

## RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo deste trabalho será disponibilizado somente a partir de 22/02/2019.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

**ANÁLISE MORFOLÓGICA DOS FORAMES E NERVOS CRANIANOS DO EQUINO  
POR MEIO DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA E TOMOGRAFIA  
COMPUTADORIZADA**

FERNANDA GABRIELA DE OLIVEIRA

Botucatu, SP

2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

**ANÁLISE MORFOLÓGICA DOS FORAMES E NERVOS CRANIANOS DO EQUINO  
POR MEIO DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA E TOMOGRAFIA  
COMPUTADORIZADA**

FERNANDA GABRIELA DE OLIVEIRA

Dissertação apresentada junto ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Animal, Área de concentração Diagnóstico por Imagem, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP – Campus de Botucatu para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof(a). Ass. Dra. Vânia Maria de Vasconcelos Machado

Co-Orientador: Prof.Dr. Seizo Yamashita

Botucatu, SP

2017

Oliveira, Fernanda Gabriela de.

Análise morfológica dos forames e nervos cranianos do equino por meio da ressonância magnética e tomografia computadorizada. / Fernanda Gabriela de Oliveira. - Botucatu, 2017

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

Orientador: Vânia Maria de Vasconcelos Machado

Coorientador: Seizo Yamashita

Capes: 50501038

1. Equino. 2. Nervos cranianos. 3. Ressonância magnética. 4. Tomografia. 5. Biotecnologia animal.

Palavras-chave: Equino; Forames do crânio; Nervos cranianos; Ressonância magnética; Tomografia computadorizada.

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha mãe,  
ao meu pai e ao meu marido.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por ter me concedido mais uma benção e foi graças a ele que consegui concluir a execução desse projeto!

Aos meus pais Marlene Vieira da Silva Oliveira e Reinaldo Sudario de Oliveira por me apoiar em todas as minhas decisões e ter feito todo o esforço do mundo para que eu pudesse me formar em medicina veterinária.

Ao meu marido Caio Vilela Cruz pelo enorme incentivo e apoio desde o início do mestrado até agora, pelo carinho e paciência. Por todo suporte que tem me dado! Grande parte dessa conquista foi graças a você!

Ao meu cunhado Igor Vilela Cruz pelo enorme incentivo, pela boa vontade e paciência de assistir os meus inúmeros treinos de apresentações de seminários e por me ajudar de uma forma ou outra na execução do meu projeto.

Ao meu sogro Paulo Cruz e sogra Lilia Marcia Vilela Cruz pelo enorme incentivo e suporte para que eu fizesse pós graduação.

A Vó Josefina Prinholato Marques Vilela e tia Sônia Maria Marques Vilela (Tita) pelo enorme incentivo para que eu fizesse o mestrado. Sempre perguntando se o projeto estava dando certo.

A minha orientadora Profa. Dra. Vânia Maria de Vasconcelos Machado pela sua sensibilidade em me aceitar como orientada mesmo sem me conhecer, muito obrigada pela oportunidade! Nós devemos levar para vida exemplos bons e esse exemplo eu vou reproduzir quando eu tiver oportunidade! Agradeço também por não apenas me orientar profissionalmente, mas também na vida pessoal. Por ter me dado vários conselhos quando eu vinha lhe pedir opinião e pela sua preocupação com a vida de seus orientados, sempre perguntando se estava tudo bem. Muito obrigada pelos muitos aprendizados que me proporcionou durante esses dois anos. Agradeço de coração!

Ao Prof. Dr. Alexandre Hataka por me ajudar com a remoção dos encéfalos dos equinos e preservação do bulbo olfatório e nervos cranianos nos mesmos. Muito obrigada pelo aprendizado que me proporcionou, pela enorme paciência que teve

comigo! E pela disponibilidade de ter me atendido de bom agrado nas inúmeras vezes que eu ia pedir ajuda ou opinião! Posso dizer que apesar dessa etapa ser a mais trabalhosa, foi muito divertido a execução desse projeto! Sou muito grata por tudo!

Ao Prof. Dr. André Luis Filadelpho pela sugestão fantástica de pintar os nervos cranianos com a tinta apropriada, por sempre estar disponível para me ajudar nessa tarefa e sempre me receber bem. Pela contribuição dos conhecimentos anatômicos. Pela paciência! E por ter tornado essa etapa tranquila e divertida.

Ao Prof. Dr. Marcílio Félix pela contribuição dos conhecimentos anatômicos! Muito obrigada pela disponibilidade!

A Maria Cristina Castiglioni mestranda, por no início ajudar a identificar os nervos cranianos nas imagens de ressonância magnética. Compartilhando suas experiências! Muito obrigada pela sua disponibilidade! Uma das grandes amigas que fiz em Botucatu!

Aos técnicos do serviço de Patologia veterinária Claudinei e Amauri pela ajuda que me deram algumas vezes que precisei de abrir os crânios dos equinos. Muito obrigada!

Ao Heraldo André Catalan Rosa, tecnólogo do Setor de Ressonância Magnética do serviço de Diagnóstico por imagem pela disponibilidade de execução das imagens de RM e TC encaixando entre um exame e outro, pois eu não podia marcar os exames com antecedência. Obrigada pela paciência e profissionalismo!

As minhas amigas e amigos do setor de diagnóstico por imagem: Jeana Pereira, Maria Cristina Castiglioni, Michel Vettorato, Fernanda Michelin, Camila Sarkis, Talita Eising, Lidiane Alves, Laís Melício, Luciana Carandina por tornarem a convivência diária no setor e fora dele muito divertida e agradável! Por todo suporte e ajuda que me deram! A Gilda, Ivete, João, Maurício funcionários do setor de diagnóstico por imagem que sempre me perguntavam como estava indo meu projeto e diziam que tudo ia dar certo! Sempre trabalhando com muito bom humor e com carinho para com as pessoas!

A Universidade Estadual Paulista de Botucatu, por dar oportunidade de realizar mestrado na área de diagnóstico por imagem! Universidade ao qual eu admiro!

Ao serviço de fotografia da Unesp, Silvio Manoel e Silvio Júnior pela disponibilidade e de realizar as fotografias de ótima qualidade.

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

“Deus nunca disse que a jornada seria fácil;  
mas ele disse que a chegada valeria a  
pena”.

(Max Lucado)

## SUMÁRIO

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| RESUMO.....                                   | 1  |
| ABSTRACT.....                                 | 3  |
| CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES GERAIS.....         | 5  |
| 1 INTRODUÇÃO.....                             | 6  |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA.....                  | 10 |
| 2.1 Nervos cranianos e forames do crânio..... | 10 |
| 2.1.1 Nervo Olfatório.....                    | 10 |
| 2.1.2 Nervo Óptico II.....                    | 11 |
| 2.1.3 Nervo Oculo motor III.....              | 13 |
| 2.1.4 Nervo Troclear IV.....                  | 13 |
| 2.1.5 Nervo Trigêmeo V.....                   | 14 |
| 2.1.6 Nervo Abducente VI.....                 | 16 |
| 2.1.7 Nervo Facial VII.....                   | 17 |
| 2.1.8 Nervo Vestibulococlear III.....         | 18 |
| 2.1.9 Nervo Glossofaríngeo IX.....            | 20 |
| 2.1.10 Nervo Vago X.....                      | 22 |
| 2.1.11 Nervo Acessório X.....                 | 23 |
| 2.1.12 Nervo Hipoglosso XII.....              | 24 |
| 2.2 Exame físico dos nervos cranianos.....    | 27 |
| 2.3 Ressonância magnética (RM).....           | 30 |
| 2.4 Tomografia computadorizada (TC).....      | 32 |
| 3 Referências Bibliográficas.....             | 33 |
| CAPÍTULO 2: TRABALHO CIENTÍFICO.....          | 39 |
| Resumo.....                                   | 41 |
| Introdução.....                               | 42 |
| Material e Métodos.....                       | 43 |
| Resultados.....                               | 46 |
| Discussão.....                                | 56 |
| Referências Bibliográficas.....               | 59 |

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| CAPÍTULO 3: TRABALHO CIENTÍFICO..... | 62 |
| Resumo.....                          | 63 |
| Introdução.....                      | 64 |
| Material e Métodos.....              | 65 |
| Resultados.....                      | 68 |
| Discussão.....                       | 77 |
| Referências Bibliográficas.....      | 80 |

OLIVEIRA, F.G. **Análise morfológica dos forames e nervos cranianos do equino por meio da ressonância magnética e tomografia computadorizada.** Botucatu, 2017. 81p. Dissertação de (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

## **RESUMO**

Este estudo teve por objetivo proporcionar fotos macroscópicas dos nervos cranianos e forames do crânio de equinos comparadas com imagens de ressonância magnética (RM) e tomografia computadorizada (TC), com o intuito de promover a identificação e interpretação precisa da origem e trajeto dos nervos cranianos. Foram obtidas imagens de RM dos nervos cranianos de 11 equinos adultos e imagens dos forames do crânio na TC de 12 equinos adultos. Para ilustrar a anatomia óssea dos forames do crânio, foi realizada a reconstrução 3D. Encéfalos de 11 equinos em conjunto com os nervos cranianos foram retirados do neurocrânio e fixados em solução aquosa de formol a 10%. Após a secagem, os mesmos foram coloridos com esmalte poliuretano e fotografados. A base do crânio de dois equinos foram removidas com os nervos cranianos que foram coloridos e posteriormente fotografados. Adicionalmente, o crânio macerado de um equino também foi utilizado para evidenciação dos forames do crânio. Os nervos cranianos e forames do crânio foram indicados e nomeadas de acordo com livros clássicos de anatomia. As peças anatômicas colaboraram com a identificação da maioria dos nervos cranianos nas imagens de RM e de todos os forames do crânio nas imagens de TC. Uma vez que o conhecimento anatômico é fundamental para a identificação dessas estruturas nas imagens de RM e TC.

**Palavras-chave:** Equino, ressonância magnética, tomografia computadorizada, nervos cranianos, forames do crânio.

OLIVEIRA, F.G. **Morphological analysis of equine cranial nerves and skull foramina using magnetic resonance imaging and computed tomography.** Botucatu, 2017. 81p. Dissertação de (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

## **ABSTRACT**

The purpose of this study was to provide macroscopic pictures of equine cranial nerves and skull foramina compared to magnetic resonance (MR) and computed tomography (CT) images in order to identify and accurately interpretate the origin and course of cranial nerves. MR images of the cranial nerves and CT images of the skull foramina were obtained from 11 and 12 adult horses, respectively. To illustrate the bone anatomy of the skull foramina, 3D reconstruction was performed. Brains and cranial nerves of 11 horses were removed from the neurocranium and fixed in 10% aqueous formalin solution. After drying, they were painted with polyurethane enamel and photographed. The base of the skull with the cranial nerves of two horses were removed, identified by painting and subsequently photographed. In addition, a macerated equine skull was also used to highlight its foramina. The cranial nerves and skull foramina were nominated according to classical anatomy textbooks. MR images provided identification of the majority of the cranial nerves and CT allowed visualization of all skull foramina. Knowledge of the normal brain and skull anatomy is fundamental to accurately interpretate MR and CT images.

**Keywords:** Equine, magnetic resonance, computed tomography, cranial nerves, skull foramina.

*Capítulo 1:*

*Considerações Gerais*

## 1. INTRODUÇÃO

A ressonância magnética (RM) começou a ser usufruída pela medicina por volta de 1980 e na medicina veterinária passou a ser utilizada em pesquisas na década de 1980 e início dos anos 90. Posteriormente, algumas áreas começaram a utilizar técnica na rotina clínica. Sendo aplicada a grandes animais alguns anos depois (GAVIN, 2009).

A tomografia computadorizada (TC) começou a ser utilizada em 1970 na medicina veterinária para o diagnóstico de doença intracraniana. E logo depois o método foi adaptado para o estudo em grandes animais (GAVIN, 2009).

São utilizadas RM e TC para detectar diversas lesões intracranianas em seres humanos e animais. Tanto a RM quanto a TC possuem vantagens e desvantagens dependendo da característica da lesão. Por isso, a escolha da técnica vai depender do histórico, estado geral do paciente, suspeita de lesão, disponibilidade de equipamentos e fator econômico (GIELEN et al., 2013).

A RM é excelente para a visualização do encéfalo (HAGE et al., 2010). A mesma também possui vantagens sobre a TC por proporcionar melhor resolução de contraste, imagens multiplanares, disponibilidade de sequências especializadas (HECHT; ADAMS, 2010; HAGE et al., 2010) e ausência de radiação ionizante, além de proporcionar diagnóstico mais precoce de alterações nos tecidos (COLAÇO et al., 2003; HECHT; ADAMS, 2010).

A TC com reconstrução tridimensional possui importante papel no diagnóstico de diversas enfermidades em várias espécies de animais (GARLAND et al., 2002). TC é uma técnica não invasiva e está mais disponível em clínicas veterinárias do que a RM (GIELEN et al., 2013).

Tem se referido que a RM é mais sensível para avaliação de lesões em tecidos moles e a TC para avaliar tecido ósseo. No entanto, a TC é excelente para examinar os tecidos moles do tórax e abdômen, e a RM é excelente para a detecção de determinados tipos de enfermidades ósseas. A diferença entre as duas é que a RM possui melhor resolução de contraste e a TC melhor resolução espacial. Logo, a melhor resolução de contraste que a RM proporciona é importante para distinção dos diferentes tecidos moles do sistema nervoso central (SNC), como substância branca, substância cinzenta e líquido cérebro espinhal. Ao passo que, comumente

se dá preferência a RM para examinar o encéfalo ou da medula espinal. Contudo, uma melhor resolução espacial proporcionada pela TC é ideal para examinar características anatômicas finas como trabéculas ósseas (SCRIVANI, 2011).

Os nervos cranianos possuem densidade de tecidos moles, similar ao encéfalo, e por isso são difíceis de visibiliza-los em imagens de TC, eles são melhores identificados em imagens de RM, devido a maior resolução de contraste que a RM proporciona. Entretanto, a TC propicia maior detalhe dos forames crânio e sendo assim, colabora com a direta visibilização do surgimento dos nervos cranianos na base do crânio (COUTURIER, 2011). Para tanto, a RM é considerada a técnica de escolha para avaliar os nervos cranianos. Embora a TC possuir a capacidade de visibilizar melhor os forames da base do crânio, os nervos cranianos só podem ser visibilizados em detalhes na RM (CASSELMAN et al., 2008).

Para a correta interpretação das imagens de RM do encéfalo, é primordial o entendimento da associação entre sinais clínicos e a localização neuro-anatômica (LEIGH et al., 2008). Ao passo que, a precisa interpretação da anatomia normativa na RM é necessária para o correto estudo e avaliação de tecidos com alterações (ARENCIBIA et al., 2001).

A terminologia descrita para os nervos cranianos são: nervo olfatório (NC I), nervo óptico (NC II), nervo oculomotor (NC III), nervo troclear (NC IV), nervo trigêmeo (NC V), nervo abducente (NC VI), nervo facial (CN VII), nervo vestibulococlear (NC VIII), nervo glossofaríngeo (NC IX), nervo vago (NC X), nervo acessório (NC XI) e nervo hipoglosso (NC XII) (BLITZ et al., 2014).

Vários nervos cranianos saem da camada interna da dura-máter e cursam entre as camadas internas e externas durais no compartimento intradural antes de sair do neurocrânio através dos forames cranianos (BLITZ et al., 2014).

Sequências Spin Echo ponderadas em T1 e T2 de RM do encéfalo de equinos tem fornecido excelentes detalhes anatômicos clinicamente relevantes (ARENCIBIA et al., 2001). Gomes et al (2009) constaram na RM em gatos que as sequências T1 e T2 foram melhores para a identificação do surgimento e curso dos nervos cranianos.

Gonçalves et al. (2015) identificou que todos os nervos cranianos de equinos apresentaram isointensos em relação à substância cinzenta em todas sequências de RM.

Entretanto, Gomes et al. (2009) citam que a maioria dos nervos cranianos em gatos apresentam-se isointensos em relação à substância cinzenta nas sequências T2 e T1. Porém, o grupo formado pelos nervos IX, X, XI, e XII aparecem hiperintensos nas sequências T2 em plano transversal.

Qualquer processo que provoque lesão no parênquima cerebral adjacente pode gerar impacto sobre o núcleo dos nervos cranianos. Como por exemplo: acidente vascular cerebral, processos inflamatórios e infecciosos, tumores e distúrbios metabólicos, podem resultar em neuropatias cranianas de origem nuclear (BLITZ et al., 2014).

Traumas podem modificar a anatomia normal dos forames e distorcer o trajeto dos nervos cranianos. Imagens de TC reconstruídas permitem identificar pequenas fraturas na base do crânio, ao qual podem afetar os seus forames. Fraturas ou hematomas podem comprimir e alterar as vias dos nervos cranianos (COUTURIER, 2011).

Doenças infecciosas adjacentes aos forames do crânio, como: otite interna, doenças do ouvido médio e abscessos em tecidos moles, podem resultar em osteíte focal dos ossos do crânio, que podem envolver os forames e comprimir o trajeto do nervo. Uma otite média grave e osteomielite secundária da parte petrosa do osso temporal pode comprimir o nervo facial e vestibulococlear, levando a sinais clínicos de inclinação da cabeça e paralisia unilateral da face. Neoplasias também podem acometer os nervos cranianos. Todos os tipos tumores cerebrais de causa primária ou secundárias podem comprimir os forames do crânio (COUTURIER, 2011).

O ramo maxilar do nervo trigêmeo (V) (GODINHO & GETTY, 1975), os nervos facial (VII), glossofaríngeo (VIII), vago (X) e acessório (IX) cursam pela bolsa gutural do equino (GONÇALVES et al., 2015), e o nervo hipoglosso também passa pelo compartimento medial desta estrutura (KONIG et al., 2011). Contudo, apesar das tentativas de identificar estes nervos, nenhum deles podem ser identificados com confiança dentro da bolsa gutural nas imagens de RM (GONÇALVES et al., 2015). Entretanto, sabe-se que processos infecciosos ou lesões idiopáticas da bolsa gutural podem lesionar esses nervos (KONIG; LIEBICH; CERVENY, 2011).

Enfermidades como meningioma, são capazes de comprimir um nervo craniano em qualquer lugar no segmento cisternal, pequenas massas podem tornar-se sintomáticas em um ponto anterior se estrategicamente posicionado dentro da região da interface dural (BLITZ et al., 2014).

De acordo com Gomes et al. (2009), os nervos cranianos (III, IV e VI) não podem reconhecidos com clareza. Ao passo que mesmo no cérebro anatômico sendo removido o osso esfenóide da cavidade craniana o nervo craniano IV apareceu muito pequeno em imagens de RM. Isto explica porque os mesmos não podem visibilizados individualmente em imagens de RM. Nervos cranianos III e VI foram bem vistos durante dissecação, mas eles não puderam ser visibilizados individualmente nas imagens RM.

Embora a RM seja superior na visibilização dos nervos e seus ramos, a TC exhibe facilmente as dimensões e a morfologia do canal do nervo hipoglosso. Além disso, identifica o estado dos forames vizinhos e segmentos ósseos da base do crânio (ALVES, 2010).

De acordo com Gomes et al. (2009), a TC é sensível para a avaliação dos canais e forames ósseos do osso temporal petroso, e contribui com a identificação do surgimento dos nervos em imagens de RM em humanos e cães.

Mesmo que a RM ultrapasse os recursos da TC no diagnóstico de enfermidades dos tecidos moles do sistema nervoso central (SNC), a identificação do local de saída dos nervos pelos forames do crânio proporcionada pela TC, pode compensar isso (PROBST; KNEISSL, 2006).

Portanto, as imagens de TC de equinos permitem eficiente visibilização dos forames do crânio e, ocasionalmente, os nervos cranianos, devido o reconhecimento do local da saída dos mesmos (GONÇALVES et al., 2015).

Uma vez que a nova geração de TC volumétrica e scanners de RM de alto campo permitem ótima resolução e exames mais rápidos, podendo identificar diversos ramos do nervo e mapear seu trajeto inteiro (ALVES, 2010).

Foram publicados estudos anatômicos dos nervos cranianos e forames do crânio no cão COUTURIER et al. (2005), no felino GOMES et al. (2009) e equino GONÇALVES et al. (2015) utilizando imagens de RM e TC. Entretanto, a descrição da origem e trajeto dos nervos cranianos na RM, comparadas com secções anatômicas e estudos dos forames do crânio de equinos na TC ainda são escassos.

O objetivo deste estudo foi proporcionar fotos macroscópicas dos nervos cranianos de equinos que foram comparadas em “espelho” com imagens de RM, interligando suas respectivas estruturas, afim de promover a identificação e interpretação mais precisa da origem e trajeto dos nervos cranianos nas imagens de RM e TC. Adicionalmente, na ausência de disponibilidade de equipamento de RM

pode-se utilizar da TC para identificar os forames do crânio e concomitantemente alguns nervos cranianos.