

# RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)  
autor(a), o texto completo desta tese  
será disponibilizado somente a partir  
de 13/11/2022.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

DIÂMETRO SAGITAL MÍNIMO, RAZÕES INTRA E  
INTERVERTEBRAIS E ULTRASSONOGRRAFIA DOS  
PROCESSOS ARTICULARES CERVICAIS EM ASININOS E  
MUARES

MÁRIO AIGNER RIBEIRO

BOTUCATU – SP

NOVEMBRO 2020

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

DIÂMETRO SAGITAL MÍNIMO, RAZÕES INTRA E  
INTERVERTEBRAIS E ULTRASSONOGRRAFIA DOS  
PROCESSOS ARTICULARES CERVICAIS EM ASININOS E  
MUARES

MÁRIO AIGNER RIBEIRO

Tese apresentada à Faculdade de  
Medicina Veterinária e Zootecnia da  
Universidade Estadual Paulista “Júlio de  
Mesquita Filho”, para obtenção do título  
de Doutor em Biotecnologia Animal área  
de Diagnóstico por Imagem

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

BOTUCATU – SP

NOVEMBRO 2020

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

Ribeiro, Mário Aigner.

Diâmetro sagital mínimo, razões intra e intervertebrais e ultrassonografia dos processos articulares cervicais em asininos e muares / Mário Aigner Ribeiro. - Botucatu, 2020

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

Orientador: Vânia Maria de Vasconcelos Machado  
Capes: 50501038

1. Asinino. 2. Equídeo. 3. Diâmetro abdominal sagital.  
4. Ultrassom. 5. Coluna vertebral - Radiografia.

Palavras-chave: Equídeo; Radiografia; Ultrassom; Vértebra cervical.

## **Mário Aigner Ribeiro**

Data da defesa: 13 de novembro de 2020.

### **Composição da Banca Examinadora**

1. Profa. Dra. Vânia Maria de Vasconcelos Machado – Departamento de Cirurgia Veterinária e Reprodução Animal – FMVZ – UNESP – Botucatu/SP

2. Profa. Dra. Ana Liz Garcia Alves - Departamento de Cirurgia Veterinária e Reprodução Animal – FMVZ – UNESP - Botucatu/SP

3. Dra. Ariane Dantas - Departamento de Cirurgia Veterinária e Reprodução Animal – FMVZ – UNESP – Botucatu/SP

4. Dra. Deborah Penteadó Martins Dias – Médica Veterinária Autônoma – POTENCIAL Hospital de Equinos – Orândia/SP

5. Prof. Dr. Stefano Carlo Filippo Hagen – Departamento de Cirurgia – FMVZ – USP – São Paulo/SP

## Suplentes

6. Prof. Ass. Dr. José Nicolau Próspero Puoli Filho – Departamento de Produção Animal e Medicina Veterinária Preventiva – FMVZ – UNESP – São Paulo/SP

7. Prof. Ass. Dr. André Luis Filadelpho – Departamento de Biologia Estrutural e Funcional – Setor de Anatomia – IBB – UNESP – Botucatu/SP

8. Dra. Luciana Carandina da Silva Almeida – Médica Veterinária Autônoma – CARANDINA Clínica Veterinária e Pet Shop – Avaré/SP

## **Dedicatória**

À Medicina Veterinária, por realizar grandes sonhos em minha vida e ter me habilitado a ajudar na melhoria da qualidade de vida dos animais.

## **Agradecimentos**

À minha família, especialmente aos meus pais, Mario Augusto Carneiro Leão Ribeiro (*in memoriam*) e Ingrid Aigner Ribeiro, pela minha existência, educação, carinho, atenção e ensinamentos. À minha mãe, durante essa nova fase que estamos convivendo diariamente, por sempre me esperar para almoçarmos. Aos meus irmãos Leonardo Aigner Ribeiro, Bruno Aigner Ribeiro e Rogério Aigner Ribeiro, pela parceria. E aos meus filhos, André Lebrão Aigner Ribeiro e Bianca Lebrão Aigner Ribeiro, pela bênção em tê-los, vocês são minha inspiração de responsabilidade e paciência, meus eternos professores.

À Prof. Dra. Vânia Maria de Vasconcelos Machado, pelas conversas profissionais, oportunidades em participar de aulas e palestras e pela orientação.

Ao Prof. Dr. José Nicolau Próspero Puoli Filho pelo auxílio, organização e interação com os mueres do Setor de Equideocultura e companheirismo.

Ao Prof. Dr. André Luis Filadelpho pelo auxílio e companheirismo.

Ao Prof. Dr. Antonio José de Araújo Aguiar e Prof. Dr. Carlos Alberto Hussni pela autorização da participação dos asininos neste estudo.

Ao Prof. Dr. Carlos Roberto Padovani, pela amizade, análise estatística e exemplo profissional.

Ao Prof. Dr. Carlos Roberto Teixeira, pela amizade, disponibilidade em ajudar e exemplo profissional.

À Profa. Dra. Alessandra Melchert, pela amizade, motivação, conselhos e exemplo profissional.

Ao Prof. Dr. Simone Biagio Chiacchio pela amizade, disponibilidade em ajudar e exemplo profissional.



Aos servidores da Radiologia, Heraldo André Catalan Rosa, João Borioli Cassetari, Marco Antonio Fumes Pelicci e Maurício de Oliveira Ferreira pelo apoio.

Ao servidor Altamiro Rosam pelo auxílio, interação e paciência na lida com os mueres do Setor de Equideocultura.

À Regilda Ferreira da Silva, profissional da limpeza das salas de exames do Serviço de Diagnóstico por Imagem, pelo zelo de nosso ambiente de trabalho.

Ao colega Gabriel Barbosa de Melo Neto, pelo auxílio na realização dos exames radiográficos e ultrassonográficos.

Ao colega Rossi De Carvalho Ribeiro, pelo auxílio na realização dos exames radiográficos.

Aos colegas Jéssica Leite Fogaça e Michel de Campos Vettorato pelo auxílio e sempre dispostos em ajudar.

Aos residentes Alex Ferreira Mendes, Bruno Teixeira, Fernanda Gabriela de Oliveira, Iago Smaili Santos, Isabella Mendonça Zanella Cecconi Cardoso, Isis Pinto da Costa, Mariana Martins dos Santos, Natália Borsato Oliveira, Stela Bonadia de Souza Bete, Thais Cristina Dias de Macedo e Whitara Ferreira Lima pelo compartilhamento das salas de diagnóstico por imagem.

Ao Prof. Dr. Rogério Martins Amorim, aos servidores César Leme da Silva e Marco Antonio Simão da Silva e aos residentes Beatriz da Costa Kamura, Cristiana Raach Bromberger e Lucas Vinicius de Oliveira Ferreira da Clínica de Grandes Animais pelo compartilhamento das cocheiras, empréstimos de cabrestos e companheirismo.

À CAPES: o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO, JUSTIFICATIVA, OBJETIVOS E REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	1
--	---

<b>CAPÍTULO 2 – TRABALHO CIENTÍFICO</b> .....	15
---	----

<b>FIGURA 1.</b> Equídeo da espécie muar posicionado no tronco de contenção para a realização do exame ultrassonográfico cervical. ....	23
---	----

<b>FIGURA 2.</b> Região de interesse tricotomizada: da extremidade caudal do processo transversal do atlas, projetam-se duas retas. Uma em direção ventral atingindo a região dorsal ao sulco jugular e caminhando dorsalmente a este até a base do pescoço. A outra, dorsalmente, estendendo-se em direção ao terço médio do pescoço até atingir sua base. Uma terceira reta faz a união das duas retas descritas, projetando-se ao longo da base do pescoço. ....	24
---	----

<b>FIGURA 3.</b> Posicionamento do transdutor ao longo da coluna cervical. Iniciando a varredura na região da C2 até localizar a articulação C2-3 (I), seguindo às regiões das articulações C3-4 (II e III), C5-6 (IV) e C6-7 (V e VI). ....	25
--	----

<b>FIGURA 4.</b> Articulação entre a segunda e terceira vértebras cervicais* (C2-3) em <b>ASININO</b> . P2 = processo articular da segunda vértebra cervical (C2); P3 = processo articular da terceira vértebra cervical (C3); mm = musculatura epaxial. ....	27
---	----

<b>FIGURA 5.</b> Articulação entre a terceira e quarta vértebras cervicais* (C3-4) em <b>ASININO</b> . P3 = processo articular da terceira vértebra cervical (C3); P4 = processo articular da quarta vértebra cervical (C4); mm = musculatura epaxial. ....	27
---	----

<b>FIGURA 6.</b> Articulação entre a quarta e quinta vértebras cervicais* (C4-5) em <b>ASININO</b> . P4 = processo articular da quarta vértebra cervical (C4); P5 = processo articular da quinta vértebra cervical (C5); mm = musculatura epaxial. ....	28
---	----

<b>FIGURA 7.</b> Articulação entre a quinta e sexta vértebras cervicais* (C5-6) em <b>ASININO</b> . P5 = processo articular da quinta vértebra cervical (C5); P6 = processo articular da sexta vértebra cervical (C6); mm = musculatura epaxial. ....	28
<b>FIGURA 8.</b> Articulação entre a sexta e sétima vértebras cervicais* (C6-7) em <b>ASININO</b> . P6 = processo articular da sexta vértebra cervical (C6); P7 = processo articular da sétima vértebra cervical (C7); mm = musculatura epaxial. ....	29
<b>FIGURA 9.</b> Articulação entre a segunda e terceira vértebras cervicais* (C2-3) em <b>MUAR</b> . P2 = processo articular da segunda vértebra cervical (C2); P3 = processo articular da terceira vértebra cervical (C3); mm = musculatura epaxial. ....	29
<b>FIGURA 10.</b> Articulação entre a terceira e quarta vértebras cervicais* (C3-4) em <b>MUAR</b> . P3 = processo articular da terceira vértebra cervical (C3); P4 = processo articular da quarta vértebra cervical (C4); mm = musculatura epaxial. ....	30
<b>FIGURA 11.</b> Articulação entre a quarta e quinta vértebras cervicais* (C4-5) em <b>MUAR</b> . P4 = processo articular da quarta vértebra cervical (C4); P5 = processo articular da quinta vértebra cervical (C5); mm = musculatura epaxial. ....	30
<b>FIGURA 12.</b> Articulação entre a quinta e sexta vértebras cervicais* (C5-6) em <b>MUAR</b> . P5 = processo articular da quinta vértebra cervical (C5); P6 = processo articular da sexta vértebra cervical (C6); mm = musculatura epaxial. ....	31
<b>FIGURA 13.</b> Articulação entre a sexta e sétima vértebras cervicais* (C6-7) em <b>MUAR</b> . P6 = processo articular da sexta vértebra cervical (C6); P7 = processo articular da sétima vértebra cervical (C7); mm = musculatura epaxial. ....	31
<b>CAPÍTULO 3 – TRABALHO CIENTÍFICO</b> .....	37

<b>FIGURA 1.</b> Medidas intravertebrais do diâmetro sagital (DS1 a DS10); medidas intervertebrais (c1 e c2) e medida na porção cranial do corpo vertebral (b).....	45
<b>FIGURA 2.</b> Médias dos comprimentos dos corpos vertebrais cervicais em muares e asininos .....	48
<b>FIGURA 3.</b> Segunda e terceira vértebras cervicais (C2 e C3) em muares(M) e asininos(A).....	50
<b>FIGURA 4.</b> Terceira a quinta vértebras cervicais (C3 a C5) em muares(M) e asininos(A).....	51
<b>FIGURA 5.</b> Quinta a sétima vértebras cervicais (C5 a C7) em muares(M) e asininos(A).....	52
<b>TABELA 1.</b> Diâmetros sagitais mínimos (em cm) nas vértebras cervicais de muares e asininos .....	53
<b>FIGURA 6.</b> Médias dos diâmetros sagitais (DS1 a DS10) ao longo do forame vertebral em <b>muares</b> .....	53
<b>FIGURA 7.</b> Médias dos diâmetros sagitais (DS1 a DS10) ao longo do forame vertebral em <b>asininos</b> .....	54
<b>FIGURA 8.</b> Limites de confiança para média dos DSM dos <b>muares</b> comparados com a média dos DSM em cavalos e descrito por Hahn et al., 2008 <sup>8</sup> . LI = limite inferior e LS = limite superior. ....	55
<b>FIGURA 9.</b> Limites de confiança para média dos DSM dos asininos comparados com a média dos DSM em cavalos e descrito por Hahn et al., 2008 <sup>8</sup> . LI = limite inferior e LS = limite superior. ....	55
<b>TABELA 2.</b> Medidas descritivas das variáveis razões intravertebrais (a/b) da segunda à sétima vertebrais cervicais (C2 a C7) e intervertebrais (c/b) da articulação entre a segunda e terceira vértebras cervicais (C2-3) à articulação entre a sexta e sétima vertebrais cervicais (C6-7) segundo a espécie .....	56

<b>FIGURA 10.</b> Razões intra e intervertebrais em muares e asininos. ....	60
<b>FIGURA 11.</b> Limites de confiança (LI = limite inferior e LS = limite superior.) para média das razões intra e intervertebrais em <b>muares</b> comparadas às de cavalos com a posição baixa do pescoço (segundo Beccati et al., 2018 <sup>16</sup> ) .	61
<b>FIGURA 12.</b> Limites de confiança (LI = limite inferior e LS = limite superior.) para média das razões intra e intervertebrais em <b>asininos</b> comparadas às de cavalos com a posição baixa do pescoço (segundo Beccati et al., 2018 <sup>16</sup> ).	62
<b>FIGURA 13.</b> Limites de confiança (LI = limite inferior e LS = limite superior.) para média das razões intra e intervertebrais em <b>muares</b> comparadas às de cavalos com a posição neutra do pescoço (segundo Beccati et al., 2018 <sup>16</sup> )	63
<b>FIGURA 14.</b> Limites de confiança (LI = limite inferior e LS = limite superior.) para média das razões intra e intervertebrais em <b>asininos</b> comparadas às de cavalos com a posição neutra do pescoço (segundo Beccati et al., 2018 <sup>16</sup> )	64
<b>FIGURA 15.</b> Limites de confiança (LI = limite inferior e LS = limite superior.) para média das razões intra e intervertebrais em <b>muares</b> comparadas às de cavalos com a posição alta do pescoço (segundo Beccati et al., 2018 <sup>16</sup> ) ....	65
<b>FIGURA 16.</b> Limites de confiança (LI = limite inferior e LS = limite superior.) para média das razões intra e intervertebrais em <b>asininos</b> comparadas às de cavalos com a posição alta do pescoço (segundo Beccati et al., 2018 <sup>16</sup> ) ....	66
<b>FIGURA 17.</b> Limites de confiança (LI = limite inferior e LS = limite superior.) para média das razões intra e intervertebrais em muares comparadas às de cavalos QM (segundo Kiehl et al., 2013 <sup>24</sup> ) .....	67
<b>FIGURA 18.</b> Limites de confiança (LI = limite inferior e LS = limite superior.) para média das razões intra e intervertebrais em asininos comparadas às de cavalos QM (segundo Kiehl et al., 2013 <sup>24</sup> ) .....	67
<b>TABELA 3.</b> Medidas descritivas da variável peso segundo a espécie.....	68

<b>TABELA 4.</b> Medidas de associação do peso com as razões intra e intervertebrais.....	68
---	----

## ABREVIATURAS

**A** = asinino(s)

**M** = luar(es)

**C1** = primeira vértebra cervical (ou atlas)

**C2** = segunda vértebra cervical (ou áxis)

**C3** = terceira vértebra cervical

**C4** = quarta vértebra cervical

**C5** = quinta vértebra cervical

**C6** = sexta vértebra cervical

**C7** = sétima vértebra cervical

**C2-3** = articulação entre a segunda e terceira vértebras cervicais

**C2-C3** = articulação entre a segunda e terceira vértebras cervicais

**C3-4** = articulação entre a terceira e quarta vértebras cervicais

**C3-C4** = articulação entre a terceira e quarta vértebras cervicais

**C4-5** = articulação entre a quarta e quinta vértebras cervicais

**C4-C5** = articulação entre a quarta e quinta vértebras cervicais

**C5-6** = articulação entre a quinta e sexta vértebras cervicais

**C5-C6** = articulação entre a quinta e sexta vértebras cervicais

**C6-7** = articulação entre a sexta e sétima vértebras cervicais

**C6-C7** = articulação entre a sexta e sétima vértebras cervicais

**C7, T18, L5, S5, Co15–17** = 7 vértebras cervicais, 18 torácicas, 5 lombares, 5 sacrais e 15 a 17 coccígeas

**C7, T18, L6, S5, Co15–21** = 7 vértebras cervicais, 18 torácicas, 6 lombares, 5 sacrais e 15 a 21 coccígeas

**DSM** = diâmetro(s) sagital(is) mínimo(s)

**RM** = ressonância magnética

**MEC** = mielopatia estenótica cervical

**TC** = tomografia computadorizada

**RX** = raios X ou radiográfica(o)(s)

**OAA** = occipitoatlantoaxial

**QM** = Quarto de Milha

**PSI** = Puro Sangue Inglês

**AO** = atlanto-occipital

**LCR** = Líquido cefalorraquidiano

**SDN** = síndrome do desajuste neonatal

**US** = ultrassom ou ultrassonográfica(o)(s)

**%** = porcentagem ou por cento

**mm** = milímetro(s)

**Mhz** = mega-hertz

**AA** = atlantoaxial

**DS** = diâmetro(s) sagital(is)



**cm** = centímetro(s)

**a** = DSM (diâmetro sagital mínimo)

**c1** = distância intervertebral entre o limite caudal do assoalho do forame medular de uma vértebra e o limite cranial do teto do forame medular da vértebra seguinte

**c2** = distância intervertebral entre o limite caudal do teto do forame medular de uma vértebra e o limite cranial do assoalho do forame medular da vértebra seguinte

**c** = corresponde ao menor valor entre as medidas **c1** e **c2**

**Vmin** = valor mínimo

**Q1** = primeiro quartil

**Med** = mediana

**Q3** = terceiro quartil

**Vmax** = valor máximo

$\bar{x}$  = média aritmética ou simplesmente média

**DP** = desvio-padrão

**LI** = limite inferior

**LS** = limite superior

**QM** = Quarto de Milha

*“Ando devagar, porque já tive pressa  
Levo esse sorriso, porque já chorei demais  
Hoje me sinto mais forte, mais feliz, quem sabe?  
Só levo a certeza de que muito pouco eu sei,  
Ou nada sei.”*

(Renato Teixeira e Almir Sater)

RIBEIRO, MÁRIO AIGNER. DIÂMETRO SAGITAL MÍNIMO, RAZÕES INTRA E INTERVERTEBRAIS E ULTRASSONOGRRAFIA DOS PROCESSOS ARTICULARES CERVICAIS EM ASININOS E MUARES. Botucatu/SP. 2020. 73p. Doutorado. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Departamento de Cirurgia Veterinária e Reprodução Animal – Setor de Diagnóstico por Imagem – UNESP – Botucatu/SP.

## RESUMO

O diâmetro sagital mínimo e as razões intra e intervertebrais obtidos em exames radiográficos da coluna cervical são utilizados para diagnóstico em casos de ataxia em equinos. Infiltrações guiadas por ultrassonografia são utilizadas em cavalos com finalidade diagnóstica ou terapêutica. Diante dessas considerações, foram submetidos a exames radiográfico e ultrassonográfico 13 jumentos com peso médio de 133 (26) kg e idade média de 9,5 anos e 14 muares com peso médio de 393 (41) kg e idade média de 9,7 anos, todos sem raça definida. Ao exame radiográfico foram realizadas 3 projeções laterolaterais em cada animal (C1 a C3, C3 a C5 e C5 a C7). Em muares: 72kV e 2mA em C1 a C3; 72kV e 2,5mA em C3 a C5; 74kV e 2,8mA em C5 a C7; nos asininos: 68kV e 1,6mA de C1 a C3 e C3 a C5; 70kV e 1,7mA, de C5 a C7. O diâmetro sagital mínimo em cada espécie foi determinado pela média e desvio-padrão, sendo em muares: C2 = 2,84 (0,12) cm; C3 = 2,40 (0,11) cm; C4 = 2,36 (0,11) cm; C5 = 2,39 (0,10) cm; C6 = 2,52 (0,15) cm e C7 = 2,83 (0,16) cm. Em asininos: C2 = 2,17 (0,11) cm; C3 = 1,95 (0,10) cm; C4 = 1,90 (0,10) cm; C5 = 1,93 (0,14) cm; C6 = 2,09 (0,13) cm e C7 = 2,40 (0,32) cm. A comparação das respostas das mensurações das vértebras cervicais entre as duas espécies (asininos e muares) foi realizada por meio do teste paramétrico t de Student para amostras independentes. A medida de associação entre as razões intra e intervertebrais nas espécies foi determinada considerando o coeficiente de correlação linear de Pearson no nível de 5% de significância e as comparações das razões nas vértebras, entre as 3 espécies (equinos, asininos e muares) foi realizada a partir dos intervalos de 95% de confiança para as médias das espécies. Os resultados obtidos estabelecem valores normais para os diâmetros sagitais mínimos e razões intra e intervertebrais em asininos e muares. O exame ultrassonográfico utilizou transdutor multifrequencial de 3 a 11 Mhz e foi iniciado com uma varredura do aspecto dorsal de cada vértebra, seguindo-se avaliação da região cranial à porção caudal da vértebra, em direção aos processos articulares, longitudinalmente e em sentido caudal para localização da articulação. Variações na angulação do transdutor permitiram a localização exata dos processos articulares e da articulação correspondente, de C2-3 a C6-7, com a captação de imagens de referência, o que permite que essa técnica seja utilizada no exame dessa região. Estudos utilizando a técnica descrita para a realização de punção intra-articular guiada por ultrassom em jumentos e muares para fins terapêutico ou de diagnóstico são sugeridos.

**Palavras-chave:** vértebra cervical, radiografia, técnica ultrassonográfica, equídeos

RIBEIRO, MÁRIO AIGNER. MINIMUM SAGITTAL DIAMETER, INTRA AND INTERVERTEBRAL RATIOS AND ULTRASONOGRAPHY OF THE CERVICAL ARTICULAR PROCESSES IN DONKEYS AND MULES. Botucatu/SP. 2020. 73p. Doctorate degree. School of Veterinary Medicine and Animal Science, UNESP - São Paulo State University, Botucatu.

### **ABSTRACT**

The minimum sagittal diameter and the intra and intervertebral ratios obtained in radiographic examinations of the cervical spine are used for diagnosis in cases of ataxia in horses. Infiltrations guided by ultrasound are used in horses for diagnostic or therapeutic purposes. In view of these considerations, 13 donkeys with an average weight of 133 (26) kg and an average age of 9.5 years and 14 mules with an average weight of 393 (41) kg and an average age of 9.7 years underwent radiographic and ultrasound examinations, all mixed race. Radiographic examination was performed 3 laterolateral projections in each animal (C1 to C3, C3 to C5 and C5 to C7). In mules: 72kV and 2mA in C1 to C3; 72kV and 2,5mA in C3 to C5; 74kV and 2,8mA in C5 to C7; in donkeys: 68kV and 1,6mA from C1 to C3 and C3 to C5; 70kV and 1,7mA from C5 to C7. The data of minimum sagittal diameter in each species was determined by the mean and standard deviation, being in mules: C2 = 2,84 (0,12) cm; C3 = 2,40 (0,11) cm; C4 = 2,36 (0,11) cm; C5 = 2,39 (0,10) cm; C6 = 2,52 (0,15) cm and C7 = 2,83 (0,16) cm. In donkeys: C2 = 2,17 (0,11) cm; C3 = 1,95 (0,10) cm; C4 = 1,90 (0,10) cm; C5 = 1,93 (0,14) cm; C6 = 2,09 (0,13) cm and C7 = 2,40 (0,32) cm. The comparison of the responses of measurements of cervical vertebrae between the two species (donkeys and mules) was performed using the Student's t parametric test for independent samples. The measure of association between intra and intervertebral ratios in species was determined considering Pearson's linear correlation coefficient at the 5% level of significance and comparisons of ratios in vertebrae between the 3 species (equines, donkeys and mules) were performed from 95% confidence intervals for species means. The results obtained establish normal data for the minimum sagittal diameters and intra and intervertebral ratios in donkeys and mules. The ultrasound examination used a 3 to 11 Mhz multifrequency transducer and the scan protocol was performed starting on the dorsal aspect of each vertebra, followed by an assessment of the cranial region to the caudal portion of the vertebra, towards the joint processes, longitudinally and in the caudal direction for of the joint. Variations of the transducer angulation allowed the exact location of the joint processes and the corresponding joint, from C2-3 to C6-7, with the capture of reference images, which allows this technique to be used in the examination of this region. Studies using the technique described for performing intra-articular puncture guided by ultrasound in donkeys and mules for therapeutic or diagnostic purposes are suggested.

**Keywords:** cervical vertebra, radiography, ultrasonographic technique, equidae

# CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO, JUSTIFICATIVA, OBJETIVOS E REVISÃO DE LITERATURA

## INTRODUÇÃO

Das espécies de equídeos, os muares são híbridos resultantes do cruzamento entre cavalos (*Equus caballus*) e asininos (*Equus asinus*). Tanto os muares quanto os asininos são pouco estudados, no entanto, comumente presentes na rotina clínica veterinária.

A domesticação do jumento (*Equus africanus asinus*) ocorreu na África do Norte há cerca de 6000 anos. Esses animais comumente auxiliavam a humanidade, transformando sociedades e estados antigos em toda a África e Ásia, com implicações econômicas, culturais, religiosas e territoriais. Asininos e os muares também contribuíram ao desenvolvimento de países como Estados Unidos e Reino Unido. Com a industrialização, esses animais tornaram-se menos relevantes, até mesmo negligenciados<sup>1</sup>.

Atualmente o jumento continua a ter um impacto positivo nos países em desenvolvimento, onde famílias na África dependem de um único asinino, muitas vezes tornando esses animais seu bem mais valioso. Seu valor econômico vem do trabalho, transporte, carga e turismo, mas também como fonte de alimentação. Em contraste, em países desenvolvidos, asininos e muares são usados principalmente para outros fins (recreação, turismo, *hobby*, *shows*, animais de estimação, companhia e onoterapia)<sup>1</sup>.

A população de jumentos no mundo, em 2019, foi estimada em 44 milhões, o que é substancial considerando que existem cerca de 58 milhões de cavalos. Sua resistência a condições ambientais adversas, uso eficiente de energia, baixo custo de manutenção, durabilidade, capacidade de uso para diversos fins e natureza rústica aparente tornaram os jumentos, em muitos países subdesenvolvidos, mais valiosos do que cavalos. É irônico que essas características também os tenham predisposto a uma série de doenças e ainda serem vítimas de abusos e negligência<sup>1</sup>.

Os jumentos sofrem de afecções semelhantes às de outros equídeos; entretanto, as diferenças anatômicas e fisiológicas, podem levar a diagnósticos incorretos, tratamento inadequado, despesas desnecessárias e a resultado negativo<sup>1</sup>.

Comumente profissionais experientes enfrentam dificuldades em avaliar as imagens obtidas em exames imagenológicos da região cervical de asininos e muares, uma vez que são escassas, ou inexistentes, bases científicas que possam auxiliar diagnósticos imagenológicos precisos e fidedignos, sendo comum estudos em cavalos, que norteiam referências àquelas espécies.

Os cavalos possuem 7 vértebras cervicais, sendo a primeira (C1 ou atlas) e a segunda (C2 ou eixo) as mais modificadas anatomicamente em comparação às demais e isso se deve às suas funções especiais de suportar e movimentar a cabeça<sup>2</sup>.

O atlas não possui corpo nem processo espinhosos, possuindo formato de anel e, lateralmente, processos transversos (asas). É assim denominado pois, no ser humano, suporta o globo da cabeça e na mitologia grega, os céus<sup>2</sup>.

Já o eixo assim foi denominado porque refere-se ao eixo ao redor do qual a C1 gira, ademais é a vértebra mais longa e caracteriza-se por possuir centralmente o dente ou processo odontoide, seus processos articulares são típicos e o processo espinhoso é largo e robusto, continuando caudalmente com seus processos articulares caudais<sup>2</sup>.

A terceira (C3), quarta (C4) e quinta (C5), possuem um padrão anatômico relacionado ao corpo, arco, processos articulares, processo transversos, forame transversos e processo espinhoso<sup>2</sup>.

Já a sexta (C6) e sétima (C7), apresentam características especiais, mas não diferem grandemente do padrão. À exceção do atlas, as demais são cuboideas, maciças e mais longas que as demais vértebras da coluna espinhal<sup>2</sup>.

A C6 é mais curta e mais larga que a C5, apresentando processos articulares mais curtos, mais espessos e mais separados<sup>2</sup>.

A C7 é mais curta e mais larga que as demais, apresentando um achatamento dorsoventral em seu corpo, que é mais largo, principalmente em sua porção caudal. Seus processos articulares craniais são mais largos e mais extensos que o par caudal<sup>2</sup>.

Não apenas a complexidade anatômica está envolvida no laborioso diagnóstico imagenológico dessa região em equídeos, mas também os resultados obtidos por exames imagenológicos por vezes não evidenciam lesões sutis, mas capazes de produzir apresentações clínicas de difícil compreensão, o que faz premente o estudo das vértebras cervicais por distintas técnicas de diagnóstico por imagem que possam prestar auxílio na compreensão clínica dessa região.

Dentre os exames imagenológicos, a radiologia e a ultrassonografia são consideradas primordiais por serem: não invasivas, de fácil realização, isentas da utilização de anestesia, de baixo custo e se complementarem, uma vez que a radiologia representa com fidedignidade as estruturas ósseas e a ultrassonografia, as demais estruturas correlatas aos ossos.

A interpretação radiográfica é realizada utilizando-se duas habilidades. Uma cognitiva, relacionada aos aspectos clínicos e outra perceptiva, ou seja, quanto aos aspectos da observação visual. A análise de obras de arte melhora as habilidades de observação visual, aprimorando a identificação e descrição das anormalidades, indicando que o treinamento em observação visual pode ser um complemento valioso à interpretação radiográfica<sup>3</sup>.

Garland<sup>4</sup> relatou, em 1949, que erros interpretativos são cometidos por radiologistas e que ainda permanecem presentes na elaboração de laudos radiográficos muito embora a tecnologia de imagem tenha avançado significativamente.

Os radiologistas usam detecção visual, reconhecimento de padrões, memória e raciocínio cognitivo para sintetizar as interpretações finais dos

estudos radiológicos em um ambiente repleto de distratores extrínsecos, aumentando as cargas de trabalho e fadiga. Algum grau de erro é inevitável, mesmo a observadores experientes. No entanto, a compreensão das causas de erros interpretativos pode ajudar a mitigar erros com consequente aumento da segurança ao paciente<sup>5</sup>.

Esses erros ao diagnóstico radiológico foram entendidos como sendo os resultados falso-positivos ou falso-negativos em estudo realizado por Janes et al. em 2014<sup>6</sup> com cavalos sadios e naqueles que apresentavam quadro clínico de mielopatia estenótica cervical (MEC), comparando as razões das mensurações inter e intravertebrais cervicais do diâmetro sagital mínimo (DSM) obtidas por exame radiográfico e definidas pela histopatologia da medula espinhal.

## **JUSTIFICATIVA**

Diante das considerações apresentadas, a presente pesquisa corrobora a premência em se buscar evidências científicas que forneçam valores de referência e parâmetros capazes de contribuir nas interpretações radiográficas e ultrassonográficas da coluna vertebral cervical de asininos e muares.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivos Gerais**

Detalhar aspectos anatômicos das vértebras cervicais de equídeos com a utilização de 2 técnicas imagenológicas: radiografia e ultrassonografia.



## **Objetivos Específicos**

Caracterizar o diâmetro sagital mínimo, as razões intra e intervertebrais, bem como os processos articulares das vértebras cervicais e suas respectivas articulações em asininos e muares, objetivando valores de referência e estabelecendo imagens de referência que possam auxiliar na avaliação e interpretação mais objetivas e precisas das imagens radiográficas e ultrassonográficas, possibilitando elaboração de interpretações fidedignas.

## **REVISÃO DE LITERATURA**

### **Aplicabilidade da ultrassonografia na coluna vertebral cervical de equídeos**

O exame ultrassonográfico complementa o exame radiográfico, quando não, é a opção essencial e primariamente de escolha ao diagnóstico, como pode ser observado em estudos realizados em 2002<sup>7</sup>, 2004<sup>8</sup> e 2012<sup>9</sup> na articulação atlanto-occipital (AO).

No estudo de 2004, Audigié et al.<sup>8</sup> descreveram uma técnica para punção do espaço subaracnóideo atlanto-occipital guiada por US, com coleta do líquido cefalorraquidiano e injeção do meio de contraste para realização de mielografia objetivando reduzir as complicações associadas à técnica realizada às cegas, podendo ser realizada com o cavalo em estação.

Apesar da técnica de punção intra-articular na região cervical ser mais precisa e demandar menos experiência do profissional que a realizará, ela pode ter o mesmo sucesso que a técnica realizada sem a utilização do US, às cegas, dependendo apenas da experiência de quem esteja realizando o procedimento<sup>10</sup>.

De maneira semelhante, Pease et al.<sup>9</sup>, em 2012, realizaram técnica semelhante para coleta de líquido céfalo-raquidiano (LCR), também com o cavalo em estação, sem que houvessem complicações e possibilitando que a

contaminação do sangue seja minimizada com o treinamento da técnica e o redirecionamento limitado da agulha.

Em 2002, Gollob et al.<sup>7</sup> utilizaram peças anatômicas e US como exame complementar ao diagnóstico de enfermidades na região AO. Neste estudo os autores concluem que pesquisas em cavalos vivos deverão confirmar a utilidade dessa ferramenta diagnóstica.

E assim o foi em 2017<sup>11</sup>, em que mensurações na articulação AO foram realizadas para se estabelecer um padrão de valores em potros PSI neonatos saudáveis comparando-os com potros diagnosticados com síndrome do desajuste neonatal (SDN), havendo diferenças significativas em algumas das medidas obtidas pela avaliação ultrassonográfica do espaço AO entre os dois grupos, onde as dimensões da medula espinhal parecem estar reduzidas nos potros com SDN.

Chope<sup>10</sup> afirma a utilidade em se realizar radiografia e cintilografia nuclear, se disponíveis, previamente ao exame US para auxiliar na localização e interpretação de osteoartrite nas articulações vertebrais cervicais em cavalos.

Ainda como auxílio ao diagnóstico, utilizou-se a ultrassonografia no diagnóstico de osteomielite vertebral cervical em cavalo com histórico de múltiplos abscessos cervicais<sup>12</sup>, havendo a identificação de áreas com acúmulo de secreção, além de certificar que não havia a presença de corpos estranhos relacionados às lesões.

Exame ultrassonográfico da bursa nugal cranial de cavalos foram utilizados, em 2014, para se comparar a aspectos anatômicos e imagens obtidas por ressonância magnética desta estrutura com o escopo de descrevê-la anatomicamente com mais detalhes diante da escassa literatura até então existente<sup>13</sup>.

Em 2003<sup>14</sup>, um grupo de pesquisadores afirmou não haver descrição ultrassonográfica detalhada da coluna cervical de cavalos normais (sem alteração clínica) e por isso realizaram o estudo para descrever os aspectos ultrassonográficos normais das imagens transversais e longitudinais na região

cervical, principalmente dos processos articulares, vértebras cervicais e estruturas paravertebrais.

Para tanto, compararam as imagens ao US com aquelas macroscópicas, obtidas por cortes em planos também transversais e longitudinais em peças anatômicas congeladas e observaram boa relação destes aspectos, havendo discretas variações que foram atribuídas a pequenas variações possivelmente à angulação do transdutor quando da realização das US<sup>14</sup>.

Houve uma grande variação no contorno dos processos articulares, tanto nas imagens ultrassonográficas quanto nas preparações anatômicas, apresentando irregularidades, que foram atribuídas às inserções dos músculos epaxiais<sup>14</sup>.

A injeção intra-articular guiada por US possui a vantagem de se localizar e posicionar mais facilmente a agulha na articulação de interesse, seja para fins diagnósticos ou terapêuticos nos casos de doença articular degenerativa ou osteocondrose dos processos articulares das vértebras cervicais. Essas aplicabilidades foram descritas, em 2004, com peças anatômicas<sup>15,16</sup>, havendo a recomendação de avaliação clínica de tal procedimento<sup>15</sup>.

Este mesmo grupo de pesquisadores, também no ano de 2003<sup>17</sup>, aferiu a acurácia da técnica de injeção intra-articular guiada por US, aplicando-a em 8 peças anatômicas de cavalos eutanasiados por outras causas não ortopédicas, nas 5 articulações entre C2 e C7, onde 72% das injeções realizadas foram intra-articulares, havendo um nítido aumento desta eficácia à medida que os operadores adquiriram experiência, resultando em 92% da quinta à oitava peça.

Além disso, observou-se 17% de injeções intracapsulares (entre a porção fibrosa e a região íntima sinovial) e 12%, periarticulares (a 1 mm da cápsula articular). Concluíram que esta técnica pode ser aplicada ao diagnóstico,

associando-se às alterações radiográficas eventualmente obtidas, bem como ao tratamento de enfermidades com sede nas articulações cervicais de C2 a C7<sup>17</sup>.

No entanto, advertem que tal estudo foi realizado em peças anatômicas e a aplicação prática envolve a utilização de contenção do cavalo com uso de sedativos, bem como a movimentação dos pacientes durante sua realização dificultará o direcionamento da agulha devido ao deslocamento do transdutor e poderá, inclusive, trazer problemas quando a agulha estiver inserida nesta região<sup>17</sup>.

No estudo realizado por Johnson et al.<sup>16</sup>, foram realizadas distintas técnicas, com a combinação de algumas variáveis: angulação do transdutor em relação ao eixo axial da coluna vertebral cervical, posicionando-o em 90° a este eixo, posição denominada de dorsal (D) ou em angulação a 45°, crânio-dorsal (CrD); utilização de 2 transdutores (microconvexo de 10 Mhz e linear de 13 Mhz), 2 examinadores e 2 agulhas (18 e 20 Gauge).

Após o exame de 14 colunas cervicais nas distintas combinações das variáveis apresentadas, quando se utilizou o transdutor microconvexo a realização do exame foi mais rápida e precisa, no entanto não houve diferença significativa na acurácia entre os 2 transdutores utilizados<sup>16</sup>.

Considerando a real possibilidade em produzir alguma lesão nervosa, a abordagem CrD pode ser vantajosa, evitando-se os ramos dorsal e ventral dos nervos cervicais. Há de se considerar que este estudo foi realizado em peças anatômicas, no entanto, as técnicas descritas são realizadas em cavalos vivos e em estação, rotineiramente, sem complicações<sup>16</sup>.

A técnica de injeção intra-articular cervical guiada por US é de fácil aprendizado, com alta precisão nas abordagens D ou CrD, e com os transdutores lineares ou microconvexos, podendo ser empregada com equipamento comumente utilizado a campo<sup>16</sup>.

Em 2014 realizou-se, pela primeira vez, injeção intra-articular guiada por ultrassom na articulação atlantoaxial (AA)<sup>18</sup> objetivando a realização de mielografia para diagnóstico de fusão AA, havendo sucesso no procedimento.

## **Aplicabilidade da radiologia na coluna vertebral cervical de equídeos**

Em humanos, a relação existente entre o diâmetro sagital e o corpo vertebral da coluna cervical é utilizada como referência para avaliar estenose no canal medular. Tal relação é significativa e ocorre independentemente do sexo, sendo desejável que o valor esteja próximo de 1. Quando for menor que 0,82, há significativa estenose do canal medular<sup>19</sup>. Essa razão foi definida em 1987 e foi utilizada ao longo dos anos para se avaliar estenose do canal medular em humanos, sendo relatado seu uso em 2013<sup>20</sup>, 2016<sup>21</sup>, 2017<sup>22,23</sup> e 2018<sup>24</sup>. Foi denominada de razão Torg<sup>22-24</sup>, razão Pavlov<sup>23</sup> ou razão Torg-Pavlov<sup>20,21</sup>.

Dos padrões observados em cavalos, o diâmetro sagital mínimo é utilizado para diagnóstico de casos clínicos, em jovens que apresentem ataxia (incoordenação motora), suspeitando-se de estenose vertebral cervical que pode apresentar-se clinicamente como má-formação vertebral cervical<sup>25,26</sup> ou mielopatia estenótica cervical<sup>26-29</sup>, também denominada de mielopatia compressiva vertebral cervical<sup>28</sup> ou síndrome de Wobbler<sup>26,27,29,30</sup>.

A compressão da medula espinhal pode levar à apresentação clínica de incoordenação motora em cavalos idosos com espessamento osteoartrítico nos processos articulares das vértebras cervicais<sup>28</sup>.

Discopatia na região cervical também pode levar a quadro clínico de ataxia, tanto em asininos quanto em cavalos, sendo o exame radiográfico indicado ao diagnóstico<sup>31</sup>.

Além da ataxia, outras podem ser as apresentações clínicas que requerem avaliação radiográfica das vértebras cervicais: postura anormal do pescoço, atrofia muscular, inchaço do pescoço, rigidez ou dor, incapacidade de permanecer em pé e, ocasionalmente, claudicação<sup>30</sup>.

Em 1987, as malformações das vertebra cervicais em cavalos foram consideradas raras, sendo as enfermidades com sede na região cervical e que sejam possíveis de serem diagnosticadas radiograficamente: anormalidades congênitas das vértebras cervicais (malformação occipitoatlantoaxial e fusão vertebral ou sinostose), anormalidades do desenvolvimento, estenose vertebral,

espessamento das epífises caudais, artropatias, subluxação (instabilidade vertebral), fraturas, osteomielites, neoplasias e anormalidades que frequentemente associadas à senilidade (espondilose e osteoporose difusa)<sup>30</sup>.

Destes estudos radiográficos citados, a posição laterolateral foi unânime, havendo autores que descreveram uma técnica em que utilizam uma padronização em apoiar o mento dos cavalos numa plataforma a determinada altura, o que traz o inconveniente em ter que tranquilizar os pacientes com o uso de sedativos<sup>32</sup>.

No entanto, recente estudo (2018)<sup>33</sup> avaliando variações na posição do pescoço, estando a cabeça mais alta em alguns cavalos, ou mais baixa, em outros, não demonstrou diferença significativa na imagem radiográfica obtida para mensurações do diâmetro sagital mínimo, bem como dos diâmetros intra e intervertebrais.

Diferenças anatômicas na C6 em cavalos obtidas por exames radiográficos, foram diagnosticadas como anomalias, descritas em 2016 por Derouen et al.<sup>34</sup>, sendo associadas a casos de estenose do canal vertebral e de osteoartrite. Tais vértebras C6 anômalas, apresentavam ausência simétrica ou assimétrica da lâmina ventral, sendo uma variação radiográfica relativamente comum.

A maioria destes animais apresentou uma razão intravertebral sagital inferior a 0,5 em C6, sugerindo que a anomalia da lâmina poderia estar associada a outra anomalia de desenvolvimento, havendo ainda, nestes casos, presença de dor cervical. No entanto, os autores sugerem estudo prospectivo em larga escala, incluindo cavalos de controle sem sinais clínicos para obtenção de resultados mais fidedignos<sup>34</sup>.

Em 2002<sup>35</sup>, um estudo de diferenças anatômicas entre asininos e muares elencou distinções quanto à região laringiana, musculatura cutânea, duto nasolacrimal e até quanto aos ossos do sacro e região coccígea, inclusive descrevendo as diferenças da quantidade de vértebras da coluna vertebral dos muares em relação aos cavalos (fórmula vertebral nos muares: C7, T18, L5, S5,

Ca15–17 e dos cavalos: C7, T18, L6, S5, Ca15–21), nas quais podemos observar possuírem a mesma quantidade de vértebras cervicais, havendo diferença em relação às lombares e caudais. Essa fórmula apresentada aos muares foi anteriormente descrita por outros autores em 1982<sup>36</sup>.

Variações anatômicas na C7 foram descritas em 2016 em estudo radiográfico realizado em 247 cavalos, havendo a presença de processo espinhoso nesta vértebra em 76,1% (188 cavalos), com 3 variações anatômicas: uma forma triangular acentuada (tipo 1) em 105 cavalos (55,8%), uma forma triangular arredondada (tipo 2) em 67 animais (35,6%) e uma forma de esporão (tipo 3) em 16 cavalos (8,5%). Aqueles da raça Quarto de Milha (QM) tiveram uma frequência maior do tipo 3 e aqueles da raça Puro Sangue Inglês (PSI), maior frequência em não apresentarem processo espinhoso na C7. Não houve associação destas variações quanto ao sexo<sup>37</sup>.

## REFERÊNCIAS<sup>1</sup>

1. Toribio RE. Dear donkey and mule: you deserve more appreciation and better medicine. *Vet Clin North Am Equine Pract.* 2019;35(30):xiii-xiv.
2. Getty R. Sisson & Grossman: anatomia dos animais domésticos. 5a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1986. v. 1; p. 233-8.
3. Beck C, Gaunt H, Chiavaroli N. Improving visual observation skills through the arts to aid radiographic interpretation in veterinary practice: a pilot study. *Vet Radiol Ultrasound.* 2017;58(5):495-502.
4. Garland LH. On the scientific evaluation of diagnostic procedures. *Radiology.* 1949;52(3):309-28.
5. Waite S, Scott J, Gale B, Fuchs T, Kolla S, Reede D. Interpretive error in radiology. *Am J Roentgenol.* 2017;208(4):739-49.
6. Janes JG, Garrett KS, Mcquerry KJ, Pease AP, Williams NM, Reed SM, et al. Comparison of magnetic resonance imaging with standing cervical radiographs for evaluation of vertebral canal stenosis in equine cervical

---

<sup>1</sup> Patrias K. Citing medicine: the NLM style guide for authors, editors, and publishers [Internet]. 2nd ed. Wendling DL, technical editor. Bethesda (MD): National Library of Medicine (US); 2007 - [updated 2015 Oct 2]. Available from: <http://www.nlm.nih.gov/citingmedicine>.

- stenotic myelopathy. *Equine Vet J.* 2014;46(6):681-6.
7. Gollob E, Edinger H, Stanek C, Wurnig C. Ultrasonographic investigation of the atlanto-occipital articulation in the horse. *Equine Vet J.* 2002;34(1):44-50.
  8. Audigié F, Tapprest J, Didierlaurent D, Denoix JM. Ultrasound-guided atlanto-occipital puncture for myelography in the horse. *Vet Radiol Ultrasound.* 2004;45(4):340-4.
  9. Pease A, Behan A, Bohart G. Ultrasound-guided cervical centesis to obtain cerebrospinal fluid in the standing horse. *Vet Radiol Ultrasound.* 2012;53(1):92-5.
  10. Chope K. How to perform sonographic examination and ultrasound-guided injection of the cervical vertebral facet joints in horses. *AAEP Proc.* 2008;54:186-9.
  11. Mackenzie CJ, Haggett EF, Pinchbeck GL, Marr CM. Ultrasonographic assessment of the atlanto-occipital space in healthy Thoroughbred foals and Thoroughbred foals with neonatal maladjustment syndrome. *Vet J.* 2017;223:55-9.
  12. Alonso JM, Ávila AR, Bueno LMC, Hataka A, Machado VMV, Alves ALG, et al. Cervical vertebral osteomyelitis secondary to *Streptococcus equi* infection in an adult horse - case report. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2019;71(6):2041-8.
  13. Abuja GA, García-López JM, Manso-Díaz G, Spoomakers TJP, Taeymans O. The cranial nuchal bursa: anatomy, ultrasonography, magnetic resonance imaging and endoscopic approach. *Equine Vet J.* 2014;46(6):745-50.
  14. Berg L, Nielsen J, Thoefner M, Thomsen P. Ultrasonography of the equine cervical region: a descriptive study in eight horses. *Equine Vet J.* 2003;35(7):647-55.
  15. Mattoon JS, Drost T, Grguric MR, Auld DM, Reed SM. Technique for equine cervical articular process joint injection. *Vet Radiol Ultrasound.* 2004;45(3):238-40.
  16. Johnson JP, Stack JD, Rowan C, Handel I, O'Leary JM. Ultrasound-guided approach to the cervical articular process joints in horses: a validation of the technique in cadavers. *Vet Comp Orthop Traumatol.* 2017;30(3):165-71.
  17. Nielsen JV, Berg LC, Thoefner MB, Thomsen PD. Accuracy of ultrasound-guided intra-articular injection of cervical facet joints in horses: a cadaveric study. *Equine Vet J.* 2003;35(7):657-61.
  18. Aleman M, Dimock AN, Wisner ER, Prutton JW, Madigan JE. Atlanto-axial



- approach for cervical myelography in a thoroughbred horse with complete fusion of the atlanto-occipital bones. *Can Vet J.* 2014;55(11):1069-73.
19. Pavlov H, Torg JS, Robie B, Jahre C. Cervical spinal stenosis - determination with vertebral body ratio method. *Radiology.* 1987;164(3):771-5.
  20. Aebli N, Wicki AG, Rüegg TB, Petrou N, Eisenlohr H, Krebs J. The Torg-Pavlov ratio for the prediction of acute spinal cord injury after a minor trauma to the cervical spine. *Spine J.* 2013;13(6):605-12.
  21. Horne PH, Lampe LP, Nguyen JT, Herzog RJ, Albert TJ. A novel radiographic indicator of developmental cervical stenosis. *J Bone Joint Surg Am.* 2016;98(14):1206-14.
  22. Iclal ET, Lomasney LM, Jones NS, Wojewnik B, Aziz A, Alsabban K, et al. A practical radiographic visual estimation technique for the prediction of developmental narrowing of cervical spinal canal. *Br J Radiol.* 2017;90(1078):20170286.
  23. Chang PY, Chang HK, Wu JC, Huang WC, Fay LY, Tu TH, et al. Is cervical disc arthroplasty good for congenital cervical stenosis? *J Neurosurg Spine.* 2017;26(5):577-85.
  24. Bornholdt GC, Lopes BSC, Pedro FSP, Arnaldo JH, André P. Determination of cervical stenosis in rugby players using an alternative radiographic method. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2018;4(1):e000411.
  25. Hahn CN, Handel I, Green SL, Bronsvort MB, Mayhew IG. Assessment of the utility of using intra and intervertebral minimum sagittal diameter ratios in the diagnosis of cervical vertebral malformation in horses. *Vet Radiol Ultrasound.* 2008;49(5):497-502.
  26. Janes JG, Garrett KS, McQuerry KJ, Waddell S, Voor MJ, Reed SM, et al. Cervical vertebral lesions in equine stenotic myelopathy. *Vet Pathol.* 2015;52(5):919-27.
  27. Tomizawa N, Nishimura R, Sasaki N, Nakayama H, Kodashawa T, Senba H, et al. Relations between radiography of cervical vertebrae and histopathology of the cervical cord in wobbling 19 foals. *Chem Pharm Bull.* 1994;56(2):227-33.
  28. Van Biervliet J. An evidence-based approach to clinical questions in the practice of equine neurology. *Vet Clin North Am Equine Pract.* 2007;23(2):317-28.
  29. Mackie MK. Cervical stenotic myelopathy in a horse. *Can Vet J.* 2001;42(12):943-4.
  30. Whitwell K, Dyson S. Interpreting radiographs 8: equine cervical vertebrae.

Equine Vet J. 1987;19(1):8-14.

31. Dyson S, Busoni V, Saliccia A. Intervertebral disc disease of the cervical and cranial thoracic vertebrae in equidae: eight cases. *Equine Vet Educ.* 2020;32(8):437-43.
32. Withers JM, Voûte LC, Hammond G, Lischer CJ. Radiographic anatomy of the articular process joints of the caudal cervical vertebrae in the horse on lateral and oblique projections. *Equine Vet J.* 2009;41(9):895-902.
33. Beccati F, Santinelli I, Nannarone S, Pepe M. Radiographic measurements of the cervical vertebral region in horses. *Am J Vet Radiol.* 2018;79(10):1044-9.
34. DeRouen A, Spriet M, Aleman M. Prevalence of anatomical variation of the sixth cervical vertebra and association with vertebral canal stenosis and articular process osteoarthritis in the horse. *Vet Radiol Ultrasound.* 2016;57(3):253-8.
35. Burnham SL. Anatomical differences of the donkey and mule. *AAEP Proc.* 2002;48:102-9.
36. Jamdar M, Ema A. A note on the vertebral formula of the donkey. *Br Vet J.* 1982;138(2):209-11.
37. Santinelli I, Beccati F, Arcelli R, Pepe M. Anatomical variation of the spinous and transverse processes in the caudal cervical vertebrae and the first thoracic vertebra in horses. *Equine Vet J.* 2016;48(1):45-9.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

De todo exposto, observa-se grande aplicabilidade de exames radiográficos e ultrassonográficos na região cervical de equinos para fins diagnóstico, havendo, ainda, a possibilidade de se realizar injeção intra-articular guiada por ultrassom, seja para fins diagnósticos ou terapêuticos. São exames que podem ser realizados de maneira não invasiva, de execução simples, sem a necessidade de anestesia e com baixo custo. No entanto, não foi encontrada, na literatura científica consultada, tais aplicabilidades em asininos ou muares, o que corroborou à premência do presente estudo.

Adicionalmente, as informações obtidas poderão contribuir para a realização de futuros estudos do sistema musculoesquelético em asininos e muares.

A presente pesquisa elucidou a necessidade em se buscar referências científicas que auxiliem as interpretações no diagnóstico por imagem da região cervical em asininos e muares.