a comparação entre um grupo de animais sem alterações neurológicas e animais com diagnóstico de meningoencefalite de origem desconhecida para obtenção de uma análise quantitativa da substância cinzenta e substância branca. Foi realizado um estudo retrospectivo das imagens por ressonância magnética da região crânio-encefálica do serviço de diagnóstico por imagem no período de Janeiro de 2012 a Dezembro de 2017. O exame de ressonância magnética foi realizado pelo Esaote® modelo Vet-MR Grande 0,25T com quatro canais e sequência de pulso FSE T2 e FSE T1 sem o uso de contraste nos planos transversal. Para a análise do histograma em escala

de cinza utilizou-se o software ImageJ® e foram delimitadas uma região amostral da substância cinzenta e substância branca do encéfalo entre os dois grupos de 8 cães. Na análise da substância cinzenta houve diferença significativa ($p= 0,030$) quando comparado os grupos de animais e pelos valores da variável HEC foram quantificados pela textura do tecido como heterogêneo. E na média dos tons de cinza na sequência de pulso ponderada em T2 houve diferença significativa ($p= 0,001$). Sendo o grupo de animais com meningoencefalite apresentou maior valor na variável Mean (média) $p=233,1$ quando comparado com o grupo de animais sem alterações $p=133,6$. Evidenciando que animais acima de 200 tons de cinzas pelo HEC possuem meningoencefalite neste estudo. O uso do histograma em escala de cinza demonstrou ser uma ferramenta de grande valia no auxílio da quantificação da substância branca e cinzenta em cães com meningoencefalite de origem desconhecida.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: IRM, HEC, encéfalo, cão, enfermidade neurológica, neuroimagem

INTRODUÇÃO

A meningoencefalite é uma inflamação do sistema nervoso (SNC) que acomete as meninges e do parênquima cerebral. É considerada uma das enfermidades inflamatórias do SNC mais frequente na alteração neurológica no cão. Pode ser classificada em enfermidade inflamatória de etiologia infecciosa e não infecciosa (Lowrie et al., 2013).

Meningoencefalite de origem desconhecida é o termo utilizado para abranger clinicamente os subtipos não específicos da doença inflamatória não-infecciosa que são diagnosticados pelo método avançado de imagem como a ressonância magnética e deve ser associado na análise do líquido (Zarfoss et al., 2006; Talarico e Schatzberg, 2010; Coates e Jeffery, 2014). Para classificação mais complexa dentre as meningoencefalites utiliza-se o exame histopatológico (Granger et al., 2010).

O exame por ressonância magnética (RM) é particularmente sensível na meningoencefalite de origem desconhecida pois é capaz de mostrar as lesões consideradas agressivas e difusas que justificam os sinais clínicos associados a essa neuropatologia. O advento da imagem por ressonância magnética (IRM) também auxilia no direcionamento para a realização de um provável diagnóstico antemortem ainda que as características clínicas e histopatológicas dos tipos de meningoencefalites sejam semelhantes. A IRM também apresenta várias vantagens como um minucioso detalhe anatômico particularmente da fossa caudal, além de possibilitar a aquisição de imagens em múltiplos planos (Talarico e Schatzberg, 2010; Beckmann et al., 2015). São observados na IRM alterações multifocais, relacionadas com o parênquima encefálico que são normalmente hiperintensas na sequência de pulso ponderada em T2 e hipointensa na sequência ponderada em T1. Na Flair podem apresentar lesões disseminadas por toda a matéria branca do SNC e podem mostrar-se com aparência infiltrativa e de margens irregulares (Cherubini et al., 2006). Considera-se a sequência FLAIR de maior sensibilidade para as lesões encefálicas discretas em cães que apresentam sinais clínicos multifocais (Hecht e Adams, 2010).

A acuidade óptica nos humanos é formada por complexo sistema biológico que possibilita ao homem a compreensão da radiação eletromagnética do espectro visível de uma imagem. Esse processo envolve as funções fisiológicas do olho e seu mecanismo de conversão desta radiação em sinais neuronais e operações de processamento de baixo, médio e alto nível que acontecem em distintas áreas do cérebro (Facon, 2006). Sabe-se que a reprodução visual muitas vezes é insuficiente para determinar a ecogenicidade exata dos tecidos avaliados. Devido a isso, foram criadas técnicas que permitem quantificar a ecogenicidade e ecotextura da região avaliada, permitindo assim minimizar possíveis erros de interpretação (Silva et al., 2015).

O uso do histograma em escala de cinza (HEC) é uma técnica capaz de avaliar a distribuição da frequência em tonalidades de cinza e a quantidade que formam a imagem da região estudada (ROI). Quando se realiza o histograma de uma imagem é formado um conjunto de números indicando o percentual de pixels naquela imagem, que apresentam um determinado nível de cinza. Considerando o histograma de uma imagem temos um indício de sua qualidade referente ao nível de contraste e quanto ao seu brilho médio no caso da imagem ser preferencialmente clara ou escura (Marques & Vieira, 1999). Através dessas variáveis do HEC, que já provaram ser eficientes, a aquisição dos valores quantitativos podem ser usados em IRM, principalmente em aparelhos de baixo campo (Lee et al., 2006; Vescovi et al., 2009; Pereira et al., 2011).

A técnica de imagem ponderada por difusão nos aparelhos de RM de alto campo está instituída como técnica aplicável para diversas enfermidades em humanos. Entretanto, os aparelhos de baixo campo não possuem essa ferramenta específica (Sutherland-Smith et al., 2011).

A aplicação do histograma através da técnica quantitativa tem sido utilizada em vários trabalhos de neuroimagem na Medicina (Vannier et al., 1985; Binkmann et al., 1996; DeCarli et al., 1996; Baudewig et al., 2003; Law et al., 2007; Jäger e Hornegger, 2009; Lee, 2010; Noureen e Hassam, 2014; Sun et al., 2015; Swathi et al., 2015; Sudharani et al., 2016; Meyer et al., 2018). Entretanto, trabalhos na Medicina Veterinária com o uso da técnica do HEC (Sutherland-Smith et al., 2011) para a meningoencefalite de origem desconhecida em imagem de ressonância magnética ainda é escasso. O objetivo desse estudo foi realizar o HEC de cães com meningoencefalite de origem desconhecida e comparar com um grupo de cães sem alterações neurológicas.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética para Uso de Animais (Ceua) da FMVZ-UNESP Botucatu com o n° de protocolo 0057/2018.

Foi realizado um estudo retrospectivo das imagens por ressonância magnética da região crânio-encefálica dos arquivos do serviço de diagnóstico por imagem da FMVZ-UNESP Botucatu, no período de Janeiro de 2012 a Dezembro de 2017. Foi utilizado como critérios de inclusão desse estudo: espécie canina, presença de sinais neurológicos, exames de ressonância magnética da região crânio-encefálica e líquido classificado como inflamatório e/ou infeccioso. Não foi feita a distinção de raça, idade, sexo dos cães.

Ressonância magnética. O exame de ressonância magnética foi realizado com equipamento marca Esaote® modelo Vet-MR Grande 0,25T com quatro canais de radiofrequência. Para obtenção das imagens encefálicas foram instituídas as seguintes sequências de pulso de radiofrequência através da bobina C-shaped coil: sequência de pulso ponderadas em FSE T2 e FSE T1 sem o uso de contraste no plano transversal.

As imagens por ressonância magnética foram coletadas e avaliadas com auxílio do programa de diagnóstico por imagem digital Synapse PACS.

Histograma em escala de cinza. Após a avaliação das imagens foi feita a seleção de 8 cães com laudos conclusivos de meningoencefalite, líquido inflamatório/infeccioso e realizado o histograma em escala de cinza (HEC) pelo software (ImageJ ® National Institutes of Health), no qual, utilizou-se a ferramenta de HEC.

Para as medições do HEC, foram delimitadas uma região amostral da substância cinzenta e substância branca do encéfalo dos animais e divididos em dois grupos (Grupo 1 animais hígidos e grupo 2 animais com alterações) nas sequências de pulso ponderadas em FSE T1 e FSE T2. Para as medições considerou-se um intervalo amostral de 50 a 100 pixels dentro de cada região escolhida, para substância branca e para a substância cinzenta dos animais estudados. Foram obtidos os valores de Count, Mean, StdDev, Mode e Mode (Count). A ecotextura foi medida por meio da razão $\text{Mode (Count)}/\text{Count}$, multiplicado por 100 (%).

Foram obtidos os valores de Count (o total de pixels selecionados), Mean (a média de tons de cinza dos pixels selecionados, StdDev (desvio padrão), Mode (a moda, onde representa a tonalidade de cinza mais frequente da amostra) e a quantidade de pixel equivalente ao valor de cinza da moda, denominado por Mode (Count).

Análise estatística. Foi feita análise descritiva das variáveis e realizado o teste t de Student ($p < 0,05$) para todas as variáveis citadas.

RESULTADOS

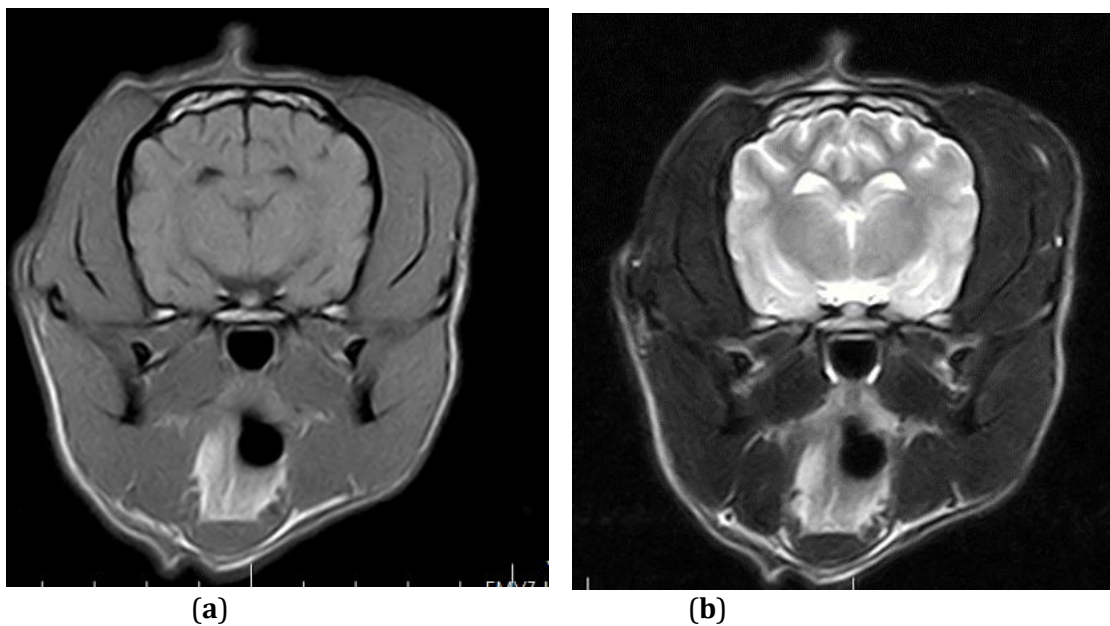


Fig. 1. Imagens por ressonância magnética de um encéfalo normal de cão. Em a na sequência FSE T1 e em b na sequência FSE T2 ambas no corte transversal sem o uso de contraste.

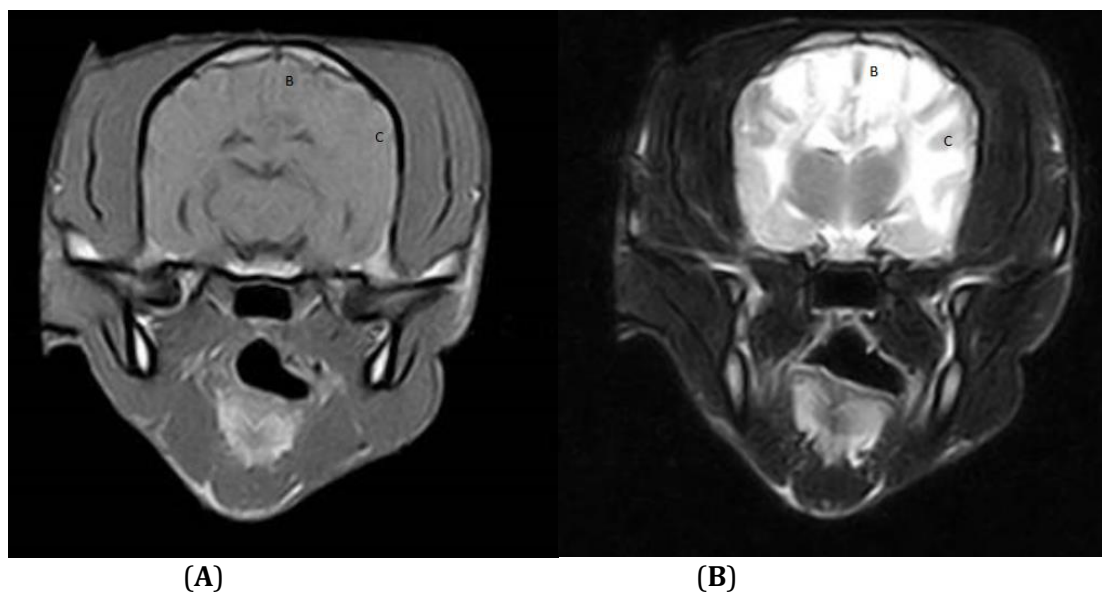
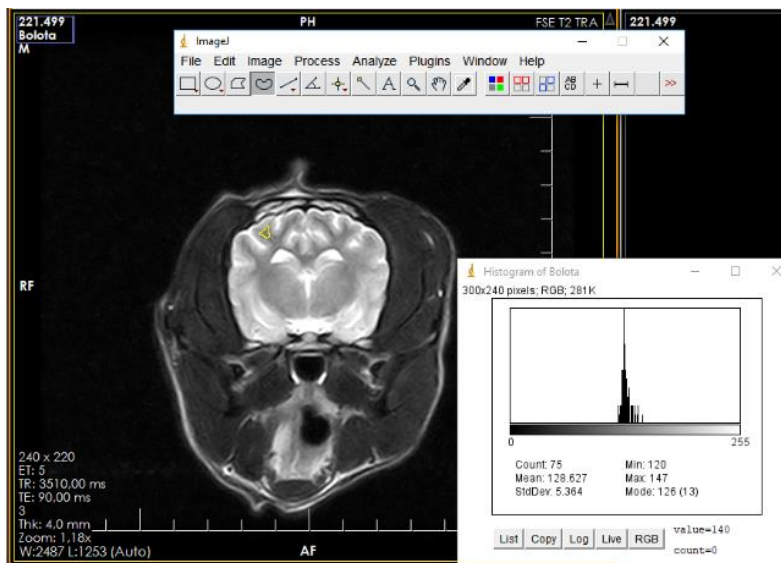
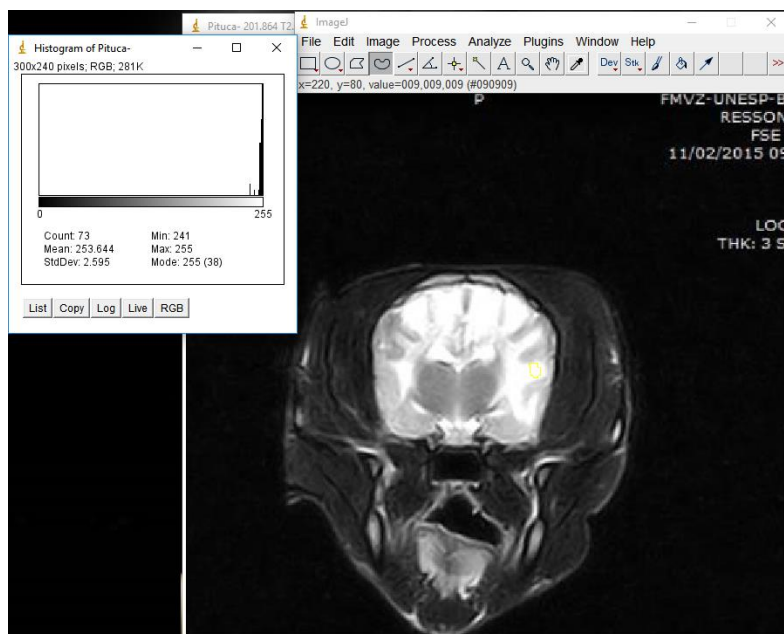


Fig. 2. Imagens por ressonância magnética de um cão com meningoencefalite. A: na sequência FSE T1 observa-se assimetria ventricular com pouco realce das meninges e da substância branca e cinzenta. B: na sequência FSE T2, observa-se hipersinal difuso por todo

parênquima e lesões multifocais. Em b representando a substância branca e em c representando a substância cinzenta ambas em corte transversal sem o uso de contraste.



(a)



(b)

Fig. 3. Imagem por ressonância magnética de um encéfalo normal de cão em a e imagem por ressonância magnética de um encéfalo de um cão com meningoencefalite em b ambas em seqüências FSE T2 no corte transversal e o local onde foi realizado o exame de HEC (círculo amarelo). Observa-se as variáveis Count; Mean; StdDev e Mode e em parêntese, Mode (Count).

RESULTADOS

Quadro 1. Comparação do grupo de animais sem alterações encefálicas com o grupo de animais com meningoencefalite de origem desconhecida, para substância cinzenta

| Grupo de animais | Count | Mean | StdDev | Mode | Mode count |
|------------------|-------------|--------------|-----------|--------------|------------|
| S/A | 69,2 ± 11,4 | 155,6 ± 26,4 | 5,4 ± 2,8 | 155,6 ± 27,6 | 10,0 ± 5,0 |
| MEN | 74,1 ± 15,8 | 159,8 ± 46,2 | 8,7 ± 4,4 | 158,2 ± 50,8 | 8,1 ± 3,6 |
| p | 0,324 | 0,756 | 0,030 | 0,860 | 0,223 |

S/A= Sem alterações encefálicas, MEN= meningoencefalite de origem desconhecida

Quadro 2. Comparação do grupo de animais sem alterações encefálicas com o grupo de animais com meningoencefalite de origem desconhecida, para substância branca

| Grupo de animais | Count | Mean | StdDev | Mode | Mode count |
|------------------|-------------|----------------|-----------|----------------|---------------|
| S/A | 65,6 ± 11,5 | 131,0 ± 15,4 b | 5,2 ± 2,7 | 124,9 ± 34,0 b | 10,7 ± 3,9 b |
| MEN | 69,9 ± 15,6 | 180,5 ± 58,3 a | 5,5 ± 5,2 | 181,7 ± 59,5 a | 22,5 ± 22,6 a |
| p | 0,38 | 0,003 | 0,871 | 0,002 | 0,048 |

S/A= Sem alterações encefálicas, MEN= meningoencefalite de origem desconhecida; *Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferiram estatisticamente entre si pelo teste t (P<0,05).

Quadro 3. Comparação do grupo de animais sem alterações encefálicas com o grupo de animais com meningoencefalite de origem desconhecida, para substância branca na sequência de pulso T1

| Grupo de animais | Count | Mean | StdDev | Mode | Mode count |
|------------------|-------------|--------------|-----------|--------------|------------|
| S/A | 65,6 ± 11,9 | 128,3 ± 14,3 | 3,8 ± 1,3 | 129,0 ± 14,3 | 12,2 ± 3,8 |
| MEN | 73,6 ± 16,8 | 127,8 ± 10,4 | 4,5 ± 2,6 | 128,9 ± 10,1 | 13,0 ± 6,4 |
| p | 0,29 | 0,945 | 0,513 | 0,984 | 0,781 |

S/A= Sem alterações encefálicas, MEN= meningoencefalite de origem desconhecida

Quadro 4. Comparação do grupo de animais sem alterações encefálicas com o grupo de animais com meningoencefalite de origem desconhecida, para substância branca na sequência de pulso T2

| Grupo de animais | Count | Mean | StdDev | Mode | Mode count |
|------------------|-------------|----------------|-----------|----------------|--------------|
| S/A | 65,6 ± 11,9 | 133,6 ± 16,9 b | 6,6 ± 3,2 | 120,9 ± 47,3 b | 9,1 ± 3,4 b |
| MEN | 66,2 ± 14,4 | 233,1 ± 29,1 a | 6,4 ± 7,0 | 234,5 ± 33,3 a | 32,0 ± 29,1a |
| p | 0,926 | <0,001 | 0,938 | <0,001 | 0,044 |

Quadro 5. Comparação do grupo de animais sem alterações encefálicas com o grupo de animais com meningoencefalite de origem desconhecida, para substância cinzenta na sequência de pulso T1

| Grupo de animais | Count | Mean | StdDev | Mode | Mode count |
|------------------|-------------|--------------|-----------|--------------|------------|
| S/A | 69,2 ± 11,8 | 34,2 ± 13,7 | 3,9 ± 2,0 | 132,5 ± 13,4 | 12,9 ± 5,7 |
| MEN | 79,6 ± 15,1 | 122,5 ± 20,4 | 6,3 ± 3,4 | 122,6 ± 20,0 | 10,1 ± 3,6 |
| p | 0,148 | 0,202 | 0,105 | 0,266 | 0,269 |

S/A= Sem alterações encefálicas, MEN= meningoencefalite de origem desconhecida

Quadro 6. Comparação do grupo de animais sem alterações encefálicas com o grupo de animais com meningoencefalite de origem desconhecida, para substância cinzenta na sequência de pulso T2

| Grupo de animais | Count | Mean | StdDev | Mode | Mode count |
|------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|------------|
| S/A | 69,2 ± 11,8 | 177,1 ± 15,8 | 9,3 ± 3,1 | 178,8 ± 15,2 | 7,1 ± 1,8 |
| MEN | 68,6 ± 15,3 | 197,1 ± 31,2 | 18,1 ± 12,8 | 193,8 ± 47,2 | 6,0 ± 2,3 |
| p | 0,928 | 0,128 | 0,08 | 0,407 | 0,299 |

S/A= Sem alterações encefálicas, MEN= meningoencefalite de origem desconhecida

DISCUSSÃO

Segundo as análises do histograma em escala de cinza (HEC), as variáveis StdDev (desvio padrão) e Mean (média) podem indicar a textura dos tecidos, assim como, na substância cinzenta e substância branca.

A heterogeneidade do tecido(amostra) refere maior StdDev (desvio padrão) e a homogeneidade do tecido refere menor StdDev (desvio padrão). Comparando-se a substância branca dentre os grupos de animais (grupo 1 e 2) não observou-se diferença estatística significativa ($p= 0,871$) (Tabela 1 e tabela 2). Contudo, na análise da substância cinzenta houve diferença significativa ($p= 0,030$) e pelos valores da variável HEC foram quantificados pela textura do tecido como heterogêneo. Atribui-se esses resultados à característica tecidual da substância branca e da substância cinzenta. Pois a substância branca é formada de fibras nervosas mielínicas e células da glia como astrócitos fibrosos, micróglia e oligodendrócitos e a substância cinzenta é formada de corpos celulares de neurônios, células da glia como astrócitos protoplasmáticos, micróglia, oligodendrócitos e fibras nervosas amielínicas (Juqueira e Carneiro, 2013). Diferença também reportada por MacLellan e colaboradores na análise de HEC em tecidos encefálicos.

Nas IRM de cães com meningoencefalite observa-se focos hipointensos em imagens ponderadas em T1, focos hiperintensos em imagens ponderadas em T2 e realce parenquimatoso ou meníngeo focal após administração de gadolínio (Lobetti e Pearson, 1996; Lamb et al., 2005; Kang et al., 2009). Pelo método de HEC pode-se também avaliar os tons de cinza baseado na variável Mean (média) sendo próximo de 0 pixel totalmente preto (hipointenso) e próximo de 255 pixel totalmente branco (hiperintenso). Na tabela 3 na média dos tons de cinza não houve diferença significativa para a substância branca ($p= 0,945$) na sequência de pulso ponderada em T1. Porém na média dos tons de cinza na sequência de pulso ponderada em T2 houve diferença significativa ($p= 0,001$) (Tabela 4). Sendo o grupo de animais com meningoencefalite apresentou maior valor na variável Mean (média) $p=233,1$ quando comparado com o grupo de animais sem alterações $p=133,6$.

Foi verificado que animais acima de 200 tons de cinzas pelo HEC possuem meningoencefalite neste estudo. Para a substância cinzenta (Tabela 5 e 6) nas sequências de pulso ponderada em FSE T1 e FSE T2 não houve diferença significativa ($p> 0,005$). Tais resultados estão associados as propriedades físicas da técnica de RM, corroborando com Noureen e Hassam, 2014 no qual citam que as intensidades de sinal nas imagens ponderadas em T1 e T2 estão intimamente relacionadas com as propriedades particulares dos tecidos nas imagem RM. Adicionalmente, considera-se também que a característica fluídica tecidual, como por exemplo no edema e na inflamação aparecendo assim hiperintensos nas IRM, pode ter influência nos resultados das imagens analisadas na FSEt2 como também observado por Hecht e Adams, 2010.

Na técnica IRM por ADC, os átomos de hidrogênio são codificados com valores quantitativos que podem ser mapeados e calculados nas imagens adquiridas (Sutherland-Smith et al., 2011; Le Bihan e Johansen-Berg, 2012; MacLellan et al., 2017). Como este recurso não é

encontrado em aparelhos de RM de baixo campo, o uso do HEC nesse estudo, demonstrou aplicabilidade para distinção tecidual, principalmente na quantificação de tecidos inflamatórios, como no caso da meningoencefalite de origem desconhecida.

CONCLUSÃO

O HEC demonstrou ser uma ferramenta de grande valia para a realização da aferição e quantificação da substância branca e da substância cinzenta em cães. O HEC foi efetivo na avaliação da meningoencefalite de origem desconhecida, a qual é considerada de difícil classificação devido ao seu tecido com características inflamatórias.

REFERÊNCIAS

Baudewig J., Dechent P., Merboldt K.D. & Frahm J. 2003. Thresholding in correlation analyses of magnetic resonance functional neuroimaging. *Magnetic Resonance Imaging* 21: 1121–1130. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.mri.2003.08.013>> <PMid: 14725919>

Beckmann K., Carrera I., Steffen F., Golini L., Kircher R.P., Schneider U. & Rohrer B. C. 2015. A newly designed radiation therapy protocol in combination with prednisolone as treatment for meningoencephalitis of unknown origin in dogs: a prospective pilot study introducing magnetic resonance spectroscopy as monitor tool. *Acta Veterinaria Scandinavica* 57:4. <<http://dx.doi.org/10.1186/s13028-015-0093-3>> <PMid: 25637270>

Brinkmann H.B., Manduca A. & Robb A.R. 1996. Quantitative analysis of statistical methods of grayscale inhomogeneity correction in magnetic resonance images. *SPIE* 2710:552. <<https://doi.org/10.1117/12.237957>>

Coates J.R. & Jeffery N.D. 2014. Perspectives on Meningoencephalomyelitis of Unknown Origin. *Vet. Clin. Small Anim.* 44:1157–1185. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cvsm.2014.07.009>><PMid: 25239815>

Cherubini G.B., Platt S.R., Anderson T.J., Rusbridge C.V., Mantis P. & Cappello R. 2006. Characteristics of magnetic resonance images of granulomatous meningoencephalomyelitis in 11 dogs. *Vet. Record* 159(4):110-5. <<http://dx.doi.org/10.1136/vr.159.4.110>><PMid: 16861389>

Decarli, C., Murphy D.G.M., Teichberg D., Campbell G. & Sobering G.S. 1996. Local Histogram Correction of MRI Spatially Dependent Image Pixel Intensity Nonuniformity. *JMRI* 6(3):527. <PMid: 8724419>

Granrath D.J. 1981. The role of human visual models in image processing. *Proceedings of the IEEE* 69(5):552–561. <<http://dx.doi.org/10.1109/PROC.1981.12024>>

Granger N.A., Smith B.M.P. & Jeffery D.N. 2010. Clinical findings and treatment of non-infectious meningoencephalomyelitis in dogs: A systematic review of 457 published cases from 1962 to 2008. *The Veterinary J.* 184:290–297. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2009.03.031>><PMid: 19410487>

Hecht S. & Adams W.H. 2010. MRI of Brain Disease in Veterinary Patients Part 1: Basic Principles and Congenital Brain Disorders. *Vet. Clin. Small. Anim.* 40:21-38. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cvsm.2009.09.005>> <PMID: 19942055>

Hecht S. & Adams WH. 2010. MRI of Brain Disease in Veterinary Patients Part 2: Acquired Brain Disorders. *Vet. Clin. Small. Anim.* 40:39-63. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cvsm.2009.09.006>><PMid: 19942056>

Jäger F. & Hornegger J. 2009. Nonrigid Registration of Joint Histograms for Intensity Standardization in Magnetic Resonance Imaging. *IEEE Transactions on medical imaging* 28(1):137-50. <<http://dx.doi.org/10.1109/TMI.2008.2004429>><PMid: 19116196>

Junqueira L.C. & Carneiro, J. 2013. *Histologia básica*. 12^a ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, p. 150-175.

Kang M.H., Lim C.Y., Park C., Yoo J.H., kim D.Y. & Park H.M. 2009. 7.0-Tesla Tesla Magnetic Resonance Imaging of Granulomatous Meningoencephalitis in a Maltese Dog: A Comparison with 0.2 and 1.5-Tesla. *J. Vet. Med. Sci.* 71 (11):1545-1548.

Law M., Young R., Babb J., Pollack E. & Johnson G. 2007. Histogram Analysis versus Region of Interest Analysis of Dynamic Susceptibility Contrast Perfusion MR Imaging Data in the Grading of Cerebral Gliomas. *AJNR Am. J. Neuroradiol.* 28(4):761- 66. <PMid: 17416835>

Lamb C.R., Croson P.J., Cappello R. & Cherubini G.B. 2005. Magnetic Resonance Imaging Findings In 25 Dogs With Inflammatory Cerebrospinal Fluid. *Vet. Radiol. Ultrasound* 46(1):17-22. <PMid: 15693553>

Lee C.H., Choi J.W., Kim K.A., Seo T.S., Lee J.M. & Park CM. 2006. Usefulness of standard deviation on the histogram of ultrasound as a quantitative value for hepatic parenchymal echo texture preliminary study. *Ultrasound Med. Biol. Philadelphia* 32(12):1817-1826. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2006.06.014>><PMid: 17169693>

Le Bihan D., Mangin, F.J., Poupon C., Clark, C.A., Molko N., Pappata, S. & Chabriat. H. 2001. Diffusion Tensor Imaging: Concepts and Applications. *J. Magn. Reson. Imaging* 13(4):534-546. < PMid: 11276097>

Le Bihan D. & Johansen-Berg H. 2012. Diffusion MRI at 25: Exploring brain tissue structure and function. *NeuroImage* 61(2):324-341. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.11.006>> <PMid: 22120012>

Le Bihan D. 2014. Diffusion. MRI: what water tells us about the brain. *EMBO Molecular Medicine* 6(5):569-73. <[Http://dx.doi.org/10.1002/emmm.201404055](http://dx.doi.org/10.1002/emmm.201404055)> <PMid: 24705876>

Lowrie M., Smith P.M. & Garosi L. 2013. Meningoencephalitis of unknown origin: investigation of prognostic factors and outcome using a standard treatment protocol. *Vet. Record* 172(20):527. <[Http://dx.doi.org/10.1136/vr.101431](http://dx.doi.org/10.1136/vr.101431)> <PMid: 23462382>

Lobetti R.G. & Pearson J. 1996. Magnetic Resonance Imaging In The Diagnosis Of Focal Granulomatous Meningoencephalitis In Two Dogs. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 37(6):424-427.

MacLellan M.J., Ober C.P., Feeney D.A. & Jessen C.R. 2017. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging of the brain of neurologically normal dogs. *Am. J. Vet. Res.* 78(5):601-608. <[Http://dx.doi.org/10.2460/ajvr.78.5.601](http://dx.doi.org/10.2460/ajvr.78.5.601)> <PMid: 28441051>

Marques Filho O. & Vieira Neto H. 1999. *Processamento Digital de Imagens*. Brasport, Rio de Janeiro, p. 55-75.

Meyer H.J., Schob S., Münch B., Frydrychowicz C., Garnov N., Quäschling U., Hoffmann KT. & Surov A. 2018. Histogram Analysis of T1-Weighted, T2-Weighted, and Postcontrast T1-Weighted Images in Primary CNS Lymphoma: Correlations with Histopathological Findings—a Preliminary Study. *Mol Imaging Biol* 20(2):318-323. <[Http://dx.doi.org/10.1007/s11307-017-1115-5](http://dx.doi.org/10.1007/s11307-017-1115-5)> <PMid: 28865050>

Noureen E. & Hassan K. 2014. Brain Tumor Detection Using Histogram Thresholding to Get the Threshold point. *IOSR* 9(5)3:14-19.

Silva E.G., Gonçalves M.T.C., Pinto S.C.C., Soares D.M., Oliveira R.A., Alves F.R., Araújo A.V.C. & Guerra P.C. 2015. Análise quantitativa da ecogenicidade testicular pela técnica do histograma de ovinos da baixada ocidental maranhense. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 35(3):297 - 303. <[Http://dx.doi.org/10.1590/S0100-736X2015000300014](http://dx.doi.org/10.1590/S0100-736X2015000300014)>

Sutherland-Smith J., King R., Faissler D., Ruthazer R. & Sato A. 2011. Magnetic resonance imaging apparent diffusion coefficients for histologically confirmed intracranial lesions in dogs. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 52(2):142-148. <[Http://dx.doi.org/10.1111/j.1740-8261.2010.01764.x](http://dx.doi.org/10.1111/j.1740-8261.2010.01764.x)> <PMid: 21388464>

Sun X., Shi L., Luo Y., Yang W., Li H., Liang P., Li K., Mok V.C.T., Chu W.C.W. & Wang D. 2015. Histogram-based normalization technique on human brain magnetic resonance images from different acquisitions. *BioMed Eng OnLine*.14:73. <[Http://dx.doi.org/10.1186/s12938-015-0064-y](http://dx.doi.org/10.1186/s12938-015-0064-y)> <PMid: 26215471>

Sudharani K., Sarma T.C. & Prasad K.S. 2016. Histogram Related Threshold Technique for Region based Automatic Brain Tumor Detection. *Indian Journal of Science and Technology* 9:48. <<http://dx.doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i48/89891>>

Swathi P.S., Devassy D., Vince P. & Sankaranarayanan P.N. 2015. Brain Tumor Detection and Classification Using Histogram Thresholding and ANN. *International Journal of Computer Science and Information Technologies* 6(1):173-176.

Pereira B.J., Nunes L.C., Martins Filho S. & Costa F.S. 2011. Avaliação dos efeitos da terapia com prednisona em cães utilizando análises ultrassonográfica, citopatológica e histopatológica. *Revista Ceres* 58(5):561 - 566.

Talarico R.L. & Schatzberg S.J. 2010. Idiopathic granulomatous and necrotising inflammatory disorders of the canine central nervous system: a review and future perspectives. *J. Small Anim. Pract.* 51(3):138-149. <[Http://dx.doi.org/10.1111/j.1748-5827.2009.00823.x](http://dx.doi.org/10.1111/j.1748-5827.2009.00823.x)> <PMid: 19814766>

Vanniem M.W., Butterfield, L.R., Jordan D., Murphy A.W., Levitt C.R. & Gado M. 1985. Multispectral Analysis of Magnetic Resonance Images. *Radiology* 154(1):221-224. <PMid: 3964938>

Vescovi L.A.M., Santos J.N.M., Oliveira W.G., Borlini D.C., Machado F.M., Martins Filho S. & Costa F.S. 2009. Ultrassonografia quantitativa do baço de gatos normais. *Veterinária em Foco* 7(1): 4-10.

Zarfoss M., Schatzberg S., Venator K., Cutter-Schatzberg K., Cuddon P., Pintar J., Weinkle T., Scarlett J. & Delahunta A. 2006. Combined cytosine arabinoside and prednisone therapy for meningoencephalitis of unknown aetiology in 10 dogs. *J. Small Anim. Pract.* 47:588-95. <[Http://dx.doi.org/ 10.1111/j.1748-5827.2006.00172.x](http://dx.doi.org/10.1111/j.1748-5827.2006.00172.x)> <PMid: 17004951>

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O exame de RM revolucionou a medicina veterinária. Através dessa modalidade diagnóstica pode-se pesquisar muitas enfermidades principalmente as intracranianas, pois o cérebro é um órgão semiologicamente de complexa avaliação. A IRM da região crânio-encefálica trouxe um avanço ao clínico e ao cirurgião na elucidação de casos que muitas vezes eram inconclusivos ou muitas vezes elucidados com o exame de necropsia.

A IRM de baixo campo têm tempo de processamento de imagem mais longo e menor resolução espacial mas atingem imagens satisfatórias para a investigação das enfermidades intra-cranianas. Em geral, esta tecnologia está constantemente em desenvolvimento independente da força do campo magnético.

ANEXOS

Figuras



Figura 1. Aparelho de Ressonância Magnética *ESAOTE 0.25 T Vet-MR GRANDE* e bobina *C-shaped coil*. Foto: Arquivo pessoal



Figura 2. Posicionamento do animal para o exame de ressonância magnética da região crânio-encefálica com a bobina de joelho. Foto: Daniel Ornelas