

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

**ESTUDO NEUROANATÔMICO, POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA, DO  
ENCÉFALO DE CACHORRO DO MATO (*CERDOCYON THOUS*)**

LUCIANA CARANDINA DA SILVA

Botucatu – SP

Outubro/ 2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

**ESTUDO NEUROANATÔMICO, POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA, DO  
ENCÉFALO DE CACHORRO DO MATO (*CERDOCYON THOUS*)**

LUCIANA CARANDINA DA SILVA

Tese apresentada junto ao Programa de  
Pós-Graduação em Biotecnologia Animal  
para obtenção do título de Doutor.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vânia Maria de  
Vasconcelos Machado.

Botucatu – SP

Outubro/ 2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.  
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP  
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Silva, Luciana Carandina da.

Estudo neuroanatômico, por ressonância magnética, do encéfalo de cachorro do mato (*Cerdocyon thous*) / Luciana Carandina da Silva. - Botucatu, 2016

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

Orientador: Vânia Maria de Vasconcelos Machado  
Capes: 50501038

1. Cães. 2. Animais silvestres. 3. Ressonância magnética. 4. Diagnóstico por imagem. 5. Neuroanatomia. 6. Encéfalo.

Palavras-chave: Anatomia; Diagnóstico por imagem; Neurologia; Silvestres.

Nome do Autor: Luciana Carandina da Silva

Título: Estudo neuroanatômico, por ressonância magnética, do encéfalo de cachorro do mato (*Cerdocyon thous*)

### COMISSÃO EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Vânia Maria de Vasconcelos Machado

Presidente e Orientadora

Departamento de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária - FMVZ – UNESP – Botucatu

---

Prof. Assistente Dr. Carlos Roberto Teixeira

Membro

Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária - FMVZ – UNESP – Botucatu

---

Prof. Dra. Sheila Canevese Rahal

Membro

Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária – FMVZ – UNESP Botucatu

---

Prof. Assistente Dr. André Luís Filadelpho

Membro

Departamento de Anatomia – Instituto de Biociências da UNESP - Botucatu

---

Prof. Dra. Glenda Maris de Barros Tartaglia

Membro

Departamento de Clínica e Cirurgia de Pequenos Animais – Faculdade Sudoeste Paulista - Avaré

Data da defesa: 07 de Outubro de 2016.

*Dedicatoria*

---

---

*Aos meus pais, Alexandre e Rení.*

*À minha irmã, Juliana.*

*“Se eu vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes”*

*Isaac Newton*

# *Agradecimientos*

---

---

*Primeiramente agradeço à Deus e Nossa Senhora por me guiarem em cada passo.*

*Aos meus pais, Alexandre e Rení, e à minha irmã Juliana. Obrigada por estarem sempre presentes, obrigada por todo o apoio e compreensão, por me proporcionarem a possibilidade de estudar, e por serem minha base, meu guia, meu exemplo de caráter, meu tudo! Eu amo vocês!*

*À irmã que a vida me deu, Ivana, e à sua família. Amora, obrigada por ser minha amiga inseparável e por estar presente em todos os meus momentos. Você é essencial na minha vida.*

*Aos meus queridos Emerson Legatti e Sabrina Moreira, por sempre trazerem alegria para minha vida.*

*À minha orientadora, Vânia Maria de Vasconcelos Machado, agradeço pela orientação no Mestrado e Doutorado, pelo apoio e disponibilidade.*

*Agradeço à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu (FMVZ- UNESP Botucatu), por disponibilizar todos os recursos necessários para a realização desta pesquisa, e em especial ao Departamento de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária da FMVZ- UNESP Botucatu e seus funcionários Heraldo e Marquinhos, sempre dispostos a ajudar. Obrigada por esses seis anos!*

*À professora Sheila Canevese Rahal por me auxiliar diretamente nesta pesquisa e na minha formação. Obrigada por todo o apoio e disponibilidade.*

*Ao professor Carlos Roberto Teixeira pelo apoio nesta pesquisa.*

*Ao INCT (Instituto Nacional de Ciência e Pesquisa) e CAS (Ciência dos Animais Selvagens). Ao CEMPAS (Centro de Medicina e Pesquisa em Animais Selvagens) da UNESP – Botucatu.*

*Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), agradeço pelo auxílio à pesquisa através da Bolsa de Doutorado concedida, o que possibilitou a realização deste estudo.*

*À FAPESP, pela Ressonância Magnética (Esaote<sup>®</sup> Vet-MR), adquirida por meio de projeto multiusuário (protocolo nº 0954028-8).*

*Listas de Quadros e Figuras*

---

---

Quadro 1- Vantagens e desvantagens da RM em relação a outros métodos de imagem.	13
Quadro 2- Variação do aspecto do hematoma, conforme o tempo de evolução.....	25

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- <i>Cerdocyon thous</i> . .....	7
Figura 2 - Anatomia regional do encéfalo.....	10
Figura 3 - Ressonância Magnética FMVZ – Unesp Botucatu .....	15
Figura 4- RM na detecção de um Meningioma .....	23
Figura 5– A- plano transversal, B- Sagital. Hidrocefalia obstrutiva. ....	24
Figura 6- <i>Cerdocyon thous</i> com hidrocefalia congênita.....	26
Figura 7– Foto ilustrando bobina utilizada durante o exame de RM e o monitor multiparamétrico. ....	32
Figura 8- Representação esquemática dos planos anatômicos por RM.....	33
Figura 9 - Imagem de RM de encéfalo de <i>Cerdocyon thous</i> .....	35
Figura 10 - Imagem de RM encefálica de <i>Cerdocyon thous</i> , corte sagital em sequência ponderada em T1, demonstrando os lobos cerebrais. ....	35
Figura 11- Imagem de RM encefálica de <i>Cerdocyon thous</i> , corte transversal em sequência ponderada em T1, .....	36
Figura 12- Imagem de RM encefálica de <i>Cerdocyon thous</i> , corte transversal, região mais rostral, em sequência ponderada em T1. ....	36
Figura 13- Imagem de RM encefálica de <i>Cerdocyon thous</i> , corte transversal, região rostral, em sequência ponderada em T1. ....	37
Figura 14 - Imagem de RM encefálica de <i>Cerdocyon thous</i> , corte transversal, região rostral, em sequência ponderada em T1. ....	37
Figura 15 - Imagem de RM encefálica de <i>Cerdocyon thous</i> , corte transversal.....	38
Figura 16 - Imagem de RM encefálica de <i>Cerdocyon thous</i> , corte transversal .....	39
Figura 17 - Imagem de RM encefálica de <i>Cerdocyon thous</i> , corte transversal .....	39
Figura 18 - Imagem de RM encefálica de <i>Cerdocyon thous</i> , corte transversal. ....	40
Figura 19 - Imagem de RM encefálica de <i>Cerdocyon thous</i> , corte transversal.....	40
Figura 20 - Imagem de RM encefálica de <i>Cerdocyon thous</i> , corte transversal, sequência FLAIR. ....	41
Figura 21 - Imagem de RM encefálica de <i>Cerdocyon thous</i> , corte transversal .....	41
Figura 22 - Imagem de RM encefálica de <i>Cerdocyon thous</i> , corte transversal.....	42
Figura 23 - Imagem de RM encefálica de <i>Cerdocyon thous</i> , corte transversal. Imagem ponderada em T1. ....	42
Figura 24 - Imagem de RM encefálica de <i>Cerdocyon thous</i> , corte sagital, imagem ponderada em T1 .....	43
Figura 25 - Imagem de RM encefálica de <i>Cerdocyon thous</i> , corte sagital, imagem ponderada em T1 .....	43
Figura 26 - Imagem de RM encefálica de <i>Cerdocyon thous</i> , corte sagital, imagem ponderada em T1. ....	44
Figura 27 - Imagem de RM encefálica de <i>Cerdocyon thous</i> , corte sagital, imagem ponderada em T1. ....	44
Figura 28 - Imagem de RM encefálica de <i>Cerdocyon thous</i> , corte dorsal. Sequência turbo 3D ponderada em T1 .....	45

# *Sumário*

---

---

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>4</b>
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>7</b>
2.1 CACHORRO DO MATO (Cercocyon thous - Linnaeus, 1766) .....	7
2.2 ANATOMIA .....	8
2.3 UTILIZAÇÃO DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA COMO MEIO DIAGNÓSTICO DAS ALTERAÇÕES ENCEFÁLICAS .....	12
2.3.1 Técnica da RM .....	14
2.4 PRINCIPAIS ENFERMIDADES ENCEFÁLICAS .....	17
2.4.1 Principais Enfermidades de Origem Inflamatória .....	18
2.4.2 Principais Enfermidades de Origem Infecciosa .....	19
2.4.3 Enfermidades de Origem Traumática .....	21
2.4.3 Enfermidades Neoplásicas .....	22
2.4.4 Lesões Vasculares .....	25
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>28</b>
<b>4. MATERIAIS E MÉTODO</b> .....	<b>30</b>
4.1 ANIMAIS .....	30
4.2 PREPARO DOS ANIMAIS E PROCEDIMENTO ANESTÉSICO .....	30
4.3 HEMOGRAMA .....	31
4.4 PCR PARA CINOMOSE .....	31
4.5 ULTRASSONOGRRAFIA ABDOMINAL .....	31
4.6 RESSONÂNCIA MAGNÉTICA .....	31
<b>5. RESULTADOS</b> .....	<b>35</b>
5.1 IMAGENS OBTIDAS EM PLANO TRANSVERSAL .....	36
5.2 IMAGENS OBTIDAS EM PLANO SAGITAL .....	42
5.3 IMAGENS OBTIDAS EM PLANO DORSAL .....	44
<b>6. DISCUSSÃO</b> .....	<b>47</b>
<b>7. CONCLUSÃO</b> .....	<b>52</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>54</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>54</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>61</b>
<b>ARTIGOS CIENTÍFICOS</b> .....	<b>65</b>
<b>MATERIAIS E MÉTODO</b> .....	<b>67</b>

CARANDINA, L.S. Estudo neuroanatômico, por Ressonância Magnética, do encéfalo de cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*). Botucatu, 2016. p.87 Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

## RESUMO

Os cachorros do mato (*Cerdocyon thous*) pertencem à família Canidae, sendo amplamente encontrado em todo o Brasil. A descrição sobre a morfologia desta espécie ainda é pouco encontrada na literatura, exceto seus aspectos gerais. Desta forma, o presente estudo teve como objetivo principal, estabelecer parâmetros de normalidade para avaliação encefálica em cachorros do mato (*Cerdocyon thous*), por meio da Ressonância Magnética. Para tanto, foram utilizados 11 animais hígidos, os quais foram submetidos ao exame de ressonância magnética sob sequências de imagens ponderadas em T1 e T2, FLAIR e Turbo 3D ponderada em T1. Nas sequências utilizadas, foi possível a avaliação dos lobos cerebrais, a delimitação precisa de diencefalo e mesencefalo, a delimitação do sistema ventricular, a visualização do tálamo, hipotálamo, aderência intertalâmica, hipófise, corpo geniculado lateral e medial, aqueduto mesencefálico, bulbo olfatório, cerebelo, quiasma óptico, entre outras estruturas. Os resultados obtidos podem ser utilizados como base para o estudo neuroanatômico nessa espécie, auxiliando na manutenção e preservação desta, e na elucidação diagnóstica de doenças, sejam elas traumáticas, vasculares, infecciosas, neoplásicas ou degenerativas.

**Palavras- chave:** neurologia, anatomia, silvestres, diagnóstico por imagem.

CARANDINA, L.S. Neuroanatomical study using MRI of the brain of forest fox (*Cerdocyon thous*). Botucatu, 2016. p. 87 Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

## **ABSTRACT**

The forest fox belongs to the Canidae Family, and they can be easily found in Brazil. The description about this species morphology is still rarely found in literature, except for its general aspects. Because of that, the present study has as its main goal to establish normality parameters for brain evaluation for the *Cerdocyon thous* through Magnetic Resonance. Eleven healthy animals were used in the research, which were submitted to Magnetic Resonance in weighted image sequences in T1 and T2, FLAIR and 3D Turbo weighted in T1. In the evaluated sequences, it was possible to evaluate the cerebral lobes, the precise definition of diencephalon and midbrain, the delimitation of the ventricular system, the visualization of the thalamus, hypothalamus, interthalamic accession, pituitary, lateral geniculate body and medial midbrain aqueduct, olfactory bulb, cerebellum, optic chiasm, among other structures. The results obtained can be used as the basis for neuroanatomical studies of this species, assisting in their maintenance and preservation and diagnostic elucidation of diseases, whether they are traumatic, vascular, infectious, neoplastic or degenerative.

**Key words:** neurology, anatomy, wild, diagnostic imaging.

# *Introdução*

---

---

## 1. INTRODUÇÃO

O cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) é um canídeo de porte médio, que pesa em média de quatro a seis quilos. Esses animais apresentam pelagem cinza-escuro ou preta no dorso e coloração variável entre cinza ou preto na parte ventral (COURTENAY; MAFFEI, 2004).

A espécie encontra-se amplamente distribuída na parte central da América do Sul (EISENBERG; REDFORD, 1999), podendo habitar áreas de cerrado, pastagens e matas. A dieta consiste de aproximadamente 41% de matéria animal e 59% de vegetais (JÁCOMO et al., 2004). Os hábitos generalistas e oportunistas desta espécie permitem tolerância destes à meios naturais e sinantrópicos, sendo encontrados interagindo com diversas espécies de carnívoros (SILVEIRA, 1999).

O atropelamento de animais silvestres representa um registro importante da perda local de biodiversidade, podendo ocasionar declínios significativos em populações de diversas espécies (OLIVEIRA; SILVA, 2012).

*Cerdocyon thous* é uma espécie com grande área de vida, é onívora, generalista e oportunista, cuja dieta é composta por frutos, pequenos vertebrados, insetos, crustáceos e peixes, além de carniça (CHEIDA et al., 2006). Sendo assim, o atropelamento de outros animais pode trazê-los até a pista, a fim de forragear, deixando-os expostos a acidentes (CHEIDA et al., 2006).

Cherem et al., 2007 referiram que os cachorros-do-mato foi a espécie que mais apresentou registros de atropelamentos. Em um estudo realizado por Caceres (2011), no Mato Grosso do Sul e sul de Goiás também foram encontrados altos índices de atropelamentos nesta espécie.

De acordo com Dennis (1995), nas últimas décadas tem sido possível diagnosticar, por meio da tomografia computadorizada e da ressonância magnética, um número crescente de doenças com localização cerebral, de natureza orgânica e funcional, que podem acometer os animais. Os resultados obtidos por estes métodos substituíram as imagens obtidas anteriormente, mediante explorações invasivas executadas por métodos de contraste radiográfico.

Na ressonância magnética, as imagens são formadas a partir dos sinais emitidos pelo núcleo do hidrogênio ou próton, além da interação entre eles e com o ambiente a que estão submetidos, o qual muda durante o processo determinado pela sequência escolhida, permitindo a obtenção de informações anatômicas e morfológicas, de acordo com a composição dos tecidos em estudo (THRALL, 2013). É hoje um método de diagnóstico por imagem já estabelecido na prática clínica e encontra-se em crescente desenvolvimento. Devido à alta capacidade de diferenciação de tecidos, o espectro de aplicações desta modalidade se estende a diversas partes do corpo e explora aspectos anatômicos e funcionais (MAZOLLA, 2009). Este exame possui grande acurácia na detecção, localização e até classificação das alterações encefálicas, já sendo consagrado como exame ouro na avaliação do sistema nervoso central, sendo foco de estudo de diversos autores para mensuração dos ventrículos laterais, sua altura, área e volume (WOO et al, 2010).

O estudo de imagens anatômicas fornece uma base essencial para a otimização do diagnóstico de anomalias do sistema nervoso (JONES, 2002). Na ressonância magnética, as sequências ponderadas em T1 fornecem detalhes anatômicos acurados, enquanto as sequências ponderadas em T2 permitem melhor diferenciação entre a substância branca e cinzenta, pois a substância branca tem um maior conteúdo lipídico, e a sua densidade de prótons é cerca de 10% menor que na substância cinzenta, de acordo com Jones (2002).

A anatomia do sistema nervoso central de cães, por ressonância magnética tem sido amplamente estudada (HUDSON et al., 1995). São escassos na literatura estudos descrevendo as imagens encefálicas de cachorros-do-mato (*Cerdocyon thous*) ou comparando o encéfalo desta espécie com caninos domésticos. Diante do exposto, o presente trabalho possibilitou a definição do encéfalo de cachorros do mato por ressonância magnética, ampliando possibilidades diagnósticas e terapêuticas, contribuindo para a manutenção e preservação desta espécie, visando também o bem estar animal.

*Revisão da Literatura*

---

---

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 CACHORRO DO MATO (*Cerdocyon thous* - Linnaeus, 1766)

O cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) é membro pertencente da família Canidae, sendo encontrado em todo o Brasil, em áreas florestais, cerrados, campos e áreas alteradas habitadas pelo homem. A espécie (Figura 1) também pode ser encontrada da Colômbia ao Paraguai e Uruguai (EISENBERG; REDFORD, 1999).



Figura 1- *Cerdocyon thous*.

Estes animais possuem hábitos noturnos e são considerados fora de perigo de extinção (CANID SPECIALIST GROUP, 1998). Usualmente possuem em média 65cm de comprimento e cauda com 30cm.

A pelagem é preta amarronzada nas costas, sendo a face, as orelhas e as pernas marrom avermelhado, mas pode ocorrer variação entre animais (BERTA, 1982). Segundo Ramos Júnior e colaboradores (2003), estes animais apresentam a pelagem relativamente curta, cinza com alguns pelos negros, sendo alguns indivíduos de coloração mais amarelada e outros quase negros.

Quanto à alimentação, a espécie é classificada como onívora, com ingestão preferencialmente de frutos, pequenas aves, ovos e pequenos roedores (MORELLATO, 1992).

É muito comum encontrar os cachorros do mato em margens de estradas a procura de alimentos, sendo assim, frequentemente são vítimas de acidentes e atropelamentos (CANID SPECIALIST GROUP, 1998).

A descrição anatômica macro e microscópica de uma espécie da fauna silvestre representa importante contribuição na área das ciências básicas, fornecendo subsídios para a realização de procedimentos clínicos e cirúrgicos nestes animais, sejam eles de vida livre ou de cativeiro (HELENO, 2011).

O cachorro-do-mato, salvo aspectos gerais, tem sua morfologia pouco conhecida na literatura, desta forma, há uma necessidade de ampliação dessas informações, especialmente as que são de interesse veterinário ou que possam contribuir para preservação da espécie (PINHEIRO et al., 2011).

## 2.2 ANATOMIA

O estudo do sistema nervoso central é uma das áreas de maior interesse na medicina humana e vem constantemente crescendo na medicina veterinária, à medida que novas modalidades diagnósticas por imagem têm se tornado uma realidade neste meio (LORIGADOS; PINTO, 2013).

O conhecimento da neuroanatomia é de suma importância para estabelecer padrões de normalidade encefálicos, para posterior detecção de lesões e diagnósticos acurados de doenças encefálicas (BELTZ; FLETCHER, 1993).

Nelson e Couto (2010) referiram que a etapa mais importante na avaliação diagnóstica de animais que apresentam sinais neurológicos é a de estabelecer o diagnóstico anatômico preciso. O conhecimento básico da estrutura e do funcionamento do sistema nervoso central é essencial para a correta interpretação das alterações encontradas no exame neurológico e a localização das lesões em regiões clinicamente significativas.

No entanto, há na literatura uma lacuna referente à descrição sobre a anatomia, principalmente encefálica, de cachorros-do-mato. Barisson et al, 2012, descreveram a anatomia radiográfica do esqueleto axial de cachorros do mato, citando que o crânio dos *Cerdocyon thous* é ligeiramente alongado na parte caudal, tendo também uma largura maior no processo zigomático do osso temporal. Embora houvessem pequenas diferenças anatômicas, concluíram que o esqueleto axial do cachorro-do-mato se assemelha ao do cão doméstico.

Souza Júnior et al., 2014, estudaram parte do sistema nervoso periférico (SNP) dos *Cerdocyon thous*, e os resultados deste estudo concluíram que o plexo braquial de *Cerdocyon thous* é semelhante ao do cão doméstico.

Sabe-se que em cães domésticos, o sistema nervoso central (SNC) é anatomicamente dividido em encéfalo e medula espinhal. O encéfalo está localizado dentro do crânio e é subdividido basicamente em três partes: cérebro, cerebelo e tronco encefálico (FEITOSA, 2004).

De acordo com Nelson e Couto (2010), o encéfalo é composto por cérebro (telencéfalo), cerebelo e tronco encefálico. O tronco encefálico ainda pode ser subdividido, de rostral a caudal em mesencéfalo, ponte e medula oblonga, também denominada de bulbo (Figura 2). Rostral ao mesencéfalo encontra-se o diencéfalo (tálamo e hipotálamo), pertencentes ao prosencéfalo juntamente com o telencéfalo. As anormalidades neurológicas no encéfalo geralmente podem ser localizadas com base nos achados clínicos de uma das três regiões clinicamente importantes, que são prosencéfalo (telencéfalo e diencéfalo), a ponte e a medula, e o cerebelo.

O cérebro é dividido em dois hemisférios cerebrais, os quais são incompletamente separados pela fissura longitudinal do cérebro, cujo o assoalho é formado por uma larga faixa de fibras comissurais denominada de corpo caloso, principal meio de união entre os dois hemisférios (KÖNIG; LIEBICH, 2004). A superfície de cada hemisfério esboça um número de circunvoluções denominadas giros, que são separados um do outro por meio de depressões chamadas sulcos (KÖNIG; LIEBICH, 2004).

O cerebelo situa-se dorsalmente ao bulbo e a ponte, e é dividido em dois hemisférios e subdividido em três regiões principais: lobos rostral, caudal e floclonodular (FEITOSA, 2004).

O prosencéfalo é composto pelo córtex cerebral, pela substância branca cerebral e pelo diencéfalo. O córtex cerebral possui atuação fundamental no comportamento, na visão, na audição, nas atividades motoras e na percepção consciente de tato, dor, temperatura e posicionamento corpóreo (propriocepção). A substância branca é responsável pela transmissão de informações sensoriais ascendentes e sinais motores descendentes. O diencéfalo atua na integração dos estímulos sensoriais, na manutenção da consciência e da atenção, e no controle das funções autônomas e endócrinas, tais como apetite, sede, manutenção da temperatura corpórea e balanço eletrolítico e hídrico (NELSON; COUTO, 2010).

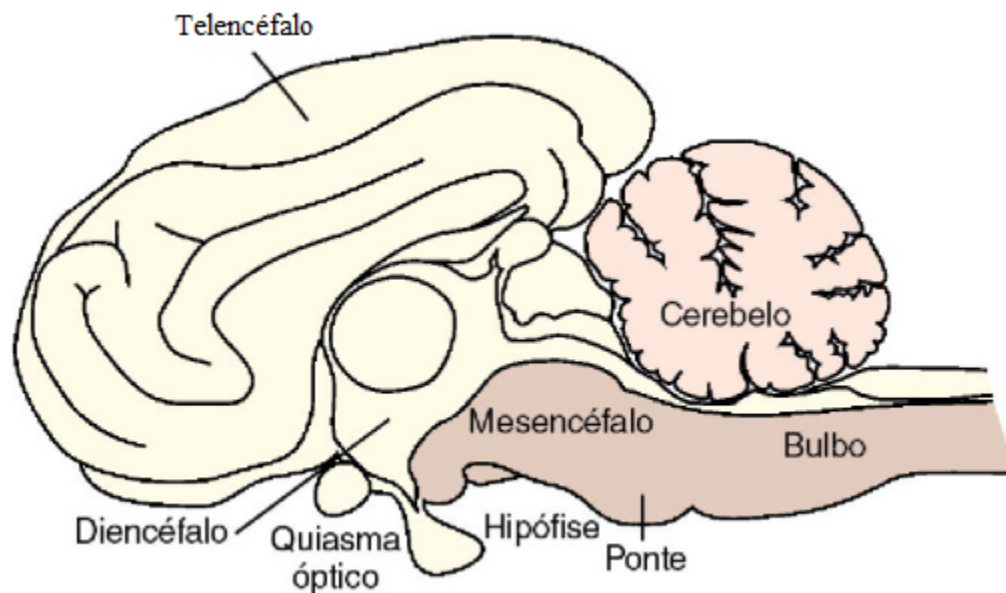


Figura 2 - Anatomia regional do encéfalo.

Fonte: NELSON; COUTO, 2010.

O diencefalo é a porção rostral do tronco encefálico, e é composto pelo tálamo e hipotálamo, vias que conectam o tronco encefálico ao córtex cerebral. O tálamo pode ser definido como estrutura ovóide relativamente grande, envolvida por cada hemisfério cerebral, que está localizada em ambos os lados do terceiro ventrículo. Os dois tálamos estão conectados juntos na linha média pela aderência intertalâmica (OLIVER; GREENE, 1982). Nelson e Couto (2010) referiram que o nervo olfatório projeta-se no hipotálamo, e o nervo óptico e quiasma óptico localizam-se em sua superfície, portanto, lesões nesta região podem levar a perda dos sentidos do olfato, ou déficit visual.

De acordo com Oliver; Greene (1982), o mesencéfalo é uma curta porção do cérebro entre a ponte e o diencefalo. Ele é contínuo com o diencefalo rostralmente e caudalmente com a medula espinhal.

A ponte e a medula oblonga (bulbo) compõe a porção do tronco cerebral que contém centros reguladores de consciência e da respiração normal. Esta região conecta a medula espinhal e o córtex cerebral por meio de tratos sensoriais ascendentes e motores descendentes. Esses tratos se cruzam no mesencéfalo rostral. Dez pares de nervos cranianos se originam nesta região (NELSON; COUTO,

2010). A medula oblonga é a porção mais caudal do tronco encefálico. Ela está fixada rostralmente pela ponte, e caudalmente pela medula espinal (KORNEGAY, 1990).

O cerebelo controla a frequência, amplitude e a força dos movimentos. Atua diretamente na coordenação da atividade muscular, regula os movimentos finos e modula o tônus muscular. Lesões cerebelares sempre resultam em base ampla e ataxia. Lesões cerebelares também podem causar um discreto tremor na cabeça (NELSON; COUTO, 2010). O cerebelo pode ser considerado como a segunda maior parte do encéfalo, e está localizado caudalmente ao telencéfalo. Também possui em sua superfície numerosos sulcos, com circunvoluções mais delgadas e menos proeminentes que as cerebrais (KORNEGAY, 1990).

O sistema ventricular cerebral tem origem no lúmen do tubo neural. Estudando-se rostro-caudalmente obtiveram-se os ventrículos laterais localizados em cada hemisfério cerebral, os quais se comunicam com o terceiro ventrículo através do forâmen intraventricular. O terceiro ventrículo está localizado no diencéfalo e circunda a aderência intertalâmica. Ele é contínuo com o aqueduto mesencefálico, que interliga o terceiro e quarto ventrículos. Em todos os ventrículos (laterais, terceiro e quarto), são encontrados os plexos coróides, um dos responsáveis pela produção de líquido (EVANS, 1993).

Quando se analisa o encéfalo em uma vista ventral, notam-se diversas estruturas, tais como bulbo olfatório, pedúnculo olfatório, trato olfatório medial e lateral, nervo óptico, quiasma óptico, trato óptico, lobo piriforme, infundíbulo, corpos mamilares, fibras transversas da ponte, corpo trapezóide, pirâmides, fissura mediana, hemisférios cerebelares (parafloco ventral, flóculo, lóbulo ansiforme) e os doze pares de nervos cranianos (GOMES, 2007).

O encéfalo possui diversos mecanismos de defesa contra traumas físicos, químicos ou biológicos. Dentre estes mecanismos estão inclusos os ossos do crânio, a musculatura da cabeça, as meninges e o líquido cefalorraquidiano. Como proteção contra intoxicações, alterações bioquímicas e agentes infecciosos, o encéfalo possui a barreira hemato-encefálica, cuja permeabilidade é extremamente restrita, sendo constituída por células endoteliais, astrócitos, neurônios e matriz extracelular. Em casos onde ocorre bloqueios na circulação sanguínea, o cérebro dispõe de inúmeras anastomoses, rede de capilares que se bifurcam e se reencontram em vários pontos para irrigar o cérebro (BLINDER et al., 2010; ROJAS et al., 2011).

### 2.3 UTILIZAÇÃO DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA COMO MEIO DIAGNÓSTICO DAS ALTERAÇÕES ENCEFÁLICAS

A imagem de ressonância magnética (RM) é o método de escolha para a avaliação da morfologia cerebral. A superior resolução de contraste de tecidos moles obtidas pelas imagens por RM e a ausência de artefatos de sobreposição óssea, comumente observados na tomografia computadorizada (TC), tornam a RM uma modalidade superior na obtenção de imagens de quase todos os aspectos das doenças intracranianas (TRHALL, 2013).

É uma técnica que começou a ter uso clínico em meados de 1980. Na Medicina Veterinária era utilizada, principalmente, como ferramenta de pesquisa até aproximadamente 1990, quando enfim, começou a se utilizar a RM como uma modalidade clínica de rotina. O exame passou a ser aplicado em animais de grande porte anos depois (GAVIN; BAGLEY, 2009).

A técnica de RM revolucionou a medicina na obtenção de imagens, superando, por ampla margem, a TC em sua capacidade de distinguir doenças sutis nos limites dos tecidos moles. O contraste entre as imagens é baseado na diferença de intensidade do sinal em áreas com estruturas ou composições diferentes. A capacidade de obtenção de imagens multiplanares e a ausência de radiação ionizante tornaram a RM a técnica de geração de imagens mais adequada para definição de diversas doenças, em especial, as doenças do sistema nervoso central (SNC) por causa do seu abundante conteúdo hídrico, portanto, rico em prótons de hidrogênio, responsáveis pelo sinal gerado durante a obtenção de imagens (LUFKIN 1999, HILÁRIO et al. 2000, AMARAL et al., 2003, MULLINS 2006, HAGE; IWASAKI 2009; HAGE et al., 2009).

A RM tornou-se modalidade de escolha para a neurologia veterinária, tanto para processos que envolvam o encéfalo, quanto para a medula espinhal (GAVIN; BAGLEY, 2009).

Os resultados obtidos pela utilização da RM substituíram as imagens obtidas anteriormente, mediante explorações invasivas executadas por métodos de contraste radiográfico (DENNIS, 1995).

De acordo com Colaço et al. (2003), é uma técnica de diagnóstico por imagem, não invasiva, que apresenta vantagens como não utilizar radiação

ionizante, possuir grande capacidade de obtenção de imagens em diversos planos, sem a necessidade de reposicionamento do animal, produz menos artefatos que outras técnicas de imagem, tem grande potencial na detecção de focos hemorrágicos (Quadro 1).

Quadro 1- Vantagens e desvantagens da RM em relação a outros métodos de imagem.

<b>VANTAGENS</b>	<b>DESVANTAGENS</b>
<b>Não utiliza radiação ionizante e atualmente, não existem riscos comprovados para o paciente ou profissional.</b>	tempo de análise é muito superior ao de outras técnicas.
<b>Uso de meios de contraste paramagnéticos possui menos risco que os iodados usados na TC</b>	O animal tem que permanecer imóvel, havendo a necessidade de anestesia geral.
<b>Possuí grande capacidade de obtenção de imagens em diversos planos, sem a necessidade de reposicionar o paciente, e sem perder a qualidade de imagem, e produzindo menos artefatos.</b>	É contraindicado em pacientes com marca-passo ou implantes metálicos.
<b>Tem grande potencial para detecção de focos hemorrágicos.</b>	Menos sensível que a TC para tecidos mineralizados, fraturas e proliferações ósseas.
<b>Pondera a imagem – muda a tonalidade e intensifica os contrastes, tendo maior sensibilidade que a TC para detectar alterações em tecidos moles.</b>	Alto custo.

Fonte: Adaptação de Colaço et al., 2003.

### 2.3.1 Técnica da RM

De acordo com Thrall (2013), uma avaliação padrão de RM encefálica usualmente envolvem múltiplas sequências para otimizar o sinal de um determinado tecido, ou obter imagens em diversos planos anatômicos. As imagens normalmente são adquiridas em plano transversal (em ângulos retos ao palato duro), plano dorsal (paralelo à base do cérebro) e plano sagital.

Tecidos que emitem alto sinal em uma determinada sequência de pulsos, aparecem brancos na imagem por RM. Geralmente são denominados como hipereintensos ou possuidores de hiperintensidade nas imagens ponderadas na sequência observada. Os tecidos que não emitem alto sinal em uma sequência de pulsos, aparecem negros, descritos como escuros, hipointensos ou possuidores de hipointensidade em imagens ponderadas na sequência observada (TRHALL, 2010).

A RM gera imagens milimétricas, onde o número de cortes e espessura podem variar dependendo da região anatômica avaliada (TUCKER; SAMPSON, 2007).

A formação da imagem por RM é, resumidamente, o resultado da interação do forte campo magnético produzido pelo equipamento (figura 3), com os prótons de hidrogênio do tecido do paciente, criando uma condição onde é possível enviar um pulso de radiofrequência e, após, coletar a radiofrequência modificada, através de uma bobina ou antena receptora. Este sinal coletado é processado e convertido em uma imagem. As propriedades de ressonância magnética têm origem a interação entre um átomo em um campo magnético externo, de forma mais precisa, é um fenômeno em que partículas contendo momento angular e momento magnético exibem um movimento de precessão quando estão sob ação de um campo magnético (MAZOLLA, 2009). Os pulsos de excitação são aplicados, e os núcleos absorvem energia. Após os pulsos, ocorre o fenômeno que chamamos de relaxação. Os núcleos passam a induzir o sinal de RM nas bobinas receptoras e, desta forma, o sinal é adquirido (MAGALHAES, 1999).

Embora haja prótons em todos os átomos do corpo, os prótons de interesse para a RM são apenas aqueles que constituem o núcleo do átomo do hidrogênio. De fato, os únicos prótons que contribuem significativamente para o sinal da RM são os núcleos de átomos de hidrogênio em moléculas de água ou em alguns grupos de moléculas lipídicas, também conhecidos como prótons móveis (LUFKIN, 1999).



Figura 3 - Ressonância Magnética FMVZ – Unesp Botucatu

De acordo com Magalhães (1999), os principais átomos que compõem o tecido de um animal são: hidrogênio, oxigênio, carbono, fósforo, cálcio, flúor, sódio, potássio e nitrogênio. Estes átomos, exceto o hidrogênio, possuem no núcleo atômico prótons e nêutrons. Apesar de outros núcleos possuírem propriedades que permitam a utilização em RM, o hidrogênio é o escolhido por três motivos básicos:

- É o mais abundante no corpo do paciente: cerca de 10% do peso corporal se deve ao hidrogênio.
- As características de RM se diferem bastante entre o hidrogênio presente no tecido normal e no tecido patológico;
- O próton do hidrogênio possui o maior momento magnético e, portanto, a maior sensibilidade à RM.

#### 2.3.1.1 Sequências

De acordo com Thrall (2013), sequências de pulsos convencionais em Fast, spin-echo ponderadas em T2 são úteis para detectar regiões com alta quantidade de líquido no interior dos tecidos. Em sequências ponderadas em T2, o líquido (exemplo: fluido cerebrospinal) é extremamente brilhante. A maioria das doenças,

sejam neoplásicas ou inflamatórias, resultam em aumento de fluido no interior dos tecidos, o que se manifesta como um aumento no brilho do tecido anormal em relação ao tecido adjacente, nas imagens ponderadas em T2.

De acordo com Colaço e colaboradores (2003), sequências ponderadas em T2 admitem uma melhor distinção entre a substância branca e cinzenta.

Algumas vezes, é difícil identificar lesões que causem aumento na intensidade de sinal em T2 quando a lesão se encontra adjacente a regiões normais de alta intensidade de sinal, como por exemplo lesões adjacentes ao fluido cerebrospinal no interior dos ventrículos. Neste caso, um pulso de inversão pode ser adicionado à sequência básica, causando a “anulação” do fluido livre, tornando-o escuro em uma sequência ponderada em T2. Esta sequência se chama *fluid attenuation inversion recovery* (FLAIR), que faz então, com que os fluidos verdadeiros fiquem com hiposinal (THRALL, 2013).

As sequências ponderadas em T1 resultam em uma melhor resolução espacial e detalhes anatômicos (COLAÇO et al., 2003). De acordo com Thrall (2013), as sequências ponderadas em T1 acentuam as características de recuperação do tecido e são mais rápidas de serem adquiridas. Em um protocolo de sequência T1, fluidos e lesões super –hidratadas possuem intensidade de sinal reduzida, aparecendo escuras. Uma sequência ponderada em T1 é excelente para avaliação da anatomia, entretanto, quando realizada de forma isolada, é ruim para detecção de lesões.

Durante o exame de RM, em alguns casos é necessário o uso do contraste em imagens ponderadas em T1 para melhor elucidação do quadro. O meio de contraste para RM mais comum é a forma quelante do gadolínio. Em regiões de elevada concentração do gadolínio, haverá um aumento de sinal nas imagens ponderadas em T1 (THRALL, 2013). A maioria dos agentes de contraste utilizados para exames RM é à base de quelatos do íon paramagnético gadolínio (ELIAS JUNIOR et al., 2008).

#### 2.3.1.1 Artefatos na RM.

Como todo método de diagnóstico por imagem, a RM também está sujeita a inúmeros tipos de artefatos que podem comprometer a qualidade das imagens e interferir na sua interpretação. Desta forma, faz-se necessário reconhecer os

artefatos e diferenciá-los de variantes anatômicas e de processos patológicos (ANDRADE et al., 2012)

Segundo Houaiss (2009), artefato é toda conclusão enganosa derivada de ensaio científico ou de medição, e causada por problemas na aparelhagem empregada ou por ineficácia do método eleito. Em RM, é adotado que artefato é qualquer intensidade, sinal ou característica anormal que não possui correspondência com o objeto de que se está adquirindo a imagem (MAZZOLA, 2009).

De acordo com Mazzola (2009), os principais artefatos são fantasmas e aliasing.

Os artefatos chamados de fantasmas também são chamados de artefatos de movimentação, e são resultados da movimentação do paciente durante a aquisição do sinal de RM. A movimentação pode ser voluntária (exemplo: movimentação de partes do corpo) ou involuntária (exemplo: batimento cardíaco) (MAZZOLA, 2009; ANDRADE et al., 2012).

O artefato aliasing, também chamado de artefato de dobradura ou retroprojeção, ocorre quando uma ou mais dimensões do objeto de estudo são maiores do que o campo de visão para aquela imagem. Dessa forma, as regiões fora do campo de visão são erroneamente codificadas e aparecem “dobradas” e em cima da estrutura examinada (ANDRADE et al., 2012).

## 2.4 PRINCIPAIS ENFERMIDADES ENCEFÁLICAS

As alterações neurológicas são comuns na rotina da Medicina Veterinária, sendo de grande importância identificar o sítio de lesão. Em um trabalho realizado por Chaves et al., 2014, foram avaliados 1277 cães com histórico de doença neurológica, no qual obteve como resultado que 49% dos cães apresentavam doenças degenerativas, principalmente a doença do disco intervertebral, seguida das doenças inflamatórias e infecciosas (16,7%), traumáticas (14%), idiopáticas (9,3%), neoplásicas (6,7%), anomalias (2,5%), vasculares (1%), metabólicas (0,5%) e tóxicas (0,3%).

As indicações clínicas do exame de RM encefálica são as anormalidades congênitas, os traumas do SNC, os processos infecciosos, doenças vasculares

cerebrais (DESAL et al. 2004, MULLINS 2006) e a hidrocefalia (ASSHEUER; SAGER 1997; HAGE et al, 2009).

Thames e colaboradores (2010) citam ainda a importância da utilização da RM para a caracterização do volume relativo e área em corte transversal das três principais regiões cerebrais (cerebelo, tronco cerebral e telencéfalo). Referem ainda que a degeneração cerebelar já foi documentada em um grande número raças de cães, sendo diagnosticada através da RM como uma atrofia cerebelar associada ao alargamento do sistema ventricular.

São escassos na literatura artigos que citem sobre a prevalência das doenças neurológicas em *Cerdocyon thous*, salientando a importância de uma padronização de normalidade para a avaliação encefálica desta espécie, a qual contribuirá diretamente para melhores elucidaciones de alterações neurológicas.

#### **2.4.1 Principais Enfermidades de Origem Inflamatória**

Mielites, encefalomyelites ou meningoencefalomyelites podem ser resultado de uma variedade de doenças infecciosas ou não infecciosas. O processo inflamatório pode ser focal ou difuso. Em diversos casos de encefalite ou meningite, o principal sinal clínico é a presença de febre e aumento das células brancas no leucograma, embora estes sinais possam estar ausentes, como nos casos de processos inflamatórios focais do SNC (GAVIN, BAGLEY, 2009).

Já é descrito a aparência, por ressonância magnética, de diversas doenças inflamatórias. Para um diagnóstico específico, estudos por RM promovem informações em relação à anatomia das lesões. As lesões são mais visualizadas em imagens ponderadas em T2 ou FLAIR (hiperintensas). Anormalidades são frequentemente iso para hipointensa em imagens ponderadas em T1 pré-contraste (GAVIN; BAGLEY, 2009).

Uma das alterações já descritas por RM é a Meningoencefalite Necrosante, na qual é possível observar lesões com margens irregulares, principalmente na substância cinzenta, podendo também afetar a substância branca. É visualizado também um edema vasogênico na substância branca. Em imagens ponderadas em T1, pode-se verificar sinal de hipointensidade a isointensidade. Lesões múltiplas podem ser observadas com sinal de hiperintensidade tanto em imagens ponderadas em T2 quanto em FLAIR (CHERUBINI et al., 2006).

A Meningoencefalite eusinoéfilica possui imagens por ressonância magnética, ponderadas em T1 e FLAIR mostrando sinais de hipointensidade difusa na substância cinzenta do cérebro, assim como aumento dos sulcos cerebrais. Em imagens ponderadas em T2 pode-se detectar difusa hiperintensidade no córtex cerebral e aumento do espaço subaracnoide (SALVADORI et al., 2007).

A Encefalite é caracterizada pelo aumento mal definido na intensidade de sinal do parênquima em T2, em geral mais aparente na sequência em FLAIR (THRALL, 2013).

## 2.4.2 Principais Enfermidades de Origem Infecciosa

### 2.4.1.2 Raiva

A raiva é considerada uma das zoonoses de maior importância em Saúde Pública, não só por sua evolução letal, como também por seu elevado custo social e econômico. É uma antropozoonose conhecida desde os tempos remotos, caracterizada por uma encefalomielite aguda fatal nos animais e no ser humano (ACHA, 1967).

Vários canídeos silvestres são considerados reservatórios do vírus rábico. No Brasil, o ciclo silvestre terrestre da raiva é representado principalmente por *Callithrix jacchus* (saguís) ou *Cerdocyon thous* (cachorros-do-mato). Na região Nordeste, dois canídeos silvestres já foram relatados como reservatórios do vírus rábico: *C. thous* e *Pseudalopex vetulus* (a raposa cinzenta) (ARAUJO et al., 2014).

Após sua replicação no SNC, o vírus rábico se espalha para diferentes tecidos por meio de nervos periféricos, atinge as glândulas salivares onde fica disponível para transmissão e eliminação. Esta eliminação ocorre durante um curto período, concomitante ao aparecimento dos sinais clínicos, podendo iniciar alguns dias antes do óbito do hospedeiro. Ocasionalmente, pode ocorrer morte súbita do animal, sem a manifestação de qualquer sinal clínico (JORGE et al., 2010).

A doença é caracterizada por sinais neurológicos resultantes do comprometimento do sistema nervoso central (SNC), secundários à uma encefalite (REICHMANN, 2000).

O vírus da raiva adaptou-se a determinadas espécies, denominadas de hospedeiros naturais, as quais servem como reservatórios do vírus. Durante esse

processo de adaptação, modificações genômicas e antigênicas são geradas, originando as chamadas variantes virais (BATISTA et al., 2007). Os principais vetores são os morcegos hematófagos. Outros animais silvestres relatados como vetores são cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), raposa (*Dusicyon vetulus*), guaxinim (*Procyon cancrivorus*), gambá (*Didelphis spp.*), sagui (*Calithrix spp.*) e sagui-do-tufo-branco (*Calithrix jacchus*) (MENDES, 1997; BRASIL, 2009).

A raiva em animais silvestres é distribuída em diferentes estados brasileiros. Casos envolvendo cachorro-do-mato como foram registrados no Maranhão, Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Goiás (BRASIL, 2007).

Não foram encontrados na literatura relatos sobre os sinais clínicos da raiva em cachorros do mato. Entretanto, Cubas et al., 2006, descreveram os principais sinais clínicos da raiva em animais silvestres como a raposa. Relatam que, em raposas, os sinais clínicos são caracterizados por apatia, paralisia de membros pélvicos, ataxia, espasmos musculares, fadiga, tremores, convulsões, mioclonias, agitação e agressividade.

Mani et al., 2003, referem que a neuroimagem é pouco realizada em casos de raiva pois os sinais clínicos da doença são clássicos e de rápida evolução, porém, em raros casos em humanos, ocorre a raiva em sua forma paralítica, onde os sinais clássicos não estão presentes e podem ser confundidos com outras doenças, especialmente a encefalomielite disseminada. Nestes casos, a RM encefálica contribui para o diagnóstico final, onde mostrará hipersinal bilateral em tálamo, gânglios basais, mesencéfalo, ponte e medula em imagens ponderadas em T2.

#### 2.4.1.2 Cinomose

Cinomose é uma doença viral altamente contagiosa causada pelo vírus da cinomose canina, um Morbillivirus da família Paramyxoviridae (FENNER 2004). Além de cães, cinomose afeta várias outras espécies de carnívoros, entretanto, o cão representa o principal reservatório para o vírus da cinomose e serve como fonte de infecção para carnívoros selvagens (MOLL et al., 1995).

O vírus da cinomose canina foi relatado em todo o mundo em canídeos selvagens. Em um parque nacional na Argentina, foram observados os *Cerdocyon*

*thous* apresentando sinais neurológicos e óbitos onde, após coleta de exames laboratoriais, foram diagnosticados com cinomose (FERREYRA et al., 2009).

Whiteman (2007) referiu que uma das ameaças à espécie são as enfermidades adquiridas de animais domésticos, como cinomose. Jorge (2008) identificou a exposição de *Cerdocyon thous* aos vírus da cinomose e da raiva.

Como marca característica da cinomose, é referida a desmielização, principalmente em fase aguda da infecção pelo vírus da cinomose canina. A RM é uma importante ferramenta para avaliação da desmielinização, onde mostrará lesões hiperintensas e perda de contraste entre a substância cinzenta e branca em imagens ponderadas em T2 (NOETHEN et al., 2008).

### **2.4.3 Enfermidades de Origem Traumática**

A RM contribui no aumento da detecção e na melhor caracterização das lesões traumáticas encefálicas e de suas possíveis complicações. Ela mostra excelente definição das estruturas encefálicas, muito superiores em relação à TC, gerando imagens multiplanares, sendo um método mais sensível que a TC para a detecção de lesões intracranianas, especialmente aquelas não hemorrágicas, hemorrágicas de pequeno volume, ou de localização profunda (GATTÁS, 2011).

#### **2.4.3.1 Edema cerebral**

O edema cerebral caracteriza-se por acúmulo de fluídos no espaço intravascular, intracelular ou intersticial, produzindo aumento volumétrico encefálico. É muito comum ocorrer secundário à traumatismos crânio encefálicos (TCEs) graves. O edema cerebral atinge um pico máximo de desenvolvimento entre 24 e 48 horas após o trauma. qualquer edema irá apresentar na RM hipossinal em T1 e hipersinal em T2 ou FLAIR (GÁTTAS, 2011).

Sob injúria, o edema cerebral ocorre entre 24-48 horas, podendo persistir por uma semana ou mais. O edema sempre aparecerá como área hipointensa em relação ao parênquima neural, em imagens ponderadas em T1, e como área hiperintensa em relação ao parênquima normal, em sequências ponderadas em T2 (GAVIN; BAGLEY, 2009).

#### 2.4.3.2 Hemorragia subaracnóide traumática

A hemorragia subaracnóide traumática é caracterizada pelo extravasamento de sangue no espaço subaracnóide. Está presente na maioria dos casos de traumatismo crânio encefálico (TCE) moderados ou graves. A quantidade da hemorragia subaracnóidea deve ser correlacionada com a severidade do TCE, e, havendo alguma desproporção, deve-se suspeitar de lesão vascular maior associada. A RM, principalmente através das sequências ponderadas em T2 e FLAIR, serão sensíveis à detecção de hemorragia subaracnóidea, evidenciando-a como hipersinal (GATTÁS, 2011).

#### 2.4.3 Enfermidades Neoplásicas

As neoplasias do SNC são relatadas na Medicina Veterinária com alta frequência e variedade. O diagnóstico destas afecções vem aumentando com a utilização de técnicas de imagens como a TC e a RM (STORTS, 1995).

As neoplasias podem ser primárias, com origem no próprio tecido nervoso, ou secundárias, na forma de metástases ou por infiltração a partir de estruturas vizinhas (O'BRIEN; COATS, 2010).

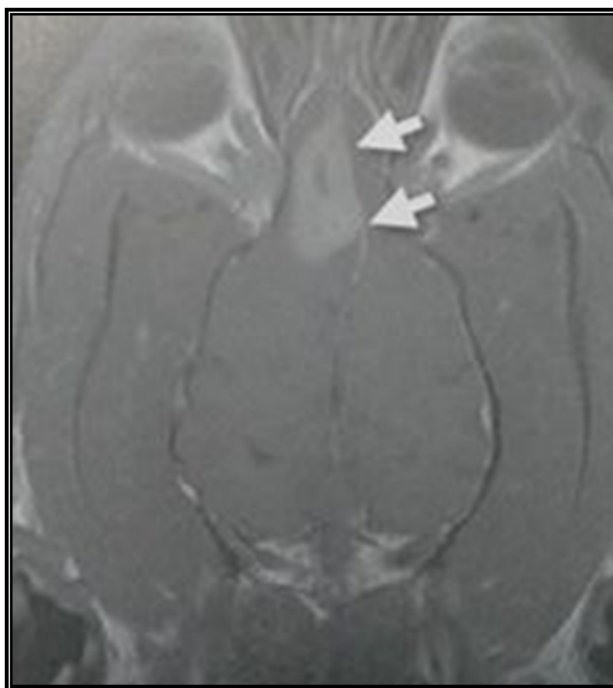
O diagnóstico presuntivo dos tumores em SNC pode ser estabelecido de acordo com o histórico, a raça, a idade, os sinais neurológicos, a evolução dos sinais e os resultados de exames complementares, entre eles, a RM. Entretanto, o diagnóstico definitivo só pode ser estabelecido através da análise histológica, realizada através da biópsia ou pela necropsia (O'BRIEN; COATS, 2010).

#### 2.4.3.1 Meningiomas

É o tipo de tumor encefálico mais comum em cães e gatos. Este tipo de tumor costuma apresentar áreas de hemorragia e mineralização (calcificação). A hemorragia pode apresentar variação na RM dependendo de sua duração e evolução. Meningiomas podem ter variação em sua apresentação à RM em imagens ponderadas em T1 e T2. O edema peri tumoral pode contribuir para o aparecimento deste, como forma de efeito em massa (figura 4) (GAVIN; BAGLEY, 2009).

De modo geral, meningiomas são isointensos a hipointensos ao tecido cortical em imagens ponderadas em T1, previamente à administração do contraste. Em T2 aparecem como hiperintensos (GAVIN; BAGLEY, 2009).

De acordo com Kinoshita e Yokota (1997), na ressonância magnética os meningiomas são massas extra-axiais sólidas homogêneas, em sua maioria iso ou levemente hipointensas em T1 e com sinal variável em T2, e que apresentam intenso realce após administração do contraste. Referem ainda que o estudo multiplanar permite melhor avaliação da relação do tumor com a meninge e com o cérebro adjacente.



*Figura 4-* RM (sequência T1 pós-contraste) na detecção de um Meningioma em canino doméstico. Setas evidenciam efeito massa, com desvio da linha média.  
Fonte: GAVIN; BAGLEY, 2009.

#### 2.4.3.2 Gliomas

Estes tipos de tumores originam-se das células de suporte do cérebro, e incluem astrocitomas, oligodendromas, glioblastomas e ependimomas. Podem variar de acordo com sua malignidade como tumores de baixo grau e progressão lenta a tumores de alto grau, pouco diferenciados e altamente malignos. Os tumores de células gliais possuem um aspecto altamente variável em suas características à imagem de RM. Diferente dos meningiomas, estes tumores apresentam mínimo realce após administração do contraste e, ocasionalmente, não apresentam

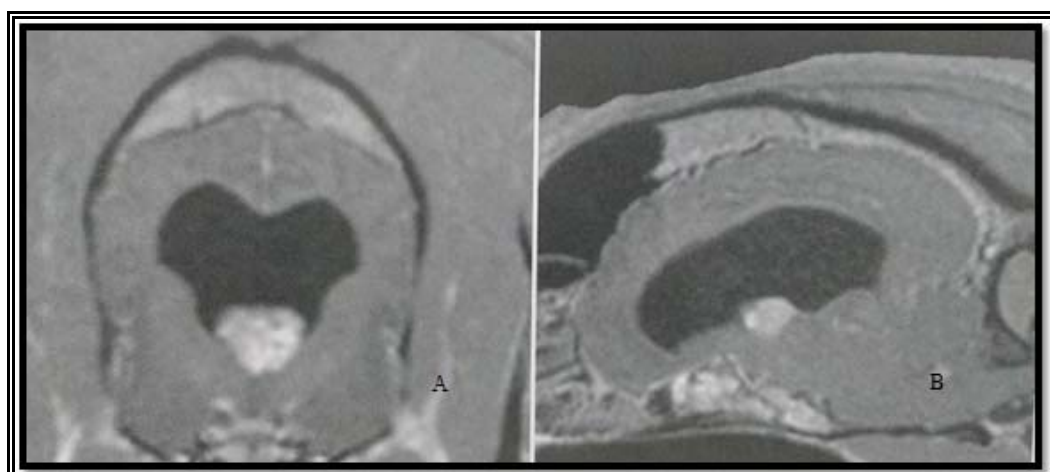
qualquer acentuação de contraste. São tumores pouco definidos e com graus variados de edema periférico (THRALL, 2013).

Com RM, gliomas usualmente aparecem como hiperintensos em imagens ponderadas em T2 e hipointensos em T1. Em casos mais avançados, necrose e hemorragia podem criar uma aparência heterogênea deste tumor (GAVIN; BAGLEY, 2009)

#### 2.4.3.3. Tumores de Plexo Coróide

Os tumores de plexo coróide são comuns em cães, ocorrendo em quase todos os componentes do sistema ventricular intracraniano, mas mais comumente no terceiro ventrículo e no recesso lateral do quarto ventrículo. A hidrocefalia obstrutiva pode ocorrer (Figura 5). Uma importante característica distinguível dos tumores de plexo coróide na RM é que eles estão localizados no interior de um ventrículo e, assim como os meningiomas, apresentam realce acentuado após administração do meio de contraste (TRHALL, 2010).

Gavin e Bagley (2009) referiram que tumores do plexo coróide são comumente hiperintensos em T2 e isointensos em T1. Os autores citaram ainda que obstrução secundária do sistema ventricular pode ocorrer, resultando em hidrocefalia associada à esta neoplasia.



*Figura 5– A- plano transversal, B- Sagital. Imagens por RM ponderadas em T1 pós contraste evidenciam massa com realce no interior do terceiro ventrículo, a qual está associada à hidrocefalia obstrutiva em um canino doméstico.*

Fonte: TRHALL, 2010.

#### 2.4.3.4. Metástases

Neoplasias metastáticas para o cérebro podem sempre ocorrer. Geralmente são variações tumorais mais agressivas e muitas vezes aparentes em sequencias ponderadas em T2 e FLAIR. Usualmente, metástases são encontradas primeiramente na junção da substância branca e cinzenta, mas obviamente podem estar presente em qualquer localização (GAVIN; BAGLEY, 2009.).

#### 2.4.4 Lesões Vasculares.

##### 2.4.4.1 Infartos

Os infartos podem ser oclusivos ou hemorrágicos. O infarto oclusivo ocorre mais comumente no cerebelo, e por RM, aparecem como área hiperintensa em T2 que geralmente fica mais aparente em sequência FLAIR. Esta área de hiperintensidade é pouco definida. Em T1 aparece como área hipointensa. Uma importante diferenciação de processos neoplásicos para infartos oclusivos é que o infarto oclusivo apresenta pouco ou nenhum realce após contraste. Outra diferenciação importante do infarto oclusivo para processos neoplásicos é que o efeito massa se resolve. Entretanto, em alguns casos, é necessário biópsia para a diferenciação (THRALL, 2013).

Infartos hemorrágicos estão mais comumente ligados à hipertensão, trombocitopenia ou outras coagulopatias. As características das imagens por RM podem ser similares a de um infarto oclusivo, no entanto, a hemorragia começa a apresentar um aspecto particular nas imagens por RM com a maturação do hematoma (THRALL, 2013), conforme relatado no quadro 2.

Quadro 2- Variação do aspecto do hematoma, conforme o tempo de evolução.

FASE	TEMPO	T1	T2
<b>Hiperaguda</b>	<24 horas	Iso ou hipointenso	Hiperintenso
<b>Aguda</b>	1-3 dias	Iso ou hipointenso	Hipointenso
<b>Subaguda precoce</b>	>3 dias	Hiperintenso	Hipointenso
<b>Subaguda tardia</b>	>7 dias	Hiperintenso	Hiperintenso
<b>Crônica</b>	>14 dias	Iso ou hipointenso	Hipointenso

Fonte: Adaptação de THRALL, 2013.

## 2.4.5 Alterações Estruturais

### 2.4.5.1 Hidrocefalia

A hidrocefalia é o acúmulo excessivo do líquido no interior do sistema ventricular, que ocorre quando o fluxo normal é obstruído, impedindo que o fluido seja absorvido, ou quando existe uma disparidade entre a produção e a absorção. A forma congênita é a mais comum, onde ocorre o acúmulo de líquido antes ou logo após o nascimento, secundário à uma mal formação na via do fluido. Menos frequente, a hidrocefalia pode ocorrer secundária à uma neoformação. É uma imagem característica por RM (Figura 6) , onde visualiza-se um aumento das dimensões do sistema ventricular (THRALL,2013).

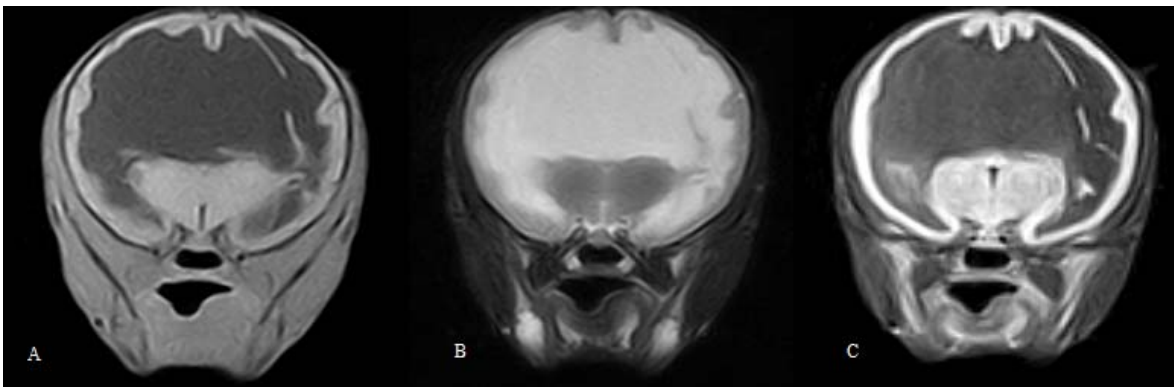


Figura 6- *Cerdocyon thous* com hidrocefalia congênita. A- imagem ponderada em T1. B- imagem ponderada em T2. C- FLAIR.

Fonte: Departamento de Radiologia Veterinária – FMVZ – Unesp Botucatu.

### 2.4.5.2 Alterações Senis

Frequentemente são relatadas alterações de dilatação do sistema ventricular, associado ao adelgaçamento do parênquima encefálico. Estas alterações são usualmente secundárias ao processo de atrofia cerebral (COFFEY et al., 1992).

Thames e colaboradores (2010) também citam a dilatação do sistema ventricular associada à degeneração cerebelar em cães de diferentes idades e de diferentes padrões raciais.

*Objetivos*

---

---

### 3. OBJETIVOS

Diante do exposto, com o presente trabalho objetivou-se:

- ✓ Estabelecer parâmetros para avaliação encefálica em cachorros do mato (*Cerdocyon thous*) clinicamente saudáveis, por ressonância magnética;
- ✓ Descrever a anatomia topográfica por meio de imagens de ressonância magnética, obtendo dados de normalidade de estruturas anatômicas de *Cerdocyon thous*, fornecendo subsídios para a compreensão da fisiologia, comportamento e evolução, contribuindo diretamente para a elucidação diagnóstica de doenças nesta espécie.

## *Materialis e método*

---

---

## 4.MATERIAIS E MÉTODO

### 4.1 ANIMAIS

Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), campus Botucatu, sob processo número 38/2015 (anexo 1). Também teve sua aprovação pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO), sob protocolo número 50249 (anexo 2).

Para a realização desta pesquisa, foram selecionados 11 cachorros do mato (*Cerdocyon thous*) clinicamente saudáveis, homogêneos para idade (9 meses) e peso (4,2 a 6,0 Kg), provenientes do CEMPAS (Centro de Medicina e Pesquisa em Animais Selvagens) – FMVZ UNESP Botucatu. Como critério de inclusão, os animais deveriam apresentar resultados normais para hemograma, serem negativos para Cinomose através do teste de reação em cadeia da polimerase (PCR), e possuírem avaliação ultrassonográfica abdominal total dentro dos padrões de normalidade.

Os procedimentos foram realizados no Serviço de Radiologia Veterinária da FMVZ- UNESP Botucatu.

### 4.2 PREPARO DOS ANIMAIS E PROCEDIMENTO ANESTÉSICO

Os cachorros-do-mato foram submetidos a jejum alimentar e hídrico por 12 horas, prévio ao exame de ressonância magnética, devido ao procedimento anestésico. Foram capturados com puçá, e foi realizada a contenção química com Quetamina 10 mg/kg, Midazolam 0,3 mg/kg e Metadona 0,25 mg/ kg ou Nalbufina 0,5 mg/kg, por via intramuscular. Em seguida foi realizada a punção da veia cefálica com cateter 22 G, para administração de solução Ringer com Lactato na taxa de 5 ml/kg/hora e indução da anestesia com Propofol – 5 mg/kg por via intravenosa. Os animais foram intubados para manutenção com anestesia inalatória, utilizando Isoflurano.

Durante todo o procedimento anestésico, foram monitorados frequência cardíaca e traçado de ecocardiograma, saturação parcial de hemoglobona, frequência respiratória e pressão arterial utilizando um monitor multiparamétrico.

Após a conclusão do exame, foi interrompida a administração do Isoflurano e, havendo a recuperação do reflexo laringotraqueal, precedeu-se a extubação do animal. Todos estes foram acompanhados e monitorados até total recuperação anestésica.

#### 4.3 HEMOGRAMA

Após terem sido anestesiados, foram coletados 2 mililitros (ml) de sangue da veia jugular e colocados em um tubo plástico contendo anticoagulante EDTA. O material coletado foi encaminhado para o laboratório clínico do hospital veterinário FMVZ-UNESP Botucatu, para a realização dos testes bioquímicos de uréia e creatinina.

#### 4.4 PCR PARA CINOMOSE

Por meio de cistocentese guiada por ultrassonografia, foram coletados 5 ml de urina para realização de PCR para exclusão de Cinomose.

#### 4.5 ULTRASSONOGRAFIA ABDOMINAL

A ultrassonografia foi realizada para exclusão de possíveis doenças abdominais nesses animais. Para tanto, foi feita a tricotomia ampla do abdômen ventral, desde o oitavo espaço intercostal até o púbis, e lateralmente, na mesma extensão até a região dos músculos sublombares, e realizado a varredura abdominal completa. Como meio de contato para transmissão ultrassonográfica foi utilizado Carbogel®.

#### 4.6 RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

Os animais foram submetidos ao exame de ressonância magnética e, para tanto, foram colocados sobre a mesa Skanks MRI Veterinary Equipament em decúbito dorsal. As imagens encefálicas foram adquiridas por meio de um equipamento de ressonância magnética de baixo campo magnético de 0,25 Tesla (Esaote® Vet-MR). Os animais foram posicionados em decúbito lateral direito, sendo que o crânio foi disposto de modo simétrico no interior da bobina mais adequada de acordo com as dimensões cranianas (Figura 7).

Foram utilizados os planos transversal, sagital e dorsal em todos os animais, com cortes de 0,3 milímetros de espessura (Figura 8).

As seguintes sequências de pulso de radiofrequência para obtenção de imagem de ressonância magnética foram utilizadas:

- Spin echo ponderada em T1.
- Spin echo ponderada em T2.
- FLAIR (Fluid attenuation inversion recovery)
- Turbo 3D ponderada em T1.

As imagens foram armazenadas e posteriormente avaliadas em cada sequência para definição de um padrão de normalidade da ressonância magnética encefálica de cachorro do mato (*Cerdocyon thous*).

A descrição anatômica foi baseada na metodologia de Yokochi e Drecoll (2016).



Figura 7– Foto ilustrando bobina utilizada durante o exame de RM e o monitor multiparamétrico.

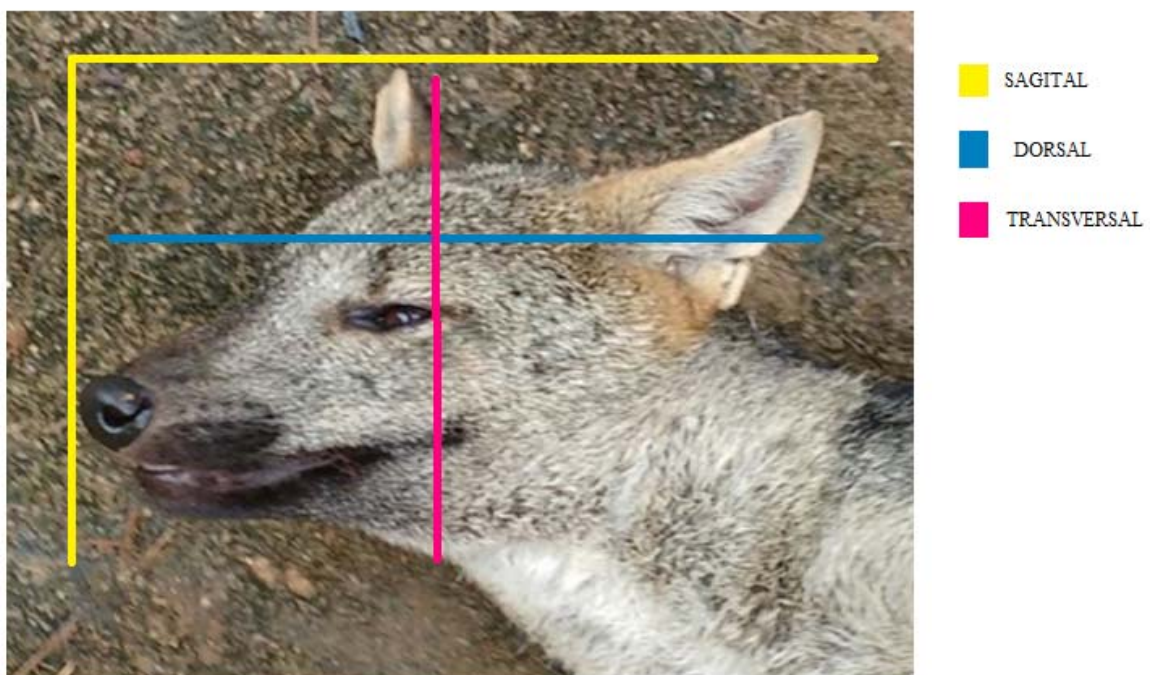


Figura 8- Representação esquemática dos planos anatômicos por RM, de Cachorros-do-mato.

## *Resultados*

---

---

## 5. RESULTADOS

Conforme descrito na metodologia, foi possível a realização dos planos transversal, dorsal e sagital (Figura 9).

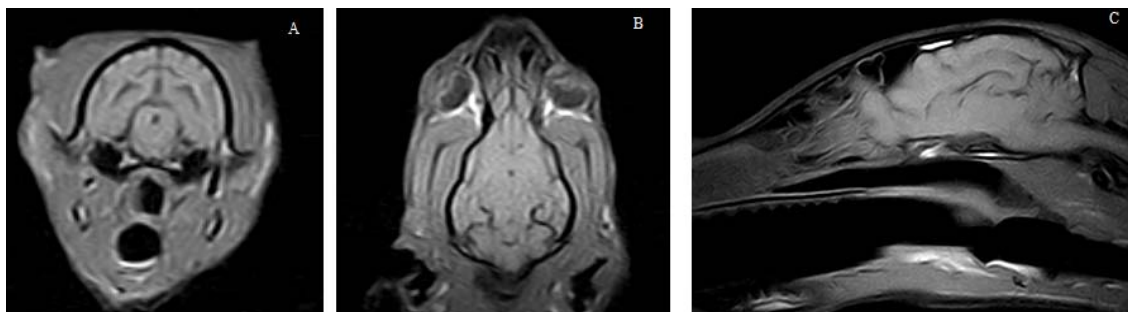


Figura 9 - Imagem de RM de encéfalo de *Cerdocyon thous*, demonstrando os planos. A- Transversal. B- Dorsal. C- Sagital.

Em corte sagital, imagens ponderadas em T1, foi possível a distinção dos lobos cerebrais, sendo eles lobo frontal, lobo parietal, lobo occipital e lobo temporal (Figura 10). Já em corte transversal, ainda em sequência ponderada em T1, foi possível a delimitação do diencéfalo, mesencéfalo, lobo temporal e lobo parietal (Figura 11).

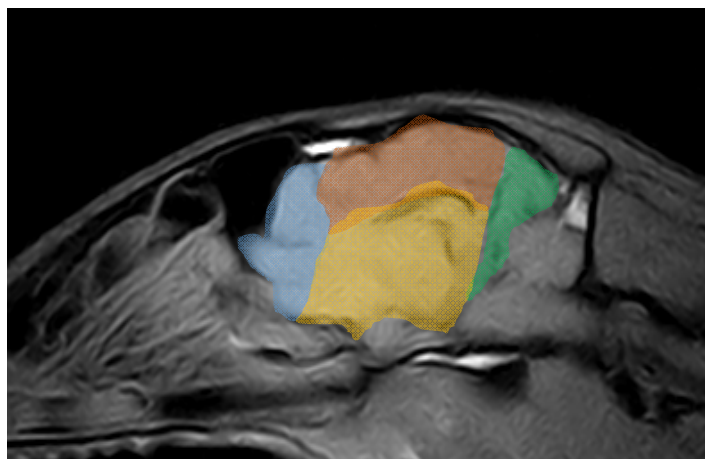


Figura 10 - Imagem de RM encefálica de *Cerdocyon thous*, corte sagital em sequência ponderada em T1, demonstrando os lobos cerebrais. Em azul, área correspondente ao lobo frontal. Em vermelho, área correspondente ao lobo parietal. Circundado em verde, área correspondente ao lobo occipital. Área circundada em amarelo, região correspondente ao lobo temporal.

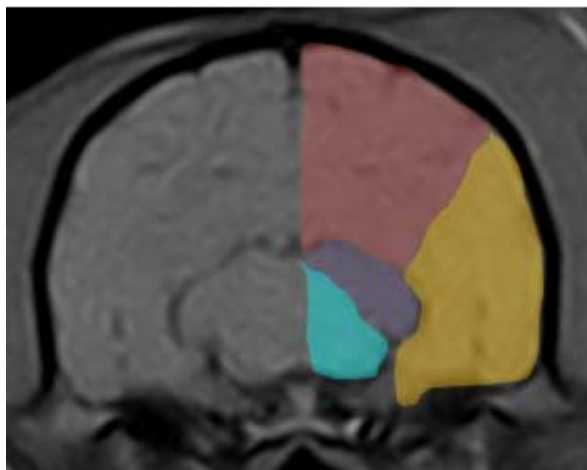


Figura 11- Imagem de RM encefálica de *Cerdocyon thous*, corte transversal em sequência ponderada em T1, demonstrando em azul claro o mesencéfalo, em lilás o diencéfalo, em amarelo o lobo temporal e em vermelho o lobo parietal.

### 5.1 IMAGENS OBTIDAS EM PLANO TRANSVERSAL

No plano transversal, em cortes no sentido rostro-caudal, nas imagens localizadas em sentido mais rostral, foi possível a delimitação de estruturas extra encefálicas como os etmoturbinados, os bulbos oculares, o vômer, o meato nasofaríngeo, o osso palatino e a língua, em todos os animais avaliados (Figura 12). Seguindo caudalmente, visualiza-se o seio frontal, fissura cerebral longitudinal, bulbo olfatório e etmoturbinados (Figura 13).

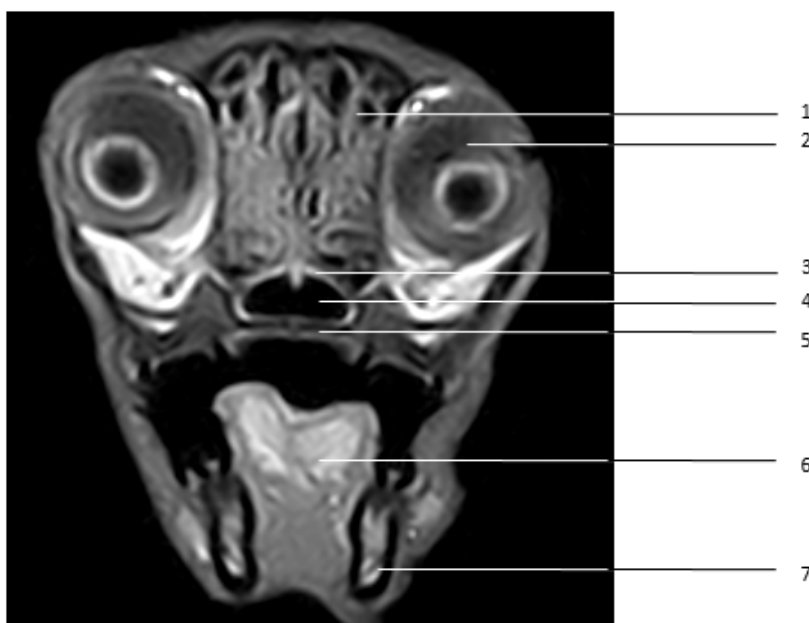


Figura 12- Imagem de RM encefálica de *Cerdocyon thous*, corte transversal, região mais rostral, em sequência ponderada em T1. 1- Ossos Etmoturbinados, 2- Bulbo ocular. 3- Vômer. 4- Meato nasofaríngeo. 5- Osso palatino. 6- Língua. 7- Alveolar inferior (artéria, veia e nervo).

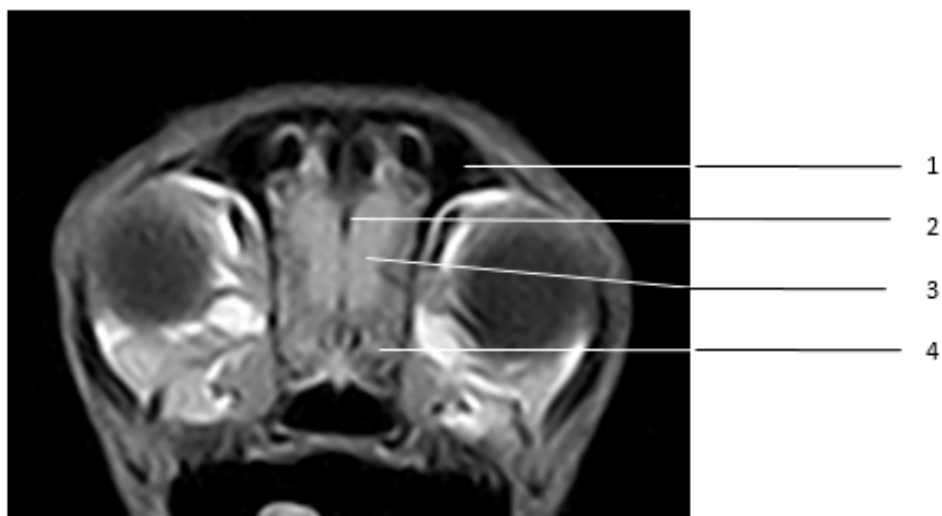


Figura 13- Imagem de RM encefálica de *Cerdocyon thous*, corte transversal, região rostral, em sequência ponderada em T1. 1- Seio frontal. 2- Fissura cerebral longitudinal. 3- Bulbo olfatório. 4- Ossos Etmoturbinados.

Em localização ainda rostral, é possível a visibilização do telencéfalo, a localização do bulbo olfatório e fissura cerebral longitudinal (Figura 14).

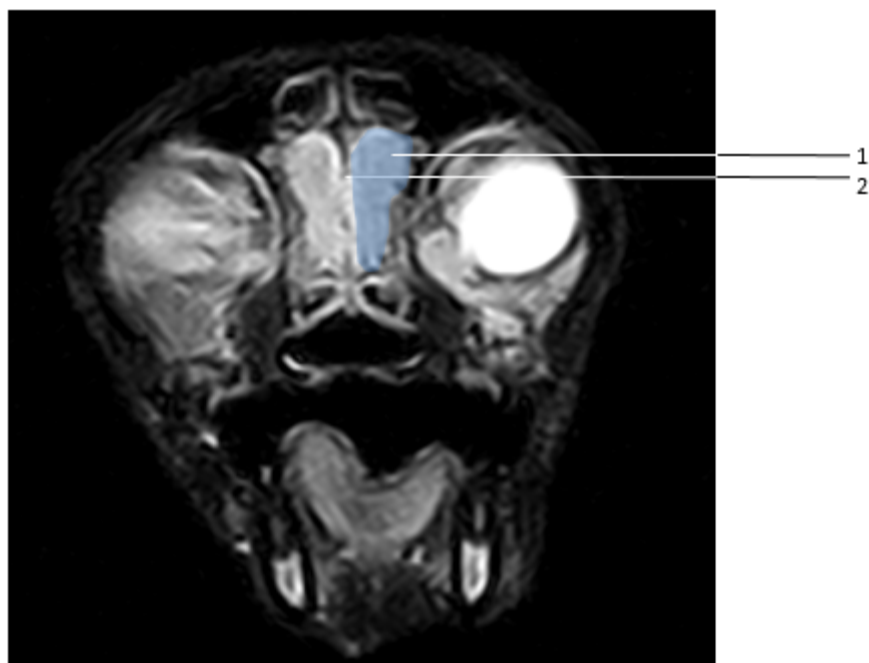


Figura 14 - Imagem de RM encefálica de *Cerdocyon thous*, corte transversal, região rostral, em sequência ponderada em T1. 1- Bulbo olfatório. 2- Fissura cerebral longitudinal. Área delimitada em azul corresponde ao telencéfalo.

Foram realizadas sequências ponderadas em T1 e T2, nas quais foi possível a obtenção de bom contraste para identificação das estruturas anatômicas clinicamente relevantes do encéfalo de *Cerdocyon thous*. Desta forma, nas Figuras 15 e 16 foram demonstradas as estruturas avaliadas, sendo comparadas quando realizadas com imagens ponderadas em T1 e T2, onde em T1 foi possível uma melhor descrição anatômica das estruturas, sendo que os fluidos fisiológicos aparecem com hiposinal, e em T2, foram obtidas imagens onde os fluidos fisiológicos aparecem com hipersinal. Sendo possível desta forma, a exclusão de processos patológicos em todos os animais presentes no estudo. Ainda foram realizadas sequências Spin Echo Turbo 3D e Flair, as quais também auxiliaram diretamente para uma melhor descrição e localização anatômica, assim como na exclusão processos patológicos pré-existentes.

Com a comparação das imagens ponderadas em T1 e T2 realizou-se também a distinção entre substância branca e cinzenta, conforme demonstrado ainda na Figura 16.

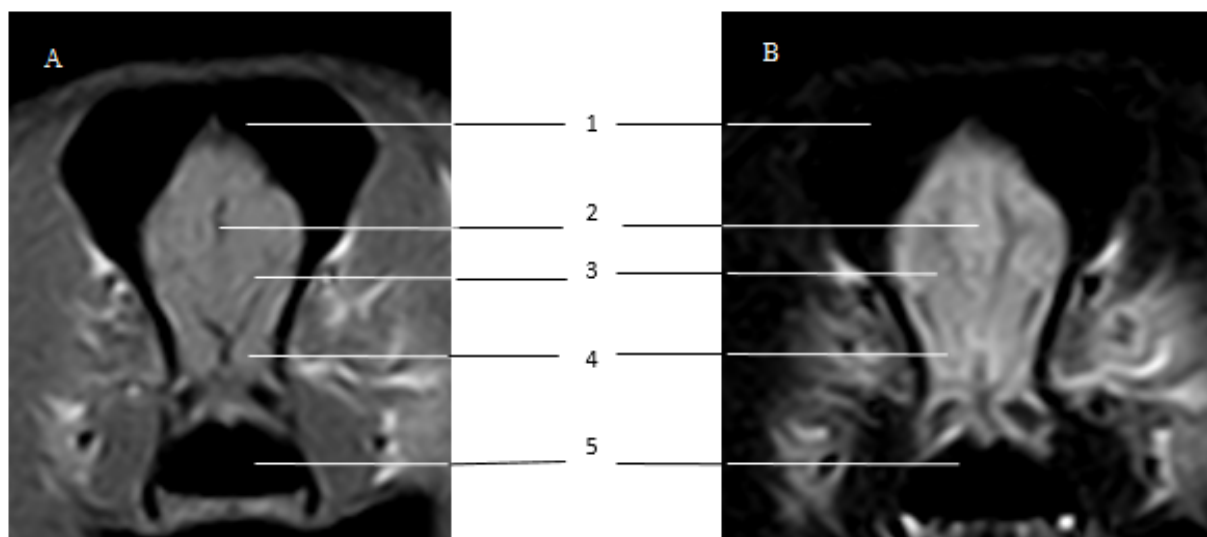


Figura 15 - Imagem de RM encefálica de *Cerdocyon thous*, corte transversal, onde A- imagem ponderada em T1 e B imagem ponderada em T2. 1- Seio frontal. 2- Fissura cerebral longitudinal. 3- Lobo frontal. 4- Pedúnculo olfatório. 5- Meato nasofaríngeo.

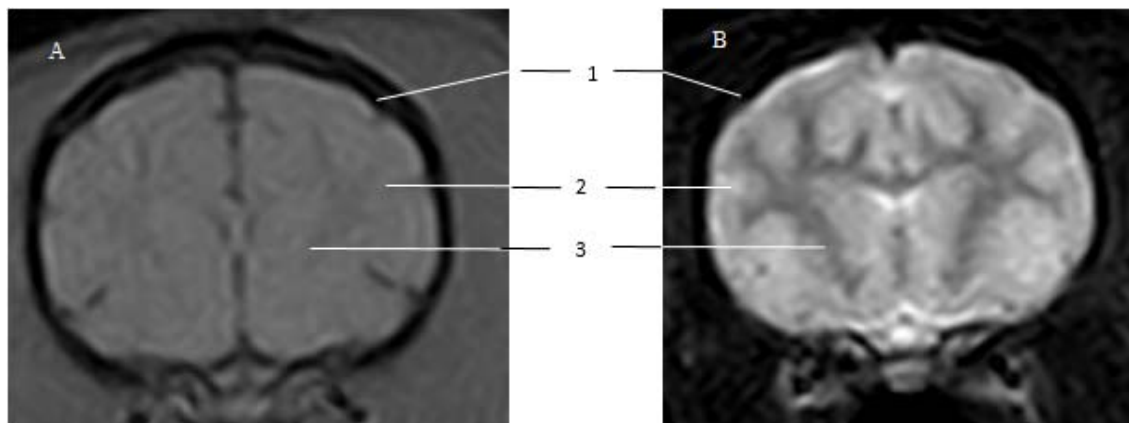


Figura 16 - Imagem de RM encefálica de *Cerdocyon thous*, corte transversal, onde A- imagem ponderada em T1 e B imagem ponderada em T2. Nesta imagem, é possível ver nitidamente a diferença de sinal entre as sequências T1 e T2. 1-Osso parietal. 2- Substância cinzenta. 3- Substância branca.

Na Figura 17 foi realizada a comparação entre sequência ponderada em T1 e T2, onde foi possível a distinção do lobo parietal, diencéfalo e lobo temporal, além da identificação de estruturas como o tálamo, aderência intertalâmica, hipotálamo e hipófise. Nesta imagem ainda foi possível visibilizar parte do sistema ventricular (ventrículos laterais e terceiro ventrículo).

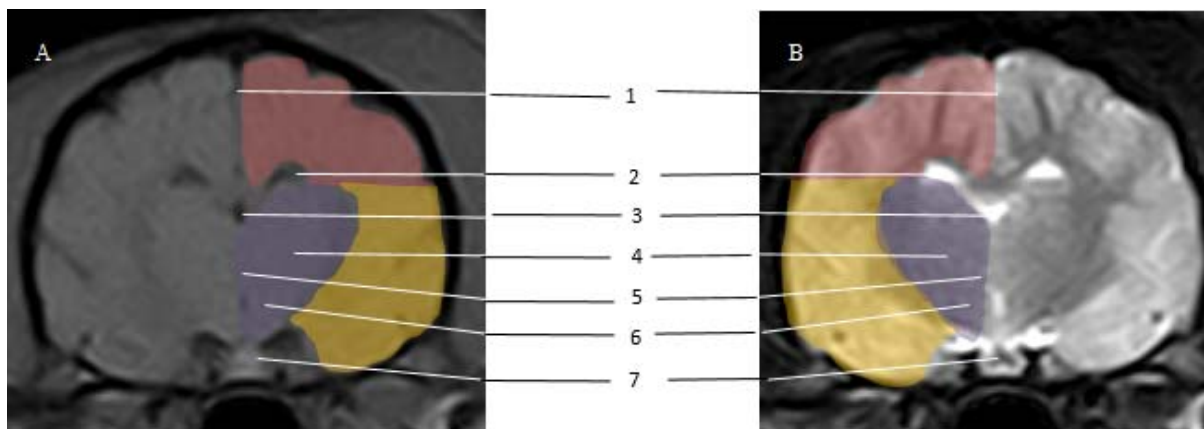


Figura 17 - Imagem de RM encefálica de *Cerdocyon thous*, corte transversal, onde A- imagem ponderada em T1 e B imagem ponderada em T2. 1- Fissura cerebral longitudinal. 2- Ventrículo lateral. 3- Terceiro ventrículo. 4- Tálamo. 5- Aderência intertalâmica. 6- Hipotálamo. 7- Hipófise. Região circundada em vermelho corresponde ao lobo parietal; em amarelo ao lobo temporal, e em lilás, corresponde ao diencéfalo.

A presença do líquido no interior dos ventrículos resulta em imagens com diferentes sinais quando comparadas em sequências ponderadas em T1, T2 ou Flair, conforme mostrado na Figura 18.

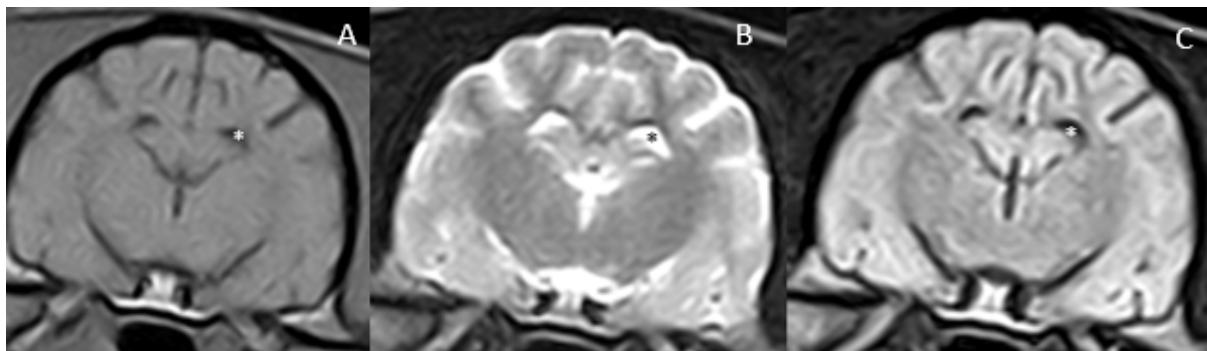


Figura 18 - Imagem de RM encefálica de *Cerdocyon thous*, corte transversal, porção média, onde A- imagem ponderada em T1, B corresponde à imagem ponderada em T2 e C corresponde à imagem em FLAIR. O asterisco (\*) mostra a localização dos ventrículos laterais e o líquido com hiposinal em T1, hipersinal em T2 e hiposinal em FLAIR.

Os giros dos lobos parietais são visibilizados nos cortes realizados mais caudais (terço médio- caudal), tanto em imagens ponderadas em T1 quanto em T2, no corte transversal, conforme exemplificado na Figura 19, onde também foi evidenciado o sistema ventricular, o hipotálamo, hipocampo e a hipófise.

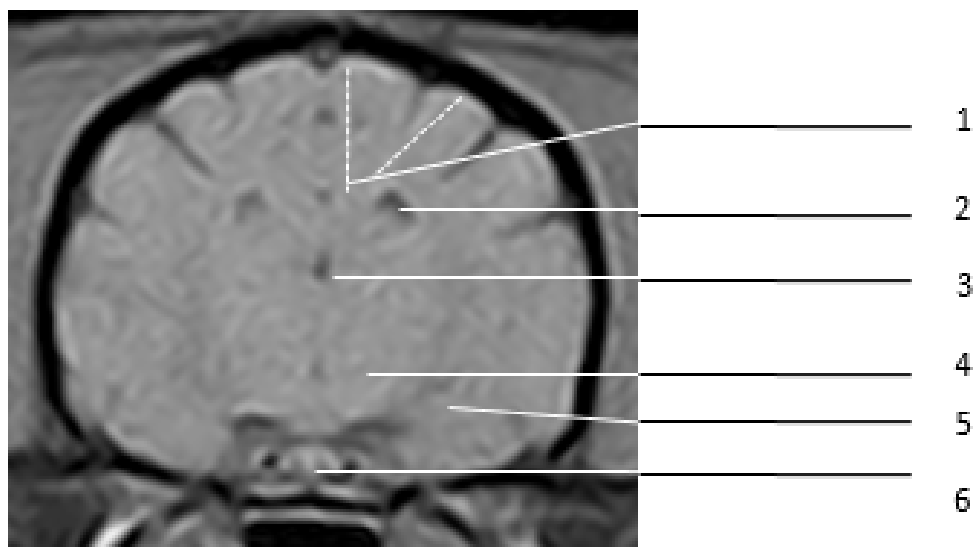


Figura 19 - Imagem de RM encefálica de *Cerdocyon thous*, corte transversal. Imagem ponderada em T1. 1- Giros do lobo parietal (linhas pontilhadas). 2- Ventriculo lateral. 3- Terceiro ventrículo. 4- Hipotálamo. 5- Hipocampo. 6- Hipófise.

Em todos os animais avaliados foram realizadas sequências FLAIR na sequência transversal, evidenciando os fluidos fisiológicos como um hiposinal (Figura 20).

O corpo geniculado (lateral e medial), assim como o hipocampo, podem ser visibilizados em imagens ponderadas em T1, em corte transversal em região médio caudal encefálica (Figura 21).

O cerebelo pode ser visibilizado em região mais caudal do encéfalo, na sequência transversal, onde também é possível a individualização do aqueduto mesencefálico (Figura 22).

Já em região caudal encefálica, ainda em sequência transversal, é visibilizado o quarto ventrículo, o vermis cerebelar, o tentório cerebelar e o lobo occipital (Figura 23).

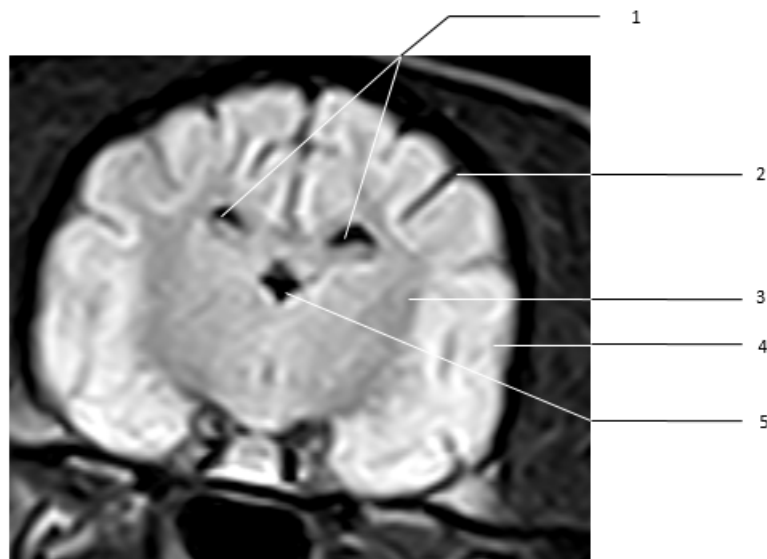


Figura 20 - Imagem de RM encefálica de *Cerdocyon thous*, corte transversal, sequência FLAIR. 1- Ventrículos laterais. 2- Meninges. 3- Substância branca. 4- Substância cinzenta. 5- Terceiro ventrículo.

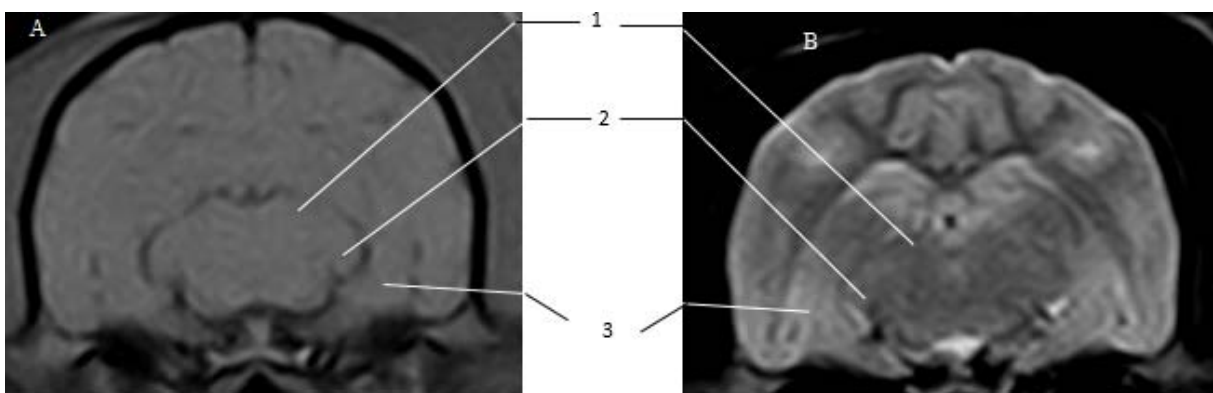


Figura 21 - Imagem de RM encefálica de *Cerdocyon thous*, corte transversal. A- imagem ponderada em T1. B- Imagem ponderada em T2. 1-Corpo geniculado lateral. 2- Corpo geniculado medial. 3- Hipocampo.

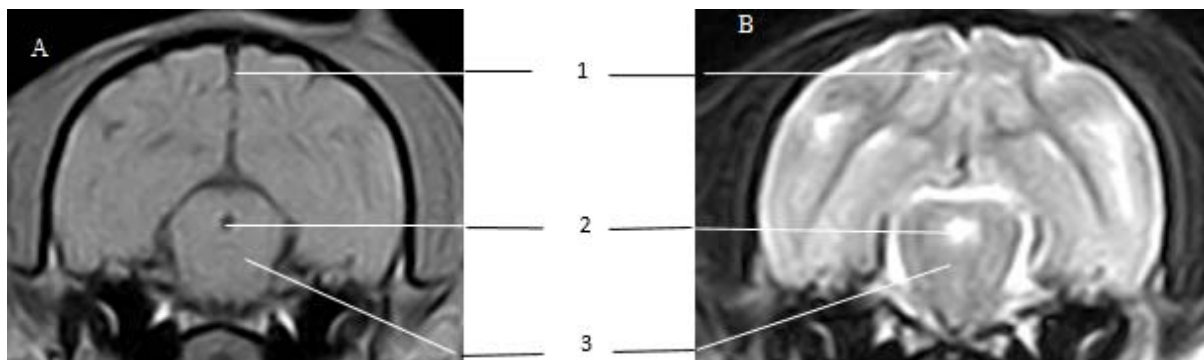


Figura 22 - Imagem de RM encefálica de *Cerdocyon thous*, corte transversal. A- imagem ponderada em T1. B- Imagem ponderada em T2. 1-Fissura longitudinal cerebral. 2- Aqueduto mesencefálico. 3- Cerebelo.

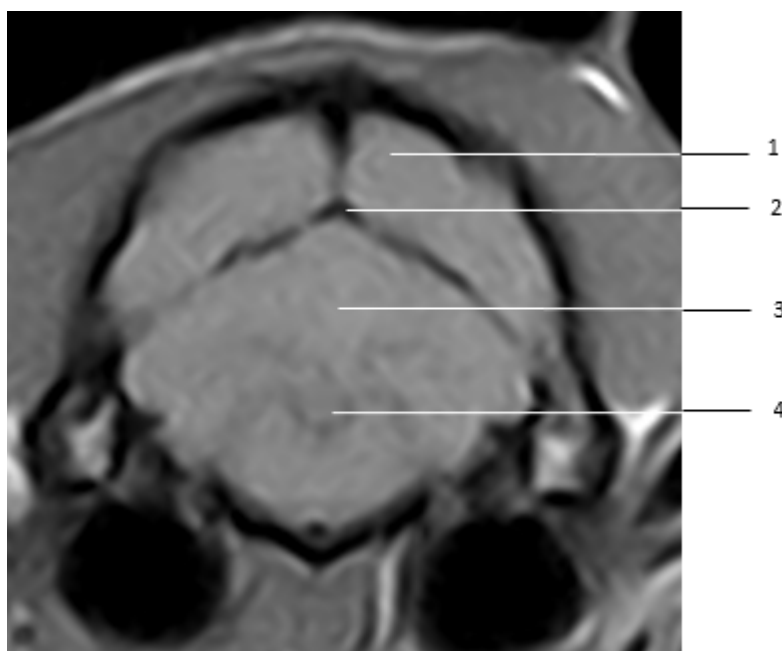


Figura 23 - Imagem de RM encefálica de *Cerdocyon thous*, corte transversal. Imagem ponderada em T1. 1- Lobo occipital. 2- Tentório cerebelar. 3- Vermis cerebelar. 4- Quarto ventrículo.

## 5.2 IMAGENS OBTIDAS EM PLANO SAGITAL

Com as seqüências obtidas em plano sagital, foi possível a delimitação precisa de estruturas como o cerebelo e a árvore cerebelar, a visualização com precisão do terceiro e quarto ventrículos, da aderência intertalâmica, do bulbo olfatório e do corpo caloso, conforme demonstrado nas Figuras 24, 25, 26 e 27.

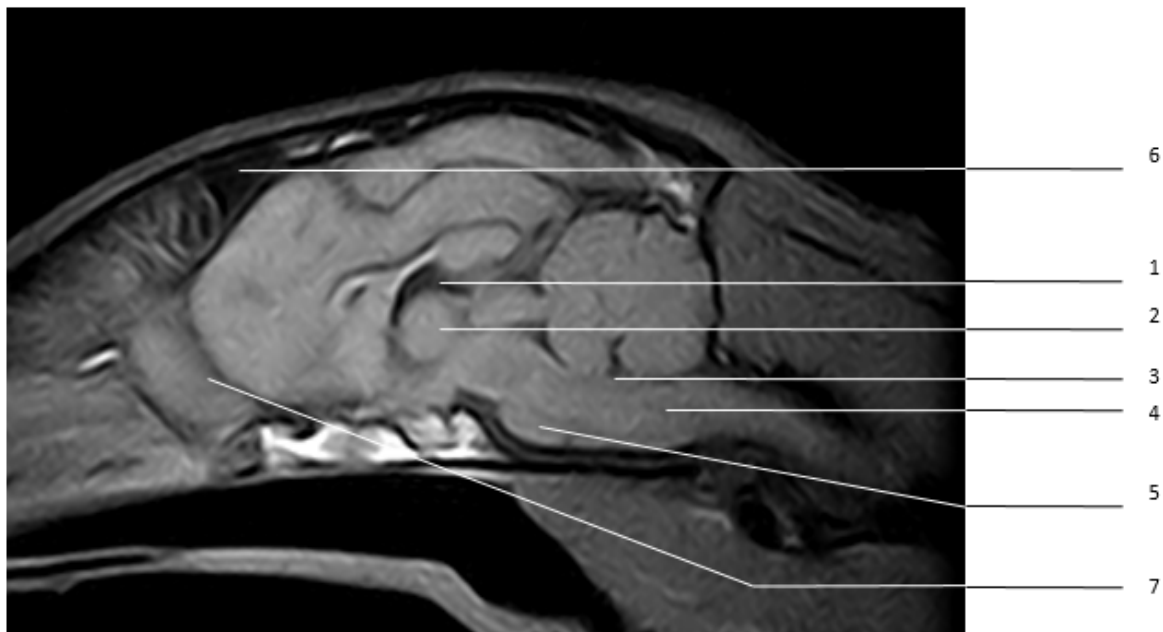


Figura 24 - Imagem de RM encefálica de *Cerdocyon thous*, corte sagital, imagem ponderada em T1, onde 1- Terceiro ventrículo. 2- Aderência intertalâmica. 3- Quarto ventrículo. 4- Medula oblonga (bulbo). 5- Ponte. 6- Seio frontal. 7- Bulbo olfatório.

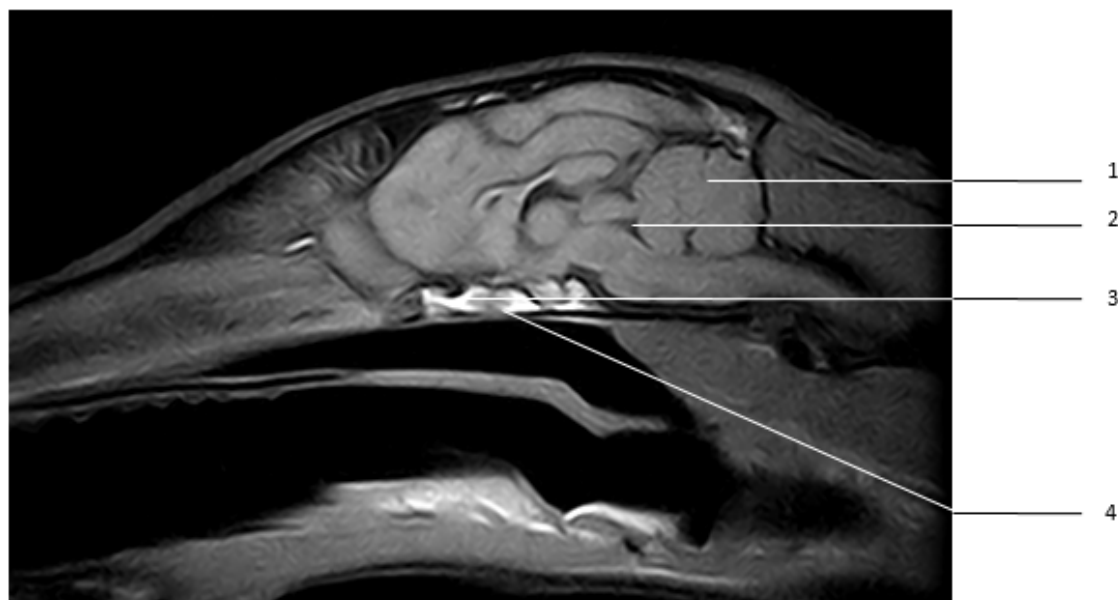


Figura 25 - Imagem de RM encefálica de *Cerdocyon thous*, corte sagital, imagem ponderada em T1, onde 1- Cerebelo. 2- Aqueduto mesencefálico. 3- Quiasma óptico. 4- Hipófise.

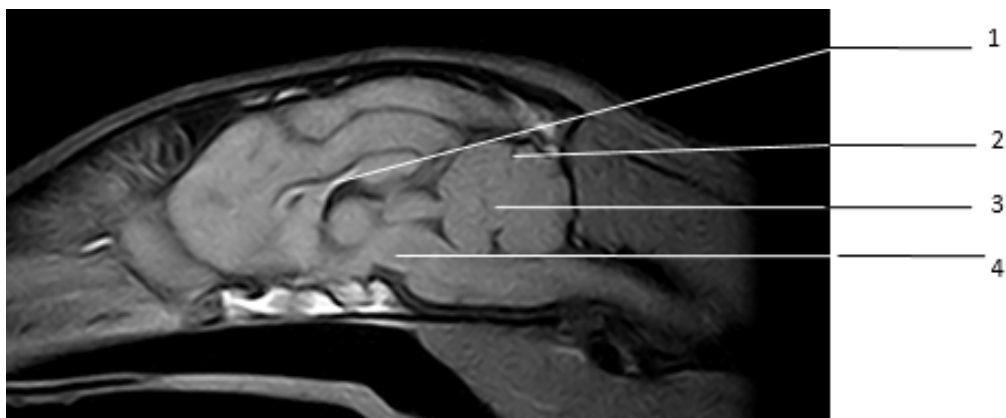


Figura 26 - Imagem de RM encefálica de *Cerdocyon thous*, corte sagital, imagem ponderada em T1, onde 1- Fórnix. 2- Fissura prima. 3- Arbore vitae do cerebelo. 4- Pedúnculo cerebral.

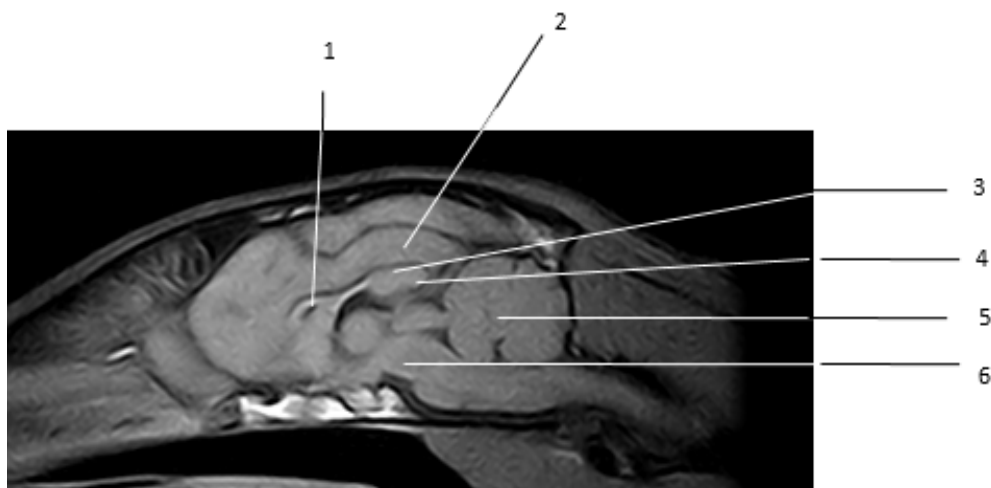


Figura 27 - Imagem de RM encefálica de *Cerdocyon thous*, corte sagital, imagem ponderada em T1, onde 1- Joelho do corpo caloso. 2- Giro do cíngulo. 3- Corpo caloso. 4- Esplênio do corpo caloso. 5- Arbore vitae do cerebelo. 6- Pedúnculo cerebral.

### 5.3 IMAGENS OBTIDAS EM PLANO DORSAL

Com as sequências obtidas em plano dorsal, foi possível a delimitação precisa do bulbo olfatório e visibilização parcial do sistema ventricular (Figura 28).

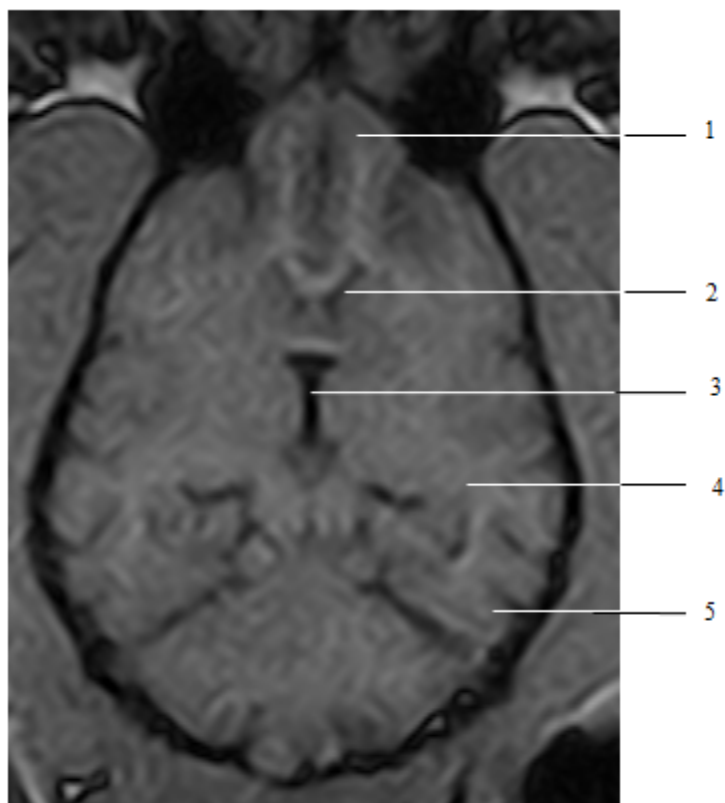


Figura 28 - Imagem de RM encefálica de *Cerdocyon thous*, corte dorsal. Sequência turbo 3D ponderada em T1. 1- Bulbo olfatório. 2- Ventrículo lateral. 3- Terceiro ventrículo. 4- Substância branca. 5- Substância cinzenta.

*Discussão*

---

---

## 6. DISCUSSÃO

Sabe-se que os cachorros-do-mato (*Cerdocyon thous*) são encontrados em todo o Brasil e, frequentemente, são encaminhados para atendimento médico veterinário. Há uma grande dificuldade em obtenção do histórico destes animais, visto que são de vida livre, salientando a importância da obtenção de exames complementares cujo o resultado auxilie diretamente no diagnóstico final.

Heleno et al (2011) referiram que a descrição anatômica de uma espécie da fauna silvestre representa uma importante contribuição, fornecendo dados para procedimentos clínicos e cirúrgicos em animais de vida livre ou de cativeiro. Pinheiro et al (2011) citaram que os cachorros do mato, exceto em seus aspectos gerais, possuem morfologia ainda pouco descrita na literatura, havendo grande necessidade de ampliação destas informações para que estes animais sejam atendidos de forma mais precisa e adequada à espécie. Diante do exposto, o presente trabalho estabeleceu parâmetros de referência anatômica para a avaliação de encéfalo, por meio da RM, utilizando cachorros do mato (*Cerdocyon thous*), sendo possível a descrição anatômica, contribuindo diretamente para a compreensão da fisiologia e comportamento animal, auxiliando para a manutenção e preservação desta espécie na fauna.

O exame de ressonância magnética mostrou-se eficaz para a adequada avaliação encefálica, associando-se múltiplas sequências para otimizar o sinal do tecido avaliado (encefálico), e possibilitou a obtenção de imagens em diversos planos anatômicos (transversal no sentido rostro-caudal, o sagital no sentido de lateralidade esquerdo/direito e o dorsal no sentido dorso-ventral), aumentando a possibilidade de diagnóstico de afecções encefálicas, caso estejam presentes, estando de acordo com o descrito por Thrall (2013) e Gavin; Bagley (2009).

Segundo Houaiss (2009), artefato é toda conclusão enganosa derivada de ensaio científico ou de medição, causada por ineficiência na aparelhagem empregada ou do método eleito. De acordo com Mazzola (2009), os principais artefatos são fantasmas e *aliasing*. Nas imagens obtidas neste estudo não foram verificados presença dos artefatos chamados de fantasma ou o *aliasing*.

Foram realizadas sequências spin-echo ponderadas em T1, T2, FLAIR e Turbo 3D ponderada em T1. Nas imagens spin-echo ponderadas em T1 foram

realizadas as descrições anatômicas, fornecendo detalhes anatômicos de forma acurada. As imagens obtidas em sequências spin-echo T2 e FLAIR foram importantes no presente estudo onde, imagens em T2 evidenciaram fluidos fisiológicos (líquor) com hipersinal e, as imagens obtidas em sequência FLAIR evidenciaram fluidos fisiológicos (líquor) com hiposinal, excluindo processos patológicos. Ainda em sequência T2, foi possível a diferenciação entre a substância branca e cinzenta de forma evidente. Estes resultados corroboram com os encontrados por Jones (2002), que cita a possibilidade da realização das sequências ponderadas em T1 para descrição anatômica e T2 para melhor diferenciação entre substância branca e cinzenta.

Todas as sequências e cortes utilizados promoveram boa correlação neuroanatômica e identificação de estruturas clinicamente relevantes. Entretanto, algumas estruturas como o quarto ventrículo, o vermis cerebelar, o hipotálamo e a hipófise não obtiveram adequada delimitação devido ao baixo sinal e pequeno tamanho destas. No presente estudo foi utilizada uma RM de baixo campo magnético, o que dificultou a identificação de estruturas de tamanho pequeno. Estes achados consentem com o estudo realizado por Leigh e colaboradores (2008), os quais realizaram o estudo da neuroanatomia em cães domésticos de diferentes raças, através da RM, na qual referiram que determinadas estruturas apresentavam baixo contraste tecidual, dificultando a identificação. Referem ainda que esta dificuldade pode ocorrer devido ao pequeno tamanho de algumas estruturas, desta forma, estas estruturas foram demarcadas baseando-se na topografia anatômica.

Dennis (1995) referiu que durante a realização do exame por RM, pode-se utilizar o contraste radiográfico. Thrall (2013) também afirmou que em alguns casos, faz-se necessário o uso de contrastes com imagens ponderadas em T1 para melhor elucidação de alguns quadros, evidenciando algumas lesões. Entretanto, no presente estudo, não foi utilizado nenhum tipo de contraste radiográfico pois foram utilizados animais hígdos e realizado padronização de normalidade, sendo que o contraste é indicado para evidenciar lesões, sejam elas de origem inflamatória, traumática ou neoplásica.

Os encéfalos dos *Cerdocyon thous* apresentaram um aspecto muito semelhante ao dos canídeos domésticos, apresentando giros e sulcos do telencéfalo demarcados e profundos, classificando-os no presente estudo como animais girencefálicos. A presença destes sulcos e giros evidentes dá-se à idade

jovem dos animais do presente estudo, sendo melhor visibilizados em cortes mais caudais, nas sequências transversal e dorsal. König; Liebich (2004) descreveram anatomicamente o encéfalo de cães domésticos com presença de circunvoluções denominadas giros e depressões chamadas de sulcos, revalidando os achados no presente estudo.

Neste estudo, delimitou-se de forma precisa o cerebelo e a *arbores vitae* do cerebelo em seu interior, sendo este localizado dorsal ao bulbo e ponte, estando de acordo com Feitosa (2004). Entretanto, este autor subdivide o cerebelo em três regiões (lobo rostral, caudal e floculonodular), subdivisão não possível no atual estudo devido à RM de baixo campo.

O sistema ventricular dos *Cerdocyon thous* foi visibilizado em todas as sequências propostas no presente trabalho (T1, T2, FLAIR e Turbo 3D ponderada em T1), e em todos os planos avaliados (dorsal, sagital e transversal), exceto o quarto ventrículo, o qual não pôde ser observado em todos os cortes. Evans (1993) refere que o terceiro ventrículo está circundando a aderência intertalâmica e é contínuo com o aqueduto mesencefálico, que o une com o quarto ventrículo, o que foi verificado no estudo presente. Evans (1993) referiu ainda que em todos os ventrículos, é possível encontrar os plexos coróides, um dos responsáveis pela produção de líquido, o que justifica no presente trabalho o hipersinal dos ventrículos em sequências ponderadas em T2 e o hiposinal em sequências ponderadas em T1 e FLAIR.

Nos *Cerdocyon thous* avaliados, não foi visibilizado em nenhum dos exames alterações de assimetria ventricular, principalmente nos ventrículos laterais, assimetrias essas já descritas por Coffey e colaboradores (1992), e Thames e colaboradores (2010). Como hipótese por não haver assimetria do sistema ventricular, é dada a idade dos animais do presente estudo, sendo todos eles jovens, visto que estas assimetrias são verificadas em animais senis e usualmente associadas ao adelgaçamento do parênquima encefálico ou degeneração cerebelar. O fato abre novas possibilidades de estudo com morfometria para confirmação das mensurações ventriculares e exclusão das assimetrias de forma quantitativa, visto que no presente estudo foi realizada somente a análise qualitativa das imagens.

Gomes (2007) citou que quando se analisa o encéfalo é possível descrever estruturas como bulbo olfatório. O bulbo olfatório nos *Cerdocyon thous* apresentou-se bem desenvolvido e localizado rostral ao telencéfalo. Foi bem visibilizado em

todos os planos estudados, sendo possível sua completa demarcação na sequência transversal rostral, em todos os cortes da sequência sagital e dorsal.

*Conclusão*

---

---

## 7. CONCLUSÃO

- Com o presente trabalho pode-se concluir que o encéfalo dos *Cerdocyon thous* é semelhante ao dos demais canídeos, classificando-os também como animais girencéfalos, abrindo possibilidades para a execução de novos estudos nesta espécie.
- Conclui-se que a RM é um método acurado para a avaliação encefálica dos *Cerdocyon thous*, fornecendo dados de relevância clínica e permitindo adequada descrição anatômica, podendo identificar de forma precisa e não invasiva lesões encefálicas.
- As sequências e planos realizados foram satisfatórios e contribuíram para a descrição da anatomia encefálica dos *Cerdocyon thous*.
- O plano mais satisfatório para a avaliação encefálica foi o plano transversal.
- A sequência T1 fornece bom delineamento anatômico, entretanto, quando o exame tem a complementação com as demais sequências como a T2, os resultados são mais satisfatórios, possibilitando melhores diferenciações das estruturas e alterações, quando estas estiverem presentes.
- A não delimitação de determinadas estruturas dá-se possivelmente pela utilização da RM de baixo campo magnético.

## *Referências*

---

---

## REFERÊNCIAS

ACHA, P.N. **Epidemiology of paralytic rabies and bat rabies.** Boletín de la Oficina Internacional de Epizootias, 1967:67:343-382

AMARAL, L. et al. MR imaging evaluation of lesions of the cranial vault: a pictorial essay. **Arq. Neuro-Psiquiatr.** São Paulo, v. 61, n. 3<sup>a</sup>, p. 521-532, sept. 2003.

ANDRADE, G., PALÁCIO, S., FRANCISCO, V.V., ABBEHUSEN, C.L., TIFERES, D.A. IPPOLITO, G., SZEJNFELD, J..Artefatos em ressonância magnética do abdome: ensaio iconográfico. **Radiol Bras** 2002;35(6):371-376

ASSHEUER, J.; SAGER, M. **MRI and CT Atlas of the Dog.** Blackwell Science, Oxford, 1997. 482p.

BATISTA, H.B.C.R. et al. Raiva: uma breve revisão. **Acta Scientiae Veterinariae.** v. 35, n. 2, p. 125-144, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Controle da raiva dos herbívoros:** manual técnico 2009. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Situação da Raiva Silvestre no Brasil. **Secretaria de Vigilância em Saúde.** Brasília: MS, 2007.

BARISSON, J.D. et al. Anatomico-radiographic description of the axial skeleton of the crab-eating fox (*Cerdocyon thous*). **Pesq. Vet. Bras.** Rio de Janeiro, v. 32, supl. 1, p. 1-3, Dez. 2012.

BELTZ, A.J.; FLETCHER, T. The brain. In: EVANS, H. E. **Miller's anatomy of the dog.** 3th ed. Philadelphia: W. B. Saunders, 1993, p. 894-952.

BERTA, A. *Cerdocyon thous*. Mammalian Species, Lawrence, n. 186, p. 1-4, 1982.

BLINDER, P. et al. Topological basis for the robust distribution of blood to rodent neocortex. **PNAS**, Washington, v. 27, n.28, 2010.

CACERES, N. C. 2011. Biological characteristics influence mammal road kill in an Atlantic Forest-Cerrado interface in south-western Brazil. *Italian Journal of Zoology*, v. 78, n. 3, p. 379-389.

CANID SPECIALIST GROUP. Crab-eating Zorro (*Cerdocyon thous*). 1998. Disponível em: <<http://www.canids.org/SPPACCTS/>> Acesso em: 06 de fevereiro de 2016.

CHAVES, R.O. et al. Doenças neurológicas em cães atendidos no Hospital Veterinário da Universidade Federal de Santa Maria, RS: 1.184 casos (2006-2013). *Pesq. Vet. Bras.* 34(10):996-1001, outubro 2014

CHEREM, J. J.; KAMMERS, M.; GHIZONI-JR, I. R.; MARTINS, A. 2007. Mamíferos de médio e grande porte atropelados em rodovias do Estado de Santa Catarina, sul do Brasil. *Biotemas*, v. 20, n. 3, p. 81- 96

CHERUBINI, G.B. et al. Characteristics of magnetic resonance images of granulomatous meningoencephalomyelitis in 11 dogs. **Vet. Rec.**, v.159, p.110-115, 2006.

COFFEY, C.E. et al. Quantitative cerebral anatomy of the aging human brain - A cross-sectional study using magnetic resonance imaging. **Neurology**, v. 42, p. 527-536, 1992.

COLAÇO, B. et al. A aplicação da RM no estudo anatômico do encéfalo de cães. **RPCV**, v.98, n.548, p.159-165, 2003.

COURTENAY, O. et al. Crab-eating fox *Cerdocyon thous*. In: SILLERO-ZUBIRI, C.; HOFFMANN M.; MACDONALD, D.W.. **Canids: Foxes, Wolves, Jackals and Dogs. Status Survey and Conservation** Action Plan. Cambridge, 2004. p. 32-38.

CUBAS, Z.S. et al. **Tratado de animais selvagens – medicina veterinária**. São Paulo: Roca, 2006, 1353p.

DENNIS, R. Estudio por imagines de ressonância magnética: perspectiva general de su uso actual en medicina veterinaria. **Vet. Int.** v. 2, p. 52-61, 1995.

DESAL, H.A. et al. Imagerie des accidents vasculaires cerebraux em urgence. **J. Neuroradiol.** v. 31, p. 327-333, 2004.

EISENBERG, J.F.; REDFORD, K.H. **Mammals of the neotropics**. University of Chicago Press, Chicago, v. 3. 1999. 609 p.

ELIAS JUNIOR, J. et al. Complicações do uso intravenoso de agentes de contraste à base de gadolínio para ressonância magnética. **Radiol Bras**. São Paulo, v. 41, n. 4, p. 263–267, Aug. 2008.

EVANS, H.E. **Miller's Anatomy of the dog**. Philadelphia: Saunders. 1993. 1113p.

FEITOSA, M.M. Semiologia do sistema nervoso de pequenos animais. In: FEITOSA, F.L.F. **Semiologia Veterinária a arte do diagnóstico**. São Paulo: Editora Roca Ltda, cap. 10, p. 449-546. 2004.

FENNER, W.R. 2004. Doenças do cérebro, p.586-638. In: ETTINGER, S.J. & FELDMAN, E.C. (Eds), **Tratado de Medicina Interna Veterinária: doenças do cão e do gato**. v.1. 4ª ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 1038p.

FERREYRA, H. et al. **Canine Distemper Infection in Crab-eating Fox (Cercopithecus thous) from Argentina**. J. Wildl. Dis. v. 45, n. 4, p. 1158-1162, 2009.

GÁTTAS, G.S. **Imagem no traumatismo craniano**. Rev. Med. São Paulo. v. 90, n. 4, p. 157-168, 2011.

GAVIN, P.R.; BAGLEY, R.S. **Practical Small Animal MRI**. Ames: Wiley-Blackwell; 2009.

GOMES, L.A. **Estudo comparativo da sintopia do encéfalo de cães dolicocefálicos, mesaticefálicos e braquicefálicos, por meio de macroscopia e imagens tomográficas**. Tese (doutorado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Cirurgia, 2007.

HAGE, M.C.F.N.S.; IWASAKI, M. Imagem por ressonância magnética: princípios básicos. **Ciênc. Rural**, v. 39, n. 4 p. 1275-1283, julho 2009.

HAGE, M.C.F.N.S. et al. Imagem por ressonância magnética na investigação da cabeça de cães. **Pesq. Vet. Bras**. v. 30, n. 7, p. 593-604, julho 2010.

HELENO, A.R. et al. Biometria, histologia e morfometria do sistema digestório do cachorro-do-mato (Cercopithecus thous) de vida livre. **Biotemas**, v. 24, n. 4, p. 111-119, 2011.

HILÁRIO, M.O.E. et al. Juvenile idiopathic inflammatory myopathies: the value of magnetic resonance imaging in the detection of muscle involvement. **São Paulo Med. J.**, São Paulo, v. 118, n. 2, p. 35-40, Março. 2000.]

HOUAISS, A. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. São Paulo: Objetiva. 2009.

HUDSON, L.C. et al. Magnetic Resonance Imaging of the Normal Feline Brain. **Vet. Radiol. Ultrasoun**, v. 36, n. 4, p. 267- 275, 1995.

JÁCOMO, A.T.A. et al. Niche separation between the maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*), the crab-eating fox (*Dusicyon thous*) and the hoary fox (*Dusicyon vetulus*) in central Brazil. **J. Zool.**, London, v. 262: p. 99-106, 2004.

JONES, J.C. (2002). **Magnetic Resonance Imaging of the Brain**. Disponível em <[http:// www.ivis.org](http://www.ivis.org)> Acesso em 02 de março de 2015.

JORGE, R.S.P. et al. Ocorrência de patógenos em carnívoros selvagens brasileiros e suas implicações para a conservação e saúde pública. **Oecol. Aust.** v. 14, n. 3, p. 686-710, 2010.

JORGE, R.S.P. 2008. **Caracterização do estado sanitário dos carnívoros da RPPN SESC Pantanal e de animais domésticos da região**. Tese (Doutorado em Epidemiologia Experimental e Aplicada às Zoonoses), Universidade de São Paulo. 106 p.

KINOSHITA, Y.; YOKOTA, A. Absolute concentrations of metabolites in human brain tumors using *in vitro* proton magnetic resonance spectroscopy. **NMR Biomed.**, v.10, n. 1, p. 2-12, jan. 1997.

KORNEGAY, J.N. Ataxia of the head and limbs: cerebellar diseases in dogs and cats. **Prog. Vet. Neurol.**, v. 1, n. 3, p. 255-274, 1990.

KÖNIG, H.R.; LIEBICH, H.G. **Anatomia dos Animais Domésticos**. 2º vol. Editora Artmed, Porto Alegre, 2004, 787p.

LEIGH, E.J. et al. Clinical anatomy of the canine brain using Magnetic Resonance Imaging. **Vet. Radiol. Ultrasoun**, v. 49, n. 2, p. 113-121, 2008.

LORIGADOS, C.A.B., PINTO, A.C.B.F.. Tomografia computadorizada do encéfalo do cão: aspectos da normalidade e correlação anatômica . **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, Belo Horizonte, v.65, n.3, p.729-734, jun. 2013.

LUFKIN, R.L. **Manual de Ressonância Magnética**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. p.338.

MAGALHÃES, A.C.A. **Ressonância magnética do sistema nervoso central**. Atheneu, p. 1-26. 1999.

MANI, J. et al. Magnetic resonance imaging in rabies. **Postgrad Med J**, v. 79, p.352-354, 2003.

MAZOLLA, A. A. Ressonância Magnética: princípios de formação da imagem e aplicações em imagem funcional. **Rev. Bras. Fís. Méd.**, v. 3, n. 1, p. 117-129. 2009.

MENDES, S.L. **Padrões biogeográficos e vocais em Callithrix do grupo jacchus (Primates, Callithrichidae)**. 1997. 90f. Tese (Doutor em Ciências Biológicas) - Instituto de Biologia. Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas.

MOLL, P. et al. Distemper in wild carnivores: An epidemiological, histological and immunocytochemical study. **Vet. Microbiol.** v. 44, n. 2-4, p. 193-199. Maio 1995.

MORELLATO, L. P. C. **História Natural da Serra do Japi: ecologia e reservação de uma área florestal no sudeste do Brasil**. Campinas: UNICAMP/FAPESP, 1992. 321 p.

MULLINS, M.E. Modern emergent stroke imaging: pearls, protocols and pitfall. **Radiol. Clin. North Am.**, v. 44, n. 1, p. 41-62. Jan. 2006.

NELSON, R.W.; COUTO, G.C. **Medicina Interna de Pequenos Animais**. 4ª ed. Rio de Janeiro- RJ: Elsevier, 2010.

NOETHEN, A.B. et al. Magnetic resonance imaging findings in acute canine distemper virus infection. **J. Small Anim. Practi.**, v. 49, n. 9, p. 460-467. Set. 2008.

OLIVEIRA, D. S.; SILVA, V. M. 2012. Vertebrados silvestres atropelados na BR 158, RS, Brasil. **Biotemas**, v. 25, n. 4, p. 229- 235.

OLIVER JR, J.E.; GREENE, C.E. Diseases of the brain. In: ETTINGER, S.; FELDMAN, E. **Textbook of veterinary internal medicine – diseases of the dog and cat**. 2. ed. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1983. Vo. I, p. 460–532.

O'BRIEN, D.P.O.; COATES, J.R. 2010. Brain disease, p.668-725. In: ETTINGER, S.J.; FELDMAN, E.C., **Veterinary Internal Medicine**. 7th ed. Elsevier Mosby, Philadelphia.

PINHEIRO, L.L. et al. Topografia do cone medular do cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous* Linnaeus, 1766): relato de caso. **Biotemas**, v. 24, n. 4, p. 129-133, dez. 2011.

RAMOS JR, V.A. et al. **Guia de identificação dos canídeos silvestre brasileiro**. Sorocaba: JoyJoy Studio Ltda, v. 4. 2003. 35 p.

REICHMANN, M.L.A.B. et al. Vacinação contra a raiva de cães e gatos. **Manual técnico do Instituto Pasteur**. Nº3. São Paulo, 1999.

ROJAS, H. et al. Mecanismos de disfunção da barreira hematoencefálica no paciente criticamente enfermo: ênfase no papel das metaloproteinases de matriz. **Rev. Bras. Ter. Intensiva**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 222-227, jun. 2011.

SALVADORI, C. et al. Magnetic resonance imaging and pathological findings in a case of canine idiopathic eosinophilic meningoencephalitis. **J. Small Anim. Pract.**, v.48, n.8, p.466-469, ago. 2007.

SILVEIRA, L. **Ecologia e conservação dos mamíferos carnívoros do Parque Nacional das Emas**. 1999. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Universidade Federal do Goiás, Goiânia, 117 p.

SOUZA JUNIOR, P. et al. Origens e ramificações do plexo braquial no cachorro-do-mato *Cerdocyon thous* (Linnaeus, 1766). **Pesq. Vet. Bras.** Rio de Janeiro, v. 34, n. 10, p. 1011-1023, out. 2014.

STORTS, R.W. 1995. Sistema nervoso central, p.353-410. In: CARLTON, W.W., MCGAVIN M.D. 1998. **Patologia Veterinária Especial de Thomson**. 2nd ed. ArtMed, Porto Alegre.

THAMES, R.A. et al. Development of a morphometric magnetic resonance image parameter suitable for distinguishing between normal dogs and dogs with cerebellar atrophy. **Vet Radiol Ultrasoun**. v. 51, n. 3, p. 246-253, jun. 2010.

THRALL, D. E. **Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology** . Philadelphia: WB Saunders, 6ªed,2013.

TUCKER, R.L.; SAMPSON, S.N. Magnetic resonance protocols for the horse. **Clin. Tech. Equine Pract.** Elsevier, v.6, p.2-15, 2007.

WHITEMAN, C.W. 2007. **Conservação de carnívoros e a interface homem-fauna doméstica-fauna silvestre em uma área fragmentada da Amazônia Oriental brasileira.** Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada), Esalq, Universidade de São Paulo. 88 p.

WOO, D.C. et al. Quantitative analysis of hydrocephalic ventricular alterations in Yorkshire terrier using magnetic resonance imaging. **Vet. Med.**, v. 55, n.3, p. 125-132, 2010.

*Anexos*

---

---

## **ATESTADO**

Atesto para os devidos fins, que o Projeto de Pesquisa "**Avaliação encefálica de cachorro do mato (*Cerdocyon thous*), por ressonância magnética**" Protocolo nº 38/2015 -CEUA, da professora Vânia Maria de Vasconcelos Machado, a ser conduzido por **Luciana Carandina da Silva**, desta Faculdade, foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) desta Faculdade. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, em 08 de maio de 2015.



**Prof.ª Ass. Dr.ª. Maria Lúcia Gomes Lourenço**

Presidente da CEUA da FMVZ, UNESP - Campus de Botucatu



Ministério do Meio Ambiente - MMA  
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio  
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

### Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 48690-1	Data da Emissão: 17/04/2015 06:28	Data para Revalidação*: 16/05/2016
* De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

#### Dados do titular

Nome: Luciana Carandina da Silva	CPF: 333.900.338-66
Título do Projeto: Avaliação encefálica de Cachorros do Mato (Cercopithecus thomasi) por Ressonância Magnética.	
Nome da Instituição: Universidade Estadual Paulista-Faculdade de Medicina	CNPJ: 48.031.918/0019-53

#### Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Realização de ressonância magnética encefálica	05/2015	12/2015

#### Observações e ressalvas

1	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
2	Esta autorização NÃO exige o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
3	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa ICMBio nº 03/2014 ou na Instrução Normativa ICMBio nº 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
4	A autorização para envio ao exterior de material biológico não consignado deverá ser requerida por meio do endereço eletrônico <a href="http://www.ibama.gov.br">www.ibama.gov.br</a> (Serviços on-line - Licença para importação ou exportação de flora e fauna - CITES e não CITES).
5	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
6	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio e o material biológico coletado apreendido nos termos da legislação brasileira em vigor.
7	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em <a href="http://www.mma.gov.br/cgen">www.mma.gov.br/cgen</a> .
8	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infra-estrutura da unidade.

#### Equipe

#	Nome	Função	CPF	Doc. Identidade	Nacionalidade
1	Vania Maria de Vasconcelos Machado	Orientadora	158.718.698-58	173042818 SSP-SP	Brasileira

#### Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Município	UF	Descrição do local	Tipo
1	BOTUCATU	SP	FMVZ - UNESP Botucatu	Fora de UC Federal

#### Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxons
1	Coleta/transporte de amostras biológicas ex situ	Canidae

#### Material e métodos

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

Código de autenticação: 97811873



Página 1/3



Ministério do Meio Ambiente - MMA  
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio  
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

### Autorização para atividades com finalidade científica

<b>Número:</b> 48690-1	<b>Data da Emissão:</b> 17/04/2015 06:28	<b>Data para Revalidação*:</b> 16/05/2016
* De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

#### Dados do titular

Nome: Luciana Carandina da Silva	CPF: 333.900.338-66
Título do Projeto: Avaliação encefálica de Cachorros do Mato (Cercopithecus thous) por Ressonância Magnética.	
Nome da Instituição : Universidade Estadual Paulista-Faculdade de Medicina	CNPJ: 48.031.918/0019-53

1	Amostras biológicas (Carnívoros)	Sangue
2	Método de captura/coleta (Carnívoros)	Outros métodos de captura/coleta(pu&A)
3	Método de marcação (Carnívoros)	Microchip

#### Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo Destino
1	Universidade Estadual Paulista-Faculdade de Medicina	

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

**Código de autenticação: 97811873**



Página 2/3



Ministério do Meio Ambiente - MMA  
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio  
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

### Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 48690-1	Data da Emissão: 17/04/2015 06:28	Data para Revalidação*: 16/05/2016
* De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

#### Dados do titular

Nome: Luciana Carandina da Silva	CPF: 333.900.338-66
Título do Projeto: Avaliação encefálica de Cachorros do Mato (Cercopithecus thous) por Ressonância Magnética.	
Nome da Instituição : Universidade Estadual Paulista-Faculdade de Medicina	CNPJ: 48.031.918/0019-53

### Registro de coleta imprevista de material biológico

De acordo com a Instrução Normativa nº 03/2014, a coleta imprevista de material biológico ou de substrato não contemplado na autorização ou na licença permanente deverá ser anotada na mesma, em campo específico, por ocasião da coleta, devendo esta coleta imprevista ser comunicada por meio do relatório de atividades. O transporte do material biológico ou do substrato deverá ser acompanhado da autorização ou da licença permanente com a devida anotação. O material biológico coletado de forma imprevista, deverá ser destinado à instituição científica e, depositado, preferencialmente, em coleção biológica científica registrada no Cadastro Nacional de Coleções Biológicas (CCBIO).

Táxon*	Qtde.	Tipo de amostra	Qtde.	Data

\* Identificar o espécime no nível taxonômico possível.

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

Código de autenticação: 97811873



Página 3/3

*Artigos científicos*

---

---

1 **ESTUDO NEUROANATÔMICO, POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA, DO**  
2 **ENCÉFALO DE CACHORRO DO MATO (*CERDOCYON THOUS*)**

3 **NEUROANATOMICAL STUDY USING MRI OF THE BRAIN OF FOREST**  
4 **FOX (*CERDOCYON THOUS*)**

5 **Luciana Carandina da Silva\*<sup>I</sup>, Mônica Midon<sup>II</sup>, Maria Cristina Reis Castiglioni<sup>I</sup>,**  
6 **Sheila Canevese Rahal<sup>II</sup>, Vânia Maria de Vasconcelos Machado<sup>I</sup>.**

7 I- Departamento de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária, FMVZ-Unesp,  
8 Botucatu, SP

9 II- Departamento de Cirurgia e Anestesiologia, FMVZ- Unesp, Botucatu, SP

10 [\\*lucianacarandina@uol.com.br](mailto:lucianacarandina@uol.com.br)

11 **RESUMO**

12 O presente estudo teve como objetivo principal, estabelecer parâmetros de  
13 normalidade para avaliação encefálica em cachorros do mato (*Cerdocyon thous*), por meio  
14 da Ressonância Magnética. Foram utilizados onze animais hígidos, os quais foram  
15 submetidos ao exame de ressonância magnética sob sequências de imagens ponderadas em  
16 T1 e T2, FLAIR e Turbo 3D ponderada em T1. Nas sequências utilizadas, foi possível a  
17 avaliação dos lobos cerebrais, a delimitação precisa de diencéfalo e mesencéfalo, a  
18 delimitação do sistema ventricular, a visualização do tálamo, hipotálamo, adesão  
19 intertalâmica, hipófise, corpo geniculado lateral e medial, aqueduto mesencefálico, bulbo  
20 olfatório, cerebelo, quiasma óptico, entre outras estruturas. No presente estudo, a maior  
21 limitação foi a delimitação de pequenas estruturas com precisão, como o quarto ventrículo,  
22 devido à utilização de RM de baixo campo magnético. Os resultados obtidos podem ser  
23 utilizados como base para o estudo neuroanatômico nessa espécie, auxiliando na  
24 manutenção e preservação desta, e na elucidação diagnóstica de doenças, sejam elas  
25 traumáticas, vasculares, infecciosas, neoplásicas ou degenerativas.

26 **Palavras- chave:** neurologia, anatomia, silvestres, diagnóstico por imagem.

27

28

29

## 30 ABSTRACT

31 The description about this species' morphology is still rarely found in literature,  
32 except for its general aspects. Because of that, the present study has as its main goal to  
33 establish normality parameters for brain evaluation for the *Cerdocyon thous* through  
34 Magnetic Resonance. Eleven healthy animals were used in the research, which were  
35 submitted to Magnetic Resonance in weighted image sequences in T1 and T2, FLAIR and  
36 3D Turbo weighted in T1. In the evaluated sequences, it was possible to evaluate the  
37 cerebral lobes, the precise definition of diencephalon and midbrain, the delimitation of the  
38 ventricular system, the visualization of the thalamus, hypothalamus, interthalamic  
39 accession, pituitary, lateral geniculate body and medial midbrain aqueduct, olfactory bulb,  
40 cerebellum, optic chiasm, among other structures. In this study, the major limitation was the  
41 delimitation of small structures accurately, as the fourth ventricle, through the use of low  
42 magnetic field MRI. The results obtained can be used as the basis for neuroanatomical  
43 studies of this species, assisting in their maintenance and preservation and diagnostic  
44 elucidation of diseases, whether they are traumatic, vascular, infectious, neoplastic or  
45 degenerative.

46 Key words: neurology, anatomy, wild, diagnostic imaging.

47

## 48 INTRODUÇÃO

49 O cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) é um canídeo de porte médio, que pesa em  
50 média de quatro a seis quilos (Courtenay e Maffei, 2004). A espécie encontra-se  
51 amplamente distribuída na parte central da América do Sul (Eisenberg e Redford, 1999),  
52 podendo habitar áreas de cerrado, pastagens e matas (Jácomo *et al.*, 2004). Os hábitos  
53 generalistas e oportunistas desta espécie permitem tolerância destes a meios naturais e  
54 sinantrópicos, sendo encontrados interagindo com diversas espécies de carnívoros (Silveira,  
55 1999).

56 O estudo de imagens anatômicas fornece uma base essencial para a otimização do  
57 diagnóstico de anomalias do sistema nervoso. Na ressonância magnética, as sequências  
58 ponderadas em T1 fornecem detalhes anatômicos acurados, enquanto as sequências  
59 ponderadas em T2 permitem melhor diferenciação entre a substância branca e cinzenta, pois

60 a substância branca tem um maior conteúdo lipídico, e a sua densidade de prótons é cerca  
61 de 10% menor que na substância cinzenta, de acordo com Jones (2002).

62 A anatomia do sistema nervoso central de cães, por ressonância magnética tem  
63 sido amplamente estudada (Hudson *et al.*, 1995). São escassos na literatura estudos  
64 descrevendo as imagens encefálicas de cachorros-do-mato (*Cerdocyon thous*) ou  
65 comparando o encéfalo desta espécie com caninos domésticos. Diante do exposto, o  
66 presente trabalho possibilitou a definição do encéfalo de cachorros do mato por  
67 ressonância magnética, ampliando possibilidades diagnósticas e terapêuticas,  
68 contribuindo para a manutenção e preservação desta espécie, visando também o bem  
69 estar animal.

70

## 71 **MATERIAIS E MÉTODO**

72

73 Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da  
74 Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da Universidade Estadual  
75 Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), campus Botucatu, sob processo número  
76 38/2015. Também teve sua aprovação pelo Sistema de Autorização e Informação em  
77 Biodiversidade (SISBIO), sob protocolo número 50249.

78 Foram selecionados onze cachorros do mato (*Cerdocyon thous*) clinicamente  
79 saudáveis, homogêneos para idade (9 meses) e peso (4,2 a 6,0 Kg). Como critério de  
80 inclusão, os animais deveriam apresentar resultados normais para hemograma, serem  
81 negativos para Cinomose através do teste de reação em cadeia da polimerase (PCR), e  
82 possuírem avaliação ultrassonográfica abdominal total dentro dos padrões de  
83 normalidade.

84 Os animais foram submetidos ao exame de ressonância magnética e, para tanto,  
85 foram colocados sobre a mesa Skanks MRI Veterinary Equipament em decúbito dorsal.  
86 As imagens encefálicas foram adquiridas por meio de equipamento de ressonância  
87 magnética de baixo campo magnético de 0,25 Tesla (Esaote<sup>®</sup> Vet-MR), utilizando-se  
88 cortes de 0,3 milímetros de espessura. Os animais foram posicionados em decúbito  
89 lateral direito.

90 Foram utilizados os planos transversal, sagital e dorsal, com sequências Spin echo  
91 ponderada em T1, Spin echo ponderada em T2, FLAIR (Fluid *attenuation inversion*  
92 *recovery*) e Turbo 3D ponderada em T1.

93 A descrição anatômica foi baseada na metodologia de Yokochi e Drecoll (2016).

94

## 95 **RESULTADOS**

96 Em corte sagital, imagens ponderadas em T1, foi possível a distinção dos lobos  
97 cerebrais, sendo eles lobo frontal, lobo parietal, lobo occipital e lobo temporal. Já em  
98 corte transversal, ainda em sequência ponderada em T1, foi possível a delimitação do  
99 diencéfalo, mesencéfalo, lobo temporal e lobo parietal (Figura 1).

100

101

102

103

104

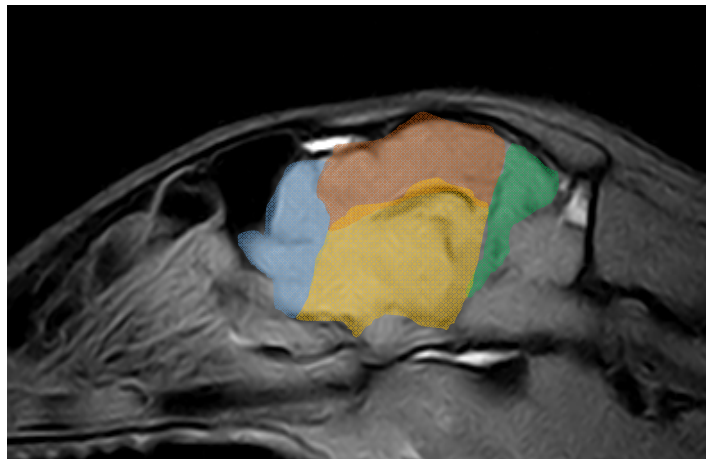
105

106

107

108

109

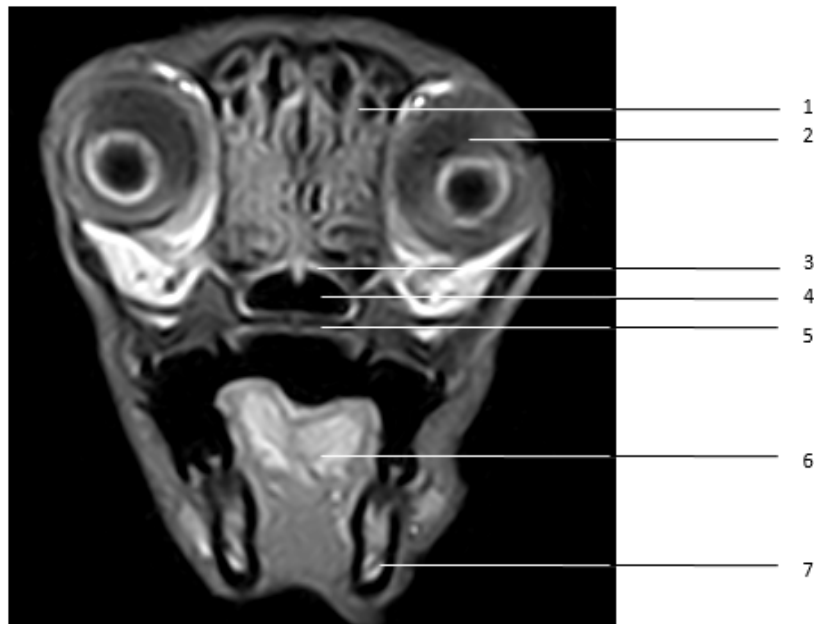


110 Figura 1 - Imagem de RM encefálica de *Cerdoyon thous*, corte sagital em sequência  
111 ponderada em T1, demonstrando os lobos cerebrais. Em azul, área correspondente ao  
112 lobo frontal. Em vermelho, área correspondente ao lobo parietal. Circundado em verde,  
113 área correspondente ao lobo occipital. Área circundada em amarelo, região  
114 correspondente ao lobo temporal.

115

116 No plano transversal, em cortes no sentido rostro- caudal, nas imagens localizadas  
117 em sentido mais rostral, foi possível a delimitação de estruturas extra encefálicas como os  
118 etmoturbinados, os globos oculares, o vômer, o meato nasofaríngeo, o osso palatino e a  
119 língua (Figura 2). Seguindo caudalmente, foi possível a localização do seio frontal, fissura  
120 cerebral longitudinal, bulbo olfatório e etmoturbinados.

121  
122  
123  
124  
125  
126  
127  
128  
129  
130  
131  
132  
133



134  
135  
136  
137  
138  
139

Figura 29- Imagem de RM encefálica de *Cerdocyon thous*, corte transversal, região mais rostral, em sequência ponderada em T1. 1- Etmoturbinados, 2- globo ocular. 3- Vômer. 4- Meato nasofaríngeo. 5- Osso palatino. 6- Língua. 7- Alveolar inferior (artéria, veia e nervo).

140  
141  
142  
143  
144  
145  
146  
147  
148  
149  
150

Foram realizadas sequências ponderadas em T1 e T2, nos quais foi possível a obtenção de bom contraste para identificação das estruturas anatômicas clinicamente relevantes do encéfalo de *Cerdocyon thous*. Desta forma, nas Figuras 3 e 4 foram demonstradas as estruturas avaliadas, sendo comparadas quando realizadas com imagens ponderadas em T1 e T2, onde em T1 foi possível uma melhor descrição anatômica das estruturas, sendo que os fluidos fisiológicos aparecem com hiposinal, e em T2, foram obtidas imagens onde os fluidos fisiológicos aparecem com hipersinal. Sendo possível desta forma, a exclusão de processos patológicos em todos os animais presentes no estudo. Ainda foram realizadas sequências Spin Echo Turbo 3D e Flair, as quais também auxiliaram diretamente para uma melhor descrição e localização anatômica, assim como na exclusão processos patológicos pré-existentes.

151 A presença do líquido no interior dos ventrículos resulta em imagens com  
152 diferentes sinais quando comparadas em sequências ponderadas em T1, T2 ou Flair  
153 (Figura 4).

154

155

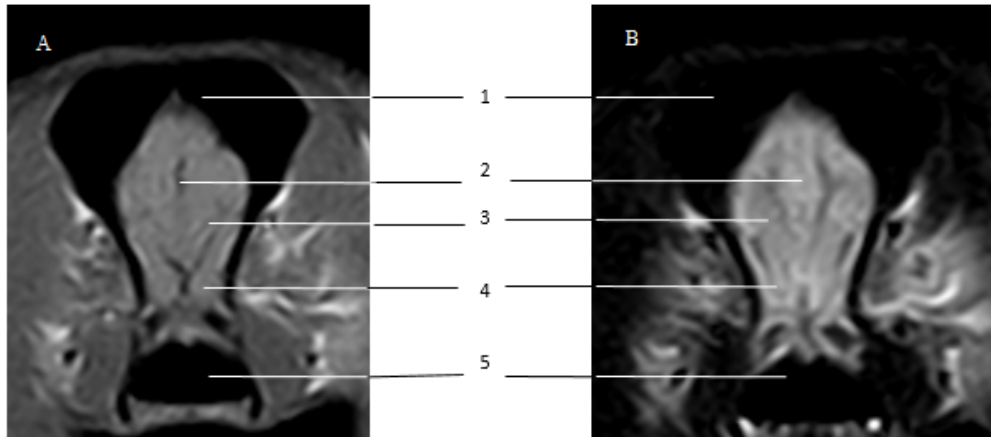
156

157

158

159

160



161 Figura 30 - Imagem de RM encefálica de Cerdoyon thous, corte transversal, onde A-  
162 imagem ponderada em T1 e B imagem ponderada em T2. 1- Seio frontal. 2- Fissura  
163 cerebral longitudinal. 3. Lobo frontal. 4- Pedúnculo olfatório. 5- Meato nasofaríngeo.

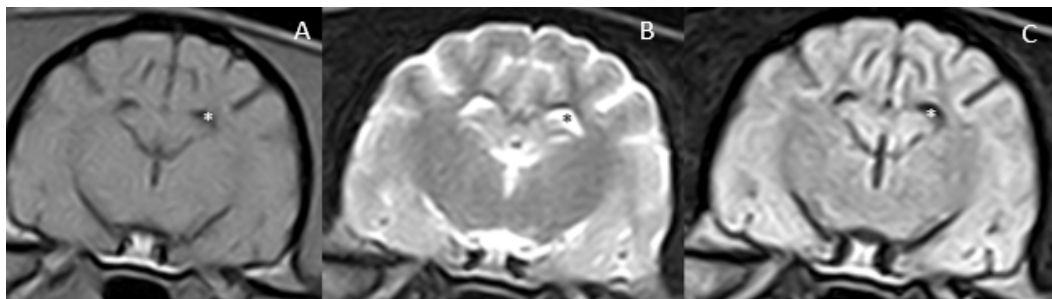
164

165

166

167

168



169 Figura 4- Imagem de RM encefálica de Cerdoyon thous, corte transversal, porção  
170 média, onde A- imagem ponderada em T1, B corresponde à imagem ponderada em T2  
171 e C corresponde à imagem em FLAIR. O asterisco (\*) mostra a localização dos  
172 ventrículos laterais e o líquido com hiposinal em T1, hipersinal em T2 e hiposinal em  
173 FLAIR.

174

175

Os giros dos lobos parietais são visibilizados nos cortes realizados mais caudais  
(terço médio- caudal), tanto em imagens ponderadas em T1 quanto em T2, no corte

176 transversal (Figura 5), onde também foi evidenciado o sistema ventricular, o  
177 hipotálamo, hipocampo e a hipófise.

178 O corpo geniculado (lateral e medial), assim como o hipocampo, podem ser  
179 visibilizados em imagens ponderadas em T1, em corte transversal em região médio  
180 caudal encefálica. O cerebelo pode ser visibilizado em região mais caudal do encéfalo,  
181 na sequência transversal, onde também é possível a individualização do arqueduto  
182 mesencefálico (Figura 6). Já em região caudal encefálica, ainda em sequência  
183 transversal, é visibilizado o quarto ventrículo, o vermis cerebelar, o tentório cerebelar e  
184 o lobo occipital.

185

186

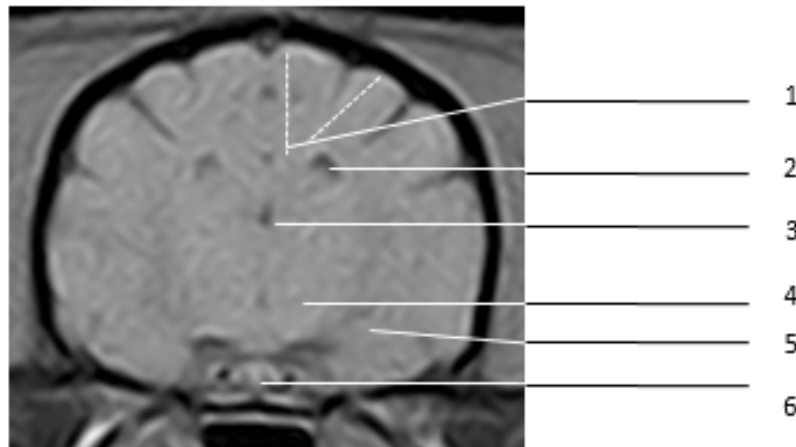
187

188

189

190

191



192 Figura 31 - Imagem de RM encefálica de *Cerdoyon thous*, corte transversal. Imagem  
193 ponderada em T1. 1- Giros do lobo parietal (linhas pontilhadas). 2- Ventrículo lateral.  
194 3- Terceiro ventrículo. 4- Hipotálamo. 5- Hipocampo. 6- Hipófise.

195 Com as sequências obtidas em plano sagital, foi possível a delimitação precisa de  
196 estruturas como o cerebelo e a árvore cerebelar, a visualização com precisão do terceiro  
197 e quarto ventrículos, da adesão intertalâmica, do bulbo olfatório e do corpo caloso  
198 (Figura 7).

199 Com as sequências obtidas em plano dorsal, foi possível a delimitação precisa do  
200 bulbo olfatório e visualização parcial do sistema ventricular (Figura 8).

201

202

203

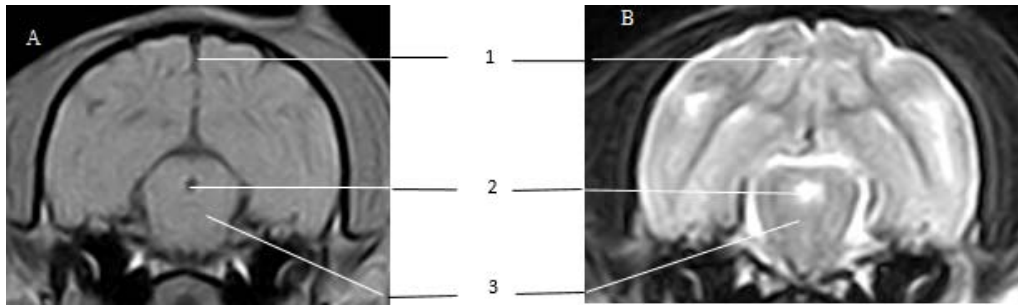
204

205

206

207

208



209 Figura 6 - Imagem de RM encefálica de *Cerdoyon thous*, corte transversal. A- imagem  
210 ponderada em T1. B- Imagem ponderada em T2. 1-Fissura longitudinal cerebral. 2-  
211 Arqueduto mesencefálico. 3- Cerebelo.

212

213

214

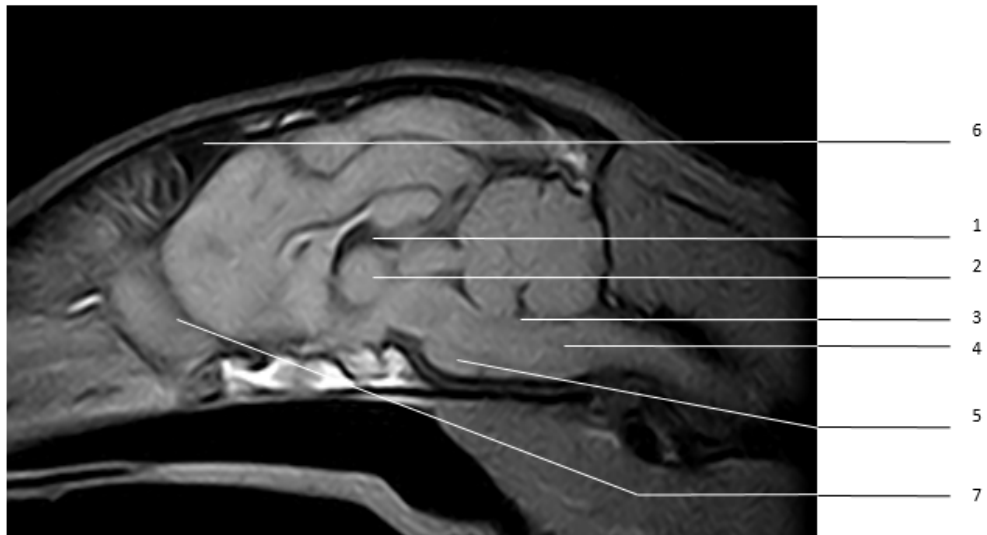
215

216

217

218

219

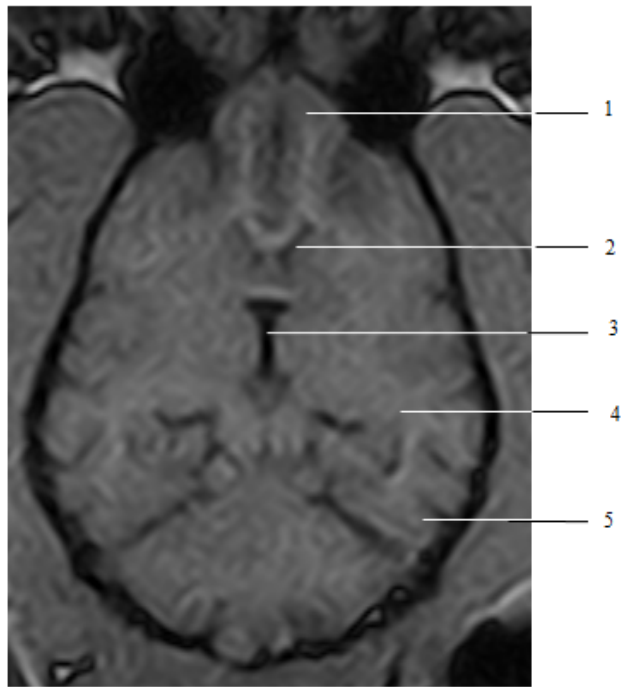


220 Figura 7 - Imagem de RM encefálica de *Cerdoyon thous*, corte sagital, imagem  
221 ponderada em T1, onde 1- Terceiro ventrículo. 2- Adesão intertalâmica. 3- Quarto  
222 ventrículo. 4- Medula oblonga (bulbo). 5- Ponte. 6- Seio frontal. 7- Bulbo olfatório.

223

224

225  
226  
227  
228  
229  
230  
231  
232  
233  
234  
235  
236  
237



238  
239  
240  
241  
242

Figura 8- Imagem de RM encefálica de *Cerdocyon thous*, corte dorsal. Sequência turbo 3D ponderada em T1. 1- Bulbo olfatório. 2- Ventrículo lateral. 3- Terceiro ventrículo. 4- Substância branca. 5- Substância cinzenta.

243  
244

## DISCUSSÃO

245  
246  
247  
248  
249  
250  
251  
252  
253  
254  
255

Helena (2011) refere que a descrição anatômica de uma espécie da fauna silvestre representa uma importante contribuição, fornecendo dados para procedimentos clínicos e cirúrgicos em animais de vida livre ou de cativeiro. Pinheiro e colaboradores (2011) citam que os cachorros do mato, exceto em seus aspectos gerais, possuem sua morfologia ainda pouco descrita na literatura, havendo grande necessidade de ampliação destas informações para que estes animais sejam atendidos de forma mais precisa e adequada à espécie. Diante do exposto, o presente trabalho estabeleceu parâmetros de referência anatômica para a avaliação de encéfalo, por meio da RM, em cachorros do mato (*Cerdocyon thous*), sendo possível a descrição anatômica, contribuindo diretamente para a compreensão da fisiologia e comportamento animal, auxiliando para a manutenção e preservação desta espécie na fauna.

256 O exame de ressonância magnética mostrou-se eficaz para a adequada avaliação  
257 encefálica, associando-se múltiplas sequências para otimizar o sinal do tecido avaliado  
258 (encefálico), e possibilitou a obtenção de imagens em diversos planos anatômicos  
259 (transversal no sentido rostro-caudal, o sagital no sentido de lateralidade  
260 esquerdo/direito e o dorsal no sentido dorso- ventral), aumentando a possibilidade de  
261 diagnóstico de afecções encefálicas, caso estejam presentes, estando de acordo com o  
262 descrito por Thrall (2013) e Gavin; Bagley (2009).

263 Foram realizadas sequências spin-echo ponderadas em T1, T2, FLAIR e Turbo  
264 3D ponderada em T1. Nas imagens spin- echo ponderadas em T1 foram realizadas as  
265 descrições anatômicas, fornecendo detalhes anatômicos de forma acurada. As imagens  
266 obtidas em sequências spin- echo T2 e FLAIR foram importantes no presente estudo  
267 onde, imagens em T2 evidenciaram fluidos fisiológicos (líquor) com hipersinal e, as  
268 imagens obtidas em sequência FLAIR evidenciaram fluidos fisiológicos (líquor) com  
269 hiposinal, excluindo processos patológicos. Ainda em sequência T2, é possível a  
270 diferenciação entre a substância branca e cinzenta de forma evidente. Estes resultados  
271 corroboram com os encontrados por Jones (2002), que cita a possibilidade da realização  
272 das sequencias ponderadas em T1 para descrição anatômica e T2 para melhor  
273 diferenciação entre substância branca e cinzenta.

274 Todas as sequências e cortes utilizados promoveram boa correlação  
275 neuroanatômica e identificação de estruturas clinicamente relevantes, entretanto,  
276 algumas estruturas como o quarto ventrículo, o vermis cerebelar, o hipotálamo e a  
277 hipófise não obtiveram adequada delimitação devido ao baixo sinal apresentado e ao  
278 pequeno tamanho destas. No presente estudo foi utilizado uma RM de baixo campo  
279 magnético, o que dificulta a identificação de pequenas estruturas. Estes achados  
280 consentem com o estudo realizado por Leigh et al (2008), os quais realizaram o estudo  
281 da neuroanatomia em cães domésticos de diferentes raças, através da RM, onde  
282 referiram que determinadas estruturas apresentavam baixo contraste tecidual,  
283 dificultando sua identificação. Referiram ainda que esta dificuldade também pode  
284 ocorrer devido ao pequeno tamanho de algumas estruturas, desta forma, estas estruturas  
285 foram demarcadas baseando-se na topografia anatômica.

286 Os encéfalos dos *Cerdocyon thous* apresentaram um aspecto muito semelhante  
287 ao dos canídeos domésticos, apresentando giros e sulcos do telencéfalo demarcados e

288 profundos, classificando- os no presente estudo como animais girencefálicos. A presença  
289 destes sulcos e giros evidentes dá-se à idade jovem dos animais do presente estudo, sendo  
290 melhor visibilizados em cortes mais caudais, nas sequências transversal e dorsal. Konig;  
291 Liebich (2004) descrevem anatomicamente o encéfalo de cães domésticos com presença de  
292 circunvoluções denominadas giros e depressões chamadas de sulcos, revalidando os  
293 achados no presente estudo.

294 Neste estudo, delimitou-se de forma precisa o cerebelo e a árvore vital do cerebelo  
295 em seu interior, sendo este localizado dorsal ao bulbo e ponte, estando de acordo com  
296 Feitosa (2004), entretanto, este autor subdivide o cerebelo em três regiões (lobo rostral,  
297 caudal e floclonodular), subdivisão a qual não é possível a adequada delimitação por  
298 RM de baixo campo.

299 O sistema ventricular dos *Cerdocyon thous* foi visibilizado em todas as sequências  
300 propostas no presente trabalho (T1, T2, FLAIR e Turbo 3D ponderada em T1), e em todos  
301 os planos avaliados (dorsal, sagital e transversal), exceto o quarto ventrículo que foi pouco  
302 visibilizado. Evans (1993) refere que o terceiro ventrículo está circundando a adesão  
303 intertalâmica e é contínuo com o aqueduto mesencefálico, que o une com o quarto  
304 ventrículo, o que foi verificado no estudo presente. Evans (1993) refere ainda que em todos  
305 os ventrículos, é possível encontrar os plexos coroides, um dos responsáveis pela produção  
306 de líquido, o que justifica no presente trabalho o hipsinal dos ventrículos em sequências  
307 ponderadas em T2 e o hiposinal em sequências ponderadas em T1 e FLAIR.

308 Nos *Cerdocyon thous* avaliados, não foi visibilizado em nenhum dos exames  
309 alterações de assimetria ventricular, principalmente nos ventrículos laterais, assimetrias  
310 essas já descritas por Coffey e colaboradores (1992), e Thames e colaboradores (2010).  
311 Como hipótese por não haver assimetria do sistema ventricular, é dada a idade dos  
312 animais do presente estudo, sendo todos eles jovens, visto que estas assimetrias são  
313 verificadas em animais senis e usualmente associadas ao adelgaçamento do parênquima  
314 encefálico ou degeneração cerebelar, abrindo desta forma novas possibilidades de  
315 estudo com morfometria para confirmação das mensurações ventriculares e exclusão  
316 das assimetrias de forma quantitativa, visto que neste estudo foi realizado análise  
317 qualitativa das imagens.

318 Gomes (2007) citou que quando se analisa o encéfalo é possível descrever  
319 estruturas como bulbo olfatório. O bulbo olfatório nos *Cerdocyon thous* apresentou-se

320 bem desenvolvido e localizado rostral ao telencéfalo. Foi bem visibilizado em todos os  
321 planos estudados, sendo possível sua completa demarcação na sequência transversal  
322 rostral, em todos os cortes da sequência sagital e dorsal.

323

## 324 **CONCLUSÃO**

325

326 Com o presente trabalho conclui-se que a RM é um método acurado para a avaliação  
327 encefálica dos *Cerdocyon thous*, fornecendo dados de relevância clínica e permitindo  
328 adequada descrição anatômica, podendo identificar de forma precisa e não invasiva  
329 lesões encefálicas. As sequências e planos realizados foram satisfatórios e contribuíram  
330 para a descrição da anatomia encefálica dos *Cerdocyon thous*, sendo o plano mais  
331 satisfatório o transversal.

332 A não delimitação de determinadas estruturas dá-se possivelmente pela utilização da  
333 RM de baixo campo magnético.

334 Concluiu-se que o encéfalo dos *Cerdocyon thous* é semelhante ao dos demais  
335 canídeos, classificando-os como animais girencéfalos, e abrindo possibilidades para a  
336 execução de novos estudos.

337

## 338 **REFERÊNCIAS**

339

340 COFFEY, C.E.; WILKINSON, W.E.; PARASHOS, L.A.; SOADY, S.A.R.;  
341 SULLIVAN, R.J.; PATTERSON, L.J.; FIGIEL, G.S.; WEBB, M.C.; SPRITZER,  
342 C.E.; DJANG, W.T.. Quantitative cerebral anatomy of the aging human brain - A  
343 cross-sectional study using magnetic resonance imaging. *Neurology*, v. 42, p.  
344 527-536, 1992.

345

346 COURTENAY, O.; MAFFEI, L. Crabeating fox *Cerdocyon thous*, (Linnaeus,  
347 1766). In: SILLERO-ZUBIRI, C.; HOFFMANN M.; MACDONALD, D.W..

348 **Canids: Foxes, Wolves, Jackals and Dogs. Status Survey and**  
349 **Conservation** Action Plan. Cambridge, IUCN/SSC, 2004. p. 32-38.

350

351 EISENBERG, J.F.; REDFORD, K.H. **Mammals of the neotropics**. University of  
352 Chicago Press, Chicago, v. 3. 1999. 609 p.

353

354

355 EVANS, H.E.. *Miller's Anatomy of the dog*. Philadelphia: Saunders. 3ªed.  
356 1113p. 1993.

357 FEITOSA, M.M. Semiologia do sistema nervoso de pequenos animais. In:  
358 FEITOSA, F.L.F. Semiologia Veterinária a arte do diagnóstico. São  
359 Paulo:Editora Roca Ltda, cap. 10, p. 449-546. 2004.  
360

361 GAVIN, P.R., BAGLEY, R.S.. Pratical Small Animal MRI. Ames: Wiley-  
362 Blackwell; 2009.  
363  
364

365 GOMES, L.A.. Estudo comparativo da sintopia do encéfalo de cães  
366 dolicocefálicos, mesaticefálicos e braquicefálicos, por meio de macroscopia e  
367 imagens tomográficas. Tese (doutorado) - Universidade de São Paulo.  
368 Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Cirurgia,  
369 2007.  
370

371 HELENO, A.R., SANTOS, L.M., MIGLINO, M.A., PERES, J.A., GUERRA,R.R.  
372 Biometria, histologia e morfometria do sistema digestório do cachorro-do-mato  
373 (*Cerdocyon thous*) de vida livre. **Biotemas**, 24 (4): 111-119, 2011.  
374  
375

376 HUDSON, L.C., CAUZINELLE, L., KORNEGAY, J.N., TOMPKINS, M.B..  
377 Magnetic Resonance Imaging of the Normal Feline Brain. **Veterinary**  
378 **Radiology and Ultrasound**, 36 (4), 267- 275, 1995.  
379

380 JÁCOMO, A.T.A.; SILVEIRA, L.; DINIZ-FILHO, J.A.F. Niche separation  
381 between the maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*), the crab-eating fox  
382 (*Dusicyon thous*) and the hoary fox (*Dusicyon vetulus*) in central Brazil. **Journal**  
383 **of Zoology**, London, v. 262: p. 99-106, 2004.  
384

385 JONES, J. C. (2002). Magnetic Resonance Imaging of the Brain. Disponível em  
386 <[http:// www.ivis.org](http://www.ivis.org)> Acesso em 02 de março de 2015.  
387

388 KÖNIG, H.R, LIEBICH, H.G. **Anatomia dos Animais Domésticos**. 2º vol.  
389 Editora Artmed, Porto Alegre, 2004  
390  
391

392 LEIGH E.J., MACKILLOP E., ROBERTSON I.D., HUDSON L.C.: Clinical  
393 anatomy of the canine brain using Magnetic Resonance Imaging. **Vet. Radiol.**  
394 **Ultrasound**, 49, 113-121, 2008.  
395  
396

397 PINHEIRO, L.L., LLIMA, A.R., SOUZA, A.C.B., PEREIRA, L.C., BRANCO, E..  
398 Topografia do cone medular do cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous* Linnaeus,  
399 1766): relato de caso. **Biotemas**, 24 (4): 129-133, dezembro de 2011.  
400

- 401 SILVEIRA, L. Ecologia e conservação dos mamíferos carnívoros do Parque Nacional  
402 das Emas. 1999. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Universidade Federal do  
403 Goiás, Goiânia, 117 p.
- 404
- 405 THRALL, D. E. **Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology** . Philadelphia: WB  
406 Saunders, 6ªed,2013.

## ORIGINAL ARTICLE

# Renal evaluation with B-mode and Doppler ultrasound in captive tufted capuchins (*Sapajus apella*)

Luciana Carandina da Silva<sup>1</sup>, Vânia Maria de Vasconcelos Machado<sup>1</sup>, Carlos Roberto Teixeira<sup>2</sup>, Roberta Valeriano dos Santos<sup>1</sup>, Ramiro das Neves Dias Neto<sup>2</sup>, Alessandra Melchert<sup>3</sup> & Sheila Canevese Rahal<sup>2</sup>

1 Department of Animal Reproduction and Veterinary Radiology, School of Veterinary Medicine and Animal Science, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Botucatu, Brazil

2 Department of Veterinary Surgery and Anesthesiology, School of Veterinary Medicine and Animal Science, UNESP, Botucatu, Brazil

3 Department of Veterinary Clinic, School of Veterinary Medicine and Animal Science, UNESP, Botucatu, Brazil

## Keywords

kidneys – primate – *Sapajus apella* – ultrasonography

## Correspondence

Luciana Carandina da Silva, Department of Animal Reproduction and Veterinary Radiology, School of Veterinary Medicine and Animal Science - Univ Estadual Paulista (UNESP), Distrito de Rubião Junior s/n, Botucatu (SP) 18618970, Brazil.  
Tel.: 055-14 38802136;  
Fax: 055-14 38152343;  
E-mail: lucianacarandina@uol.com.br

Accepted November 15, 2015.

## Abstract

**Background** This study aimed to evaluate, by B-mode ultrasound and Doppler ultrasound, the kidneys of one Neotropical primate maintained in captivity.

**Methods** Ten adult intact tufted capuchins (*Sapajus apella*) were evaluated. The morphometric parameters of both kidneys were evaluated and kidney volumes calculated. Color Doppler was used to evaluate renal vascular architecture and to identify arteries of the left kidney. Spectral Doppler was used to measure peak-systolic velocity, end-diastolic velocity, and resistive index (RI).

**Results** Both kidneys presented homogeneous cortical echogenicity and homogeneous echotexture with preserved corticomedullary differentiation. There was no statistically significant difference between right and left kidneys for all morphometric parameters. RI of the left renal, interlobar, and arcuate arteries were, respectively, 0.75 (SD, 0.07), 0.70 (SD, 0.08), and 0.70 (SD, 0.06).

**Conclusions** Both kidneys showed similar morphometric parameters by B-mode ultrasound, whereas RI by spectral Doppler decreased progressively from renal artery to interlobar and arcuate arteries.

## Introduction

Ultrasonography is one of the imaging methods that may be used to evaluate the upper urinary tract [14, 17, 23, 25]. The method is non-invasive, does not require ionizing radiation, and enables evaluation of the internal renal parenchymal architecture [17, 25]. Other anatomical information such as size, shape, and location volume may also be obtained [3, 4]. However, it does not provide information on kidney function unless Doppler imaging is utilized [17, 23].

Renal parenchymal perfusion can be evaluated using Color, Power, or Spectral Doppler ultrasound [8, 17,

22]. In addition, the employment of contrast agent associated with power Doppler imaging enables the mapping of regional flow differences in the kidney [22]. Duplex Doppler is employed to evaluate the intrarenal blood flow that is expressed as the resistive index (RI) [17], which is calculated from the peak-systolic and end-diastolic velocities [11]. In cases of abnormal RI values, the therapeutic response may be assessed by performing serial exams [17].

The genera *Cebus* and *Sapajus* are New World monkeys from the family Cebidae that live mostly in moist subtropical or tropical forest [9, 24]. However, these monkeys may be found in zoo, parks, and sorting cen-

ters [6, 20]. They are considered omnivorous, but their diet varies according to habitat and season [6]. Cebus and Sapajus are classified 'lower risk or least concern' in the IUCN (International Union for Conservation of Nature) Red List of Threatened Species, except Cebus kaapori, Cebus flavius, and Sapajus xanthosternos [24]. These monkeys are considered social and live in a group with 8–16 members [2]. They are very intelligent and active, and if individuals are not busy handling objects, they are in locomotion [2, 9]. The males are larger in body size than females, and the average life span in captivity is approximately 40 years [9]. Despite this, there are few reports about diseases of the urinary tract in these animals [5, 10, 21]. However, for urinary-tract abnormalities to be recognized by ultrasound, the understanding of a normal appearance is necessary [25].

Therefore, this study aimed to evaluate using B-mode ultrasound and Doppler ultrasound the kidneys of one Neotropical primate (*Sapajus apella*) maintained in captivity. The hypothesis was that morphometric parameters may differ between the right and left kidneys, while Spectral Doppler values may vary among the arteries of the kidneys.

## Materials and methods

The study was performed according to the guidelines for the care and use of laboratory animals. The Ethics Committee of the School of Veterinary Medicine and Animal Science, Unesp Botucatu (no. 208/2012 – CEUA), and the National Environmental and Wildlife Bureau (SISBIO - 38801-1) approved this study.

## Animals

Ten adult (>5 years) intact tufted capuchins (*Sapajus apella*), three males and seven females, weighing 1.5–2.5 kg (mean 2.04 kg) were used. Physical examination revealed that the all males (numbers 1, 5, 7) and three females (numbers 3, 6, 10) had body condition score (whole primate) of 2/5. Four females (numbers 2, 4, 8, 9) had body condition score of 3/5. The body condition score (whole primate) was based on previously described [26].

The monkeys presented no symptoms or known disease processes at the time of the study. A soundness evaluation included a complete blood cell count, serum biochemistry (urea and creatinine), urinalysis (urine sample obtained by cystocentesis), and abdominal ultrasonography (B-mode ultrasound).

The animals lived housed in an enclosure with a solarium in the Medical and Research Center in Wildlife (CEMPAS). They were fed a variety of fruits and veg-

etables, and water ad libitum. The primary protein sources were milk, eggs, and a commercial dry primate food that contained 18% crude protein (Cebidae P18 Megazoo; Raçoes Megazoo, Betim, Minas Gerais, Brazil). Supplementary amino acids, vitamins, macrominerals, and microminerals (Aminomix Pet; Vetnil Ind. e Com. Produtos Veterinários Ltda., Louveira, São Paulo, Brazil) were also provided.

## Restraint procedure and ultrasound evaluation

The monkeys were submitted to 12 hours of fasting, abstaining from water and food, before the exam. The chemical restraint was performed using pre-medication with ketamine (10 mg/kg) and midazolam (0.5 mg/kg), i.m. After 5 minutes, the general anesthesia, administered through a mask, was induced and maintained with isoflurane. The animals did not receive fluid during the procedure.

For ultrasound evaluation, the ventral abdominal hair coat was clipped from the costal arch to the iliac wings. The monkeys were positioned in dorsal recumbence, and an acoustic gel was applied (Carbogel) to permit sound conduction. In all animals, the left kidney was first evaluated. The right kidney was not evaluated by Doppler ultrasound. The examinations were performed using My Lab™ 30 Vet (The Esaote Group, Genova, Italy) ultrasound equipment coupled to a multifrequency linear transducer (6–10 MHz). Ultrasound images were recorded on a compact disk.

Using B-mode ultrasound, the renal cortical echogenicity of both kidneys was compared to that of the liver parenchyma, whereas the echogenicity of the renal medulla was then compared to that of the renal cortex.

The morphometric parameters of both kidneys were evaluated in the longitudinal, transverse, and coronal planes. Renal length (distance between cranial and caudal poles), height (distance between ventral and dorsal surfaces), and cortical thickness (distance between the inner edge of the kidney and renal capsule) were measured in the longitudinal plane. Renal width was measured in the transverse plane. The kidney volume was calculated automatically by the ultrasound machine and compared to the value obtained from the formula previously described [14]: Renal Volume = length X width X height X 0.523.

Doppler ultrasound was performed using X View 2 (filter to reduce artifacts), PRF (Pulse Repetition Frequency) of 1.4, gain of 70%, insonation angle maintained at 60 degrees or less, approximately 10 minutes after the anesthesia pre-medication. The renal artery was measured at the level of the hilum, and the interlo-

bar and arcuate arteries were measured in the cranial and caudal poles and mid-portion of left kidney. Color Doppler was used to evaluate renal vascular architecture, and to identify the renal, interlobar, and arcuate arteries. Spectral Doppler was used to identify each artery and to differentiate between artery and vein. In addition, it was used to measure peak-systolic velocity (PSV), end-diastolic velocity (EDV), and resistive index (RI) of the renal artery in extra renal region. To calculate PSV, EDV, and RI, the renal artery was identified in the transversal plane, and the interlobar and arcuate arteries in the longitudinal plane. All the measurements were performed in triplicate by the same examiner.

### Statistical analysis

The variability of the measurements carried out in triplicate by the examiner was analyzed by repeated measures ANOVA followed by the Tukey post-test. After the distributions were evaluated by a Kolmogorov's normality test, an unpaired Student's t test was used to compare the morphometric parameters between right and left kidneys (renal length, height, and width; renal cortical thickness; automatic and calculated volume of the kidneys). One-way ANOVA followed by the Tukey post-test was utilized to compare RI, PSV, and EDV of the arcuate and interlobar arteries of the left kidney in the cranial and caudal poles and mid-portion of the left kidney. Values of  $P < 0.05$  were considered significant. All values were expressed as means  $\pm$  standard deviation (SD).

### Results

In all monkeys, the right and left kidneys presented homogeneous cortical echogenicity and homogeneous echotexture with preserved corticomedullary differentiation. Both kidneys presented an oval shape. The renal cortical echogenicity was slightly less echogenic compared to that of the liver. The renal capsule was visualized as a thin hyperechoic line, while the renal cortex was more echogenic than the renal medulla. In general, the right kidney was higher than the left kidney. The right and left renal artery divided into two branches before the hilum of the, respectively, kidneys. Renal length, height, width, and cortical thickness, as well as the automatic and calculated volumes for both kidneys, are described in Table 1. There was no statistically significant difference between ( $P > 0.05$ ) the means of the right and left kidneys for all parameters.

The values (mean  $\pm$  SD) of the RI, PSV, and EDV of the left renal artery were, respectively,  $0.75 \pm 0.07$ ,  $0.30 \pm 0.09$ , and  $0.08 \pm 0.02$ . Those (mean  $\pm$  SD) of

Table 1 Values (Mean  $\pm$  SD), confidence interval (CI), and P value of the morphometric parameters of the right and left kidneys in ten tufted capuchins (*Sapajus apella*) maintained in captivity

Morphometric parameters	Kidney	Mean		
		value $\pm$ SD	95% CI	P value
Length (cm)	Right	3.14 $\pm$ 0.48	2.80–3.48	0.86
	Left	3.17 $\pm$ 0.44	2.86–3.48	
Width (cm)	Right	1.24 $\pm$ 0.21	1.10–1.39	0.29
	Left	1.13 $\pm$ 0.25	0.95–1.31	
Height (cm)	Right	1.25 $\pm$ 0.18	1.13–1.38	0.41
	Left	1.18 $\pm$ 0.21	1.03–1.33	
Automatic volume (ml)	Right	2.42 $\pm$ 0.98	1.72–3.12	0.56
	Left	2.19 $\pm$ 0.75	1.65–2.73	
Volume by ellipsoid method (ml)	Right	2.58 $\pm$ 0.91	1.92–3.23	0.58
	Left	2.33 $\pm$ 1.05	1.58–3.01	
Cortical thickness (cm)	Right	0.37 $\pm$ 0.05	0.33–0.41	0.70
	Left	0.38 $\pm$ 0.08	0.32–0.43	

the RI, PSV, and EDV of the interlobar and arcuate arteries (Fig. 1) are displayed in Table 2. There was no statistically significant difference in the values considering the locations of the evaluation.

### Discussion

The non-human primates used in the present study were not born in captivity. However, all animals had lived in the Medical and Research Center in Wildlife for more than 1.5 years. The kidneys of these animals were considered normal, based on laboratory exams and morphological aspect of the kidneys in the ultrasound exam, including homogeneous cortical echogenicity and homogeneous echotexture with preserved corticomedullary differentiation [1, 14].

In all animals, the right kidney was higher than the left kidney, and both kidneys presented an oval shape. The same was described in an ultrasonographic evaluation of the urinary system of 10 brown capuchins (*Cebus apella*) [1]. On the other hand, the cynomolgus monkeys presented differences in shape between right and left kidneys by ultrasonographic evaluation [7]. In normal dogs, the renal cortex presents echogenicity similar to or slightly less than that of the liver parenchyma [14, 25]. In the present study, the cortical echogenicity was also slightly less echogenic than the liver. Although echogenicity of the spleen parenchyma may be useful to compare with kidney echogenicity [14], this could not be carried out in the present study due to the small size of the spleen.

The estimation of size and volume of the kidneys may be important clinically, as changes in these parameters may be an indicator of renal disease [3, 14]. However, especially in dogs the use of ultrasono-

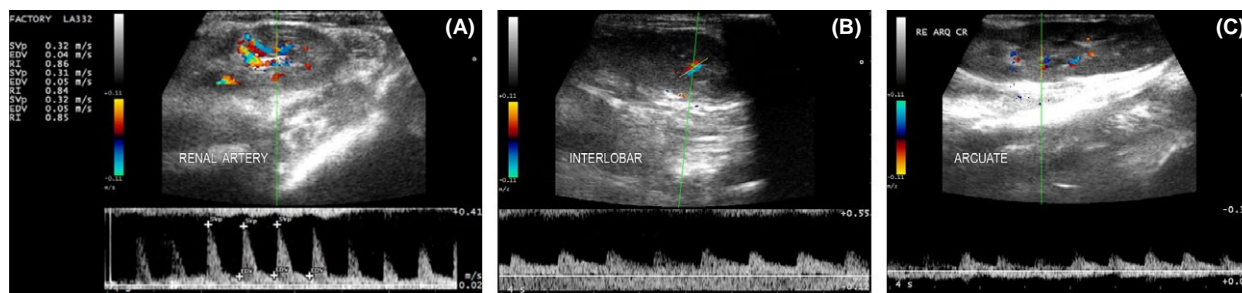


Fig. 1 Color Doppler and Spectral Doppler—decreased progressively from renal artery to interlobar and arcuate arteries.

Parameters	Arteries	Locations	Mean ± SD	95% CI	P value
RI	Arcuate	Cranial pole	0.68 ± 0.04	0.65–0.70	0.41
		Mid-portion	0.71 ± 0.07	0.66–0.75	
		Caudal pole	0.71 ± 0.08	0.66–0.77	
	Interlobar	Cranial pole	0.70 ± 0.09	0.63–0.76	0.43
		Mid-portion	0.73 ± 0.07	0.68–0.78	
		Caudal pole	0.68 ± 0.08	0.63–0.74	
PSV (m/s)	Arcuate	Cranial pole	0.12 ± 0.03	0.10–0.13	0.42
		Mid-portion	0.14 ± 0.04	0.10–0.17	
		Caudal pole	0.14 ± 0.04	0.11–0.17	
	Interlobar	Cranial pole	0.20 ± 0.05	0.16–0.23	0.13
		Mid-portion	0.21 ± 0.06	0.17–0.25	
		Caudal pole	0.16 ± 0.05	0.12–0.20	
EDV (m/s)	Arcuate	Cranial pole	0.04 ± 0.01	0.03–0.04	0.75
		Mid-portion	0.04 ± 0.01	0.03–0.05	
		Caudal pole	0.04 ± 0.02	0.03–0.05	
	Interlobar	Cranial pole	0.06 ± 0.03	0.04–0.08	0.85
		Mid-portion	0.06 ± 0.03	0.04–0.08	
		Caudal pole	0.05 ± 0.02	0.04–0.07	

Table 2 Values (Mean ± SD), confidence interval (CI), and P value of the resistive index (RI), peak-systolic velocity (PSV), and end-diastolic velocity (EDV) of the arcuate and interlobar arteries of the left kidney in ten tufted capuchins (*Sapajus apella*) maintained in captivity

graphic measurements is controversial due to variability [14]. In the present study, no difference was observed in the length of the two kidneys (left = 3.14 cm, right = 3.17 cm) or cortical thickness (left = 0.38 cm, right = 0.37 cm). The same was observed in an ultrasonographic study using *Cebus apella*, but the kidney length was described as  $6.24 \pm 0.31$  cm, and cortical thickness as  $0.75 \pm 0.11$  [1]. Although this study [1] did not describe the body mass or body size of the animals, the discrepancies may be attributed to differences in body size, or more probably to differences in measurement technique, because the renal volume was similar in the two studies. In addition, an ultrasonographic study using *Macaca fascicularis* found that renal volume increased significantly with increasing body weight [7].

In the present study, no differences in kidney volume were detected between the ellipsoid formula vs. the automated method of volume calculation. Dogs presented

agreement in the renal volume calculated from formula of an ellipsoid using ultrasound and anatomic linear measurements [4]. On the other hand, the volume estimated by ultrasound seems to be lower when compared to true volume calculated by water displacement in dog cadavers [3].

The RI is useful in the diagnosis of renal disease as well as in its treatment and prognosis [11, 19]. The RI value has been reported as  $0.63 \pm 0.05$  in non-sedated normal dogs [13], and 0.52–0.63 in sedated normal cats [17, 18]. In the present study, the respective IR values of the left renal artery, interlobar artery, and arcuate artery were 0.75 (SD, 0.07), 0.70 (SD, 0.08), and 0.70 (SD, 0.06). In general, the RI decreases from main renal artery to segmental renal artery, interlobar artery, and arcuate artery [16]. In addition, no statistically significant difference was observed in the present study among the evaluation locations for both the interlobar artery and arcuate artery.

A study of *Macaca fascicularis* found renal artery RI of 0.54 (upper limit of 0.74) under ketamine sedation, and 0.65 (upper limit of 0.77) under isoflurane [7]. The use of anesthetic agents may affect the RI [11, 12, 14, 19], but due to the behavior of the tufted capuchin, the examination must be performed under general anesthesia. In the present study, the examination was carried out only in the left kidney because renal hemodynamics may have been affected by the long anesthesia duration. In a study of cats, it was suggested that isoflurane anesthesia may induce increased intrarenal vascular resistance and decreased renal blood flow [12]. Thus, a standardized anesthesia protocol is necessary during follow-up treatment, and other chemical restraints must be evaluated to elucidate the actions on RI.

A human population-based study (n = 726) found that normal values of renal RI are dependent on age, sex, heart rate, blood pressure, and body mass

index [15]. In the present study, all animals were adults, the mean body mass was 2.04 kg, fluid therapy was not used, and the values were obtained approximately 10 minutes after the administration of the pre-medication. Therefore, additional studies using a larger numbers of animals are necessary to evaluate other variables including a potential gender influence.

In conclusion, the two kidneys showed similar morphometric parameters by B-mode ultrasound, while RI by spectral Doppler was decreased progressively from renal artery to interlobar and arcuate arteries.

#### Acknowledgments

The authors are grateful to Coordination for the Improvement of Higher Level Personnel (CAPES).

#### References

- Alves FR, Costa FB, Arouche MMS, Barros ACE, Miglino MA, Vulcano LC, Guerra PC: Ultrasonographic evaluation of the urinary system, liver and uterus of *Cebus apella* monkey. *Pesq Vet Bras* 2007; 27:377–82.
- Auricchio PC: *Primates do Brasil*. São Paulo: Terra Brasilis Editora Ltda, 1995.
- Barr FJ, Holt PE, Gibbs C: Ultrasonographic measurement of normal renal parameters. *J Small An Pract* 1990; 31:180–4.
- Barrera R, Duque J, Ruiz P, Zaragoza C: Accuracy of ultrasonographic measurements of kidney dog for clinical use. *Rev Cient (Maracaibo)* 2009; 19:576–83.
- Bordal JT, Nunes-Bastos V, Pérez-Escalá S, Sánchez-Negrette M: Histopathological characterization of nephritides in the brown capuchin monkey, *Cebus apella* (Primates: Cebidae). *Rev Biol Trop* 2000; 48:255–60.
- Fragaszy DM, Visalberghi E, Fedigan LM: *The Complete Capuchin: the Biology of the Genus Cebus*. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.
- Gaschen L, Menninger K, Schuurman H-J: Ultrasonography of the normal kidney in the cynomolgus monkey (*Macaca fascicularis*): morphologic and Doppler findings. *J Med Primatol* 2000; 29:76–84.
- Hélénon O, Dekeyser E, Correas JM: Doppler US of the urinary system and renal vessels in normal and pathologic conditions. *Nephrol Ther* 2008; 4:350–76.
- Honeysett J: *Husbandry Manual for Brown Capuchin/Black-capped Capuchin. Cebus apella (Cebidae)*. 2006; 1–91.
- Jones SR, Casey HW: Primary renal tumors in nonhuman primates. *Vet Pathol* 1981; 18:89–104.
- Kaya M: The evaluation of renal hemodynamics with Doppler ultrasonography. In: *Hemodynamics – New Diagnostic and Therapeutic Approaches*. Seda Artis (ed). 2012; 1–30. <http://www.intechopen.com>
- Mitchell SK, Toal RJ, Daniel GB, Rohrbach BW: Evaluation of renal hemodynamics in awake and isoflurane-anesthetized cats with pulsed-wave Doppler and quantitative renal scintigraphy. *Vet Radiol Ultrasound* 1998; 39: 451–8.
- Nyland TG, Fisher PE, Doverspike M, Hornof WJ, Olander HJ: Diagnosis of urinary tract obstruction in dogs using duplex Doppler ultrasonography. *Vet Radiol Ultrasound* 1993; 34:348–52.
- Nyland TG, Widmer WR, Mattoon JS: *Urinary tract*. In: *Small Animal Diagnostic Ultrasound*. Nyland, Mattoon (eds). Philadelphia, PA: Elsevier Saunders, 2015; 557–607.
- Ponte B, Pruijm M, Ackermann D, Vuistiner P, Eisenberger U, Guessous I, Rousson V, Mohaupt MG, Alwan H, Ehret G, Pechere-Bertschi A, Paccaud F, Staessen JÁ, Vogt B, Burnier M, Martin PY, Bochud M: Reference values and factors associated with renal resistive index in a family-based population study. *Hypert* 2014; 63:136–42.
- Radermacher J: Ultrasonography in the diagnosis of renovascular disease. *Imaging Dec* 2002; 2:15–22.
- Rivers BJ, Johnston GR: Diagnostic imaging strategies in small animal nephrology. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1996; 26:1505–17.

- 18 Rivers BJ, Walter PA, O'Brien TD, Polzin DJ: Duplex Doppler estimation of Pourcelot resistive index in arcuate arteries of sedated normal cats. *J Vet Intern Med* 1996; 10:28–33.
- 19 Rivers BJ, Walter PA, Letourneau JG, Finlay DE, Ritenour ER, King VL, O'Brien TD, Polzin DJ: Duplex Doppler estimation of resistive index in arcuate arteries of sedated, normal female dogs: implications for use in the diagnosis of renal failure. *J Am Anim Hosp Assoc* 1997; 33:69–76.
- 20 Saito CH, Brasileiro L, Almeida LE, Tavares MCHT: Conflicts between capuchin monkeys and visitors inside the Brasília National Park: possible solutions. *Soc Nat* 2010; 22:515–24.
- 21 Sánchez-Negrette M: Microfilariasis en monos platirrininos *Cebus apella*. *Gaz Vet* 1983; 381:614–25.
- 22 Sehgal CM, Arger PH, Pugh CR, Kirchofer JI, Kotlar EY, Bovee KC: Comparison of power Doppler and B-scan sonography for renal imaging using a sonographic contrast agent. *J Ultrasound Med* 1998; 17:751–6.
- 23 Temizsoylu MD, Bumin A, Kaya M, Alkan Z: Radiographic and ultrasonographic evaluation of the upper urinary tract diseases in dogs: 22 cases. *Ankara Univ Vet Fak Derg* 2006; 53:5–13.
- 24 Verona CES, Pissinatti A: Primates - Primatas do Novo Mundo (Sagui, Macaco-prego, Macaco-aranha, Bugio e Muriqui). In: *Tratado de animais selvagens*. Cubas, Silva, Catao-Dias (eds). São Paulo: Roca, 2014; 723–43.
- 25 Widmer WR, Biller DS, Adams LG: Ultrasonography of the urinary tract of the small animal patient. *J Am Vet Med Assoc* 2004; 225:46–54.
- 26 Wolfensohn S, Honess P: Physical well-being. In: *Handbook of Primate Husbandry and Welfare*. Wolfensohn, Honess (eds). Oxford: Wiley-Blackwell, 2005; 59–98.