

# RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)  
autor(a), o texto completo desta tese  
será disponibilizado somente a partir  
de 18/06/2023.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

ESTUDO DAS ARTÉRIAS DIGITAIS PALMARES E PLANTARES DE  
EQUINOS E MUARES POR ULTRASSONOGRAFIA MODO-B, DOPPLER E  
HISTOGRAMA EM ESCALA DE CINZA

JÉSSICA LEITE FOGAÇA

Botucatu – SP

Junho - 2021

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

JÉSSICA LEITE FOGAÇA

ESTUDO DAS ARTÉRIAS DIGITAIS PALMARES E PLANTARES DE  
EQUINOS E MUARES POR ULTRASSONOGRAFIA MODO-B, DOPPLER E  
HISTOGRAMA EM ESCALA DE CINZA

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

Orientador: Profa. Dra. Vânia Maria de Vasconcelos Machado

Botucatu – SP  
Junho- 2021

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

Fogaça, Jéssica Leite.

Estudo das artérias digitais palmares e plantares de equinos e muares por ultrassonografia modo-B, Doppler espectral e histograma em escala de cinza / Jéssica Leite Fogaça. - Botucatu, 2021

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

Orientador: Vânia Maria de Vasconcelos Machado  
Capes: 50501038

1. Equídeo. 2. Muares. 3. Diagnóstico por imagem.  
4. Vascularização. 5. Ultrassonografia Doppler.

Palavras-chave: Diagnóstico por imagem; Equídeos; Vascularização.

## JÉSSICA LEITE FOGAÇA

### ESTUDO DAS ARTÉRIAS DIGITAIS PALMARES E PLANTARES DE EQUINOS E MUARES POR ULTRASSONOGRRAFIA MODO-B, DOPPLER E HISTOGRAMA EM ESCALA DE CINZA

Tese de doutorado apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu, para obtenção do título de doutora em Biotecnologia animal.

Orientador: Profa. Dra. Vânia Maria Vasconcelos Machado

(Titulares)

---

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

---

Profa. Dra. Eunice Oba  
Departamento de Cirurgia Veterinária e Reprodução Animal.  
FMVZ – UNESP – Botucatu

---

Prof. Dr. José Nicolau Próspero Puoli Filho  
Departamento de Produção Animal e Medicina Veterinária Preventiva  
FMVZ – UNESP – Botucatu

---

Prof. Dr. Marco Antônio Rodrigues Fernandes  
Departamento de Dermatologia e Radioterapia  
FMB/Unesp – Botucatu

---

Prof. Dra. Ariane Dantas  
Etec Dona Sebastiana de Barros – São Manuel

Botucatu, 18 de junho de 2021

## Comissão examinadora (Suplentes)

---

Prof. Dr. Simone Biagio Chiacchio  
Departamento de Clínica Veterinária  
FMVZ/Unesp – Botucatu

---

Profa. Dra. Camila Contin Diniz de A. Francia  
Departamento de Biologia Estrutural e Funcional  
IBB/Unesp - Botucatu

---

Profa. Dra. Luciana Carandina da Silva Almeida  
Centro Universitário Sudoeste Paulista – Campus  
Avaré – SP.

Botucatu, 18 de junho de 2021

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho a minha mãe Zélia  
Leite Fogaça (In memoriam).*

## AGRADECIMENTOS

*Agradeço primeiramente a Deus, que me guiou e deu forças na busca dos meus sonhos e em segundo lugar, a minha mãe Zélia Leite Fogaça (In memoriam), que deixou seus ensinamentos e exemplos para nunca desistir de buscar os sonhos.*

*Agradeço a minha família, especialmente o meu marido Michel de Campos Vettorato, que me ajudou em todos os momentos de preocupação e acima de tudo pelo carinho, compreensão.*

*Agradeço aos meus amigos da FMVZ/Unesp de Botucatu, por todo carinho e apoio durante o meu doutorado. Agradeço especialmente os meus amigos que colaboram com o desenvolvimento deste projeto: Maria Cristina Reis Castiglioni, Michel de Campos Vettorato, Renan Rodrigues Modesto e Gabriel Barbosa.*

*Agradeço especialmente a Professora Doutora Vânia Maria Vasconcelos Machado, por me orientar em cada passo desse trabalho, pela dedicação, paciência e todo esforço.*

*Agradeço aos Professores Doutores José Nicolau Próspero Puoli Filho e André Luis Filadelpho, por terem colaborado para a realização deste trabalho e por toda confiança na minha vida acadêmica.*

*Agradeço ao Professor Doutor Marco Antônio Rodrigues Fernandes, pelo o apoio na realização do meu doutorado e por incentivar a seguir em frente deste a época da Graduação.*

*Agradeço imensamente a participação do professor Rogério Antônio de Oliveira por ter disponibilizado do seu valioso tempo para o desenvolvimento da análise estatística do manuscrito 4 (considerado o manuscrito principal da tese, onde contém todas as análises estatísticas complementares), e por toda paciência e dedicação.*

*Agradeço a Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu (FMVZ - Botucatu), por toda influência na minha vida acadêmica e futura vida profissional.*

*O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, meus sinceros agradecimentos.*



## Sumário

	Página
LISTA DE ABREVIACÕES.....	viii
LISTA DE FIGURAS .....	ix
LISTA DE TABELAS .....	xi
RESUMO.....	xiv
ABSTRACT .....	xv
<b>Capítulo 1</b>	
1 INTRODUÇÃO .....	1
1.1 Objetivos gerais .....	5
1.2 Objetivos específicos .....	6
1.3 Justificativa .....	6
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	9
2.1 Rebanho Equídeo .....	9
2.2. Anatomia dos membros torácicos e pélvicos .....	10
2.2.1 Osteologia .....	10
2.2.2 Tecido tegumentar (estojo córneo) .....	13
2.2.3 Vascularização arterial .....	14
2.3 Enfermidades do fluxo sanguíneo nos membros torácicos e pélvicos .....	17
2.4 Princípios físicos da ultrassonografia Modo-B e Doppler Espectral... ..	18
2.5 Avaliação das artérias digitais por ultrassonografia Modo-B e Doppler Espectral .....	22
2.6 Histograma em escala de cinza .....	24
REFERÊNCIAS .....	28
<b>Capítulo 2</b>	
Artigo Científico 1 .....	38
Abstract.....	39
1. Introduction .....	40
2. Materials And Methods .....	41
2.1 Sample population.....	41
2.2 Images acquisition.....	42
2.3 Statistical analysis .....	43
3. Results.....	43
4. Discussion.....	57
5. Conclusion .....	60
References.....	61
<b>Capítulo 3</b>	
Artigo Científico 2 .....	68
Resumo .....	69
Abstract.....	69
Introdução .....	70
Materiais e métodos.....	71
Resultados .....	73
Discussão .....	78
Conclusão .....	79
Referências.....	80

**Capítulo 4**

Artigo Científico 3 .....	84
Abstract.....	85
Introduction .....	86
Materials and methods.....	87
Results.....	88
Discussion .....	94
Conclusion .....	97
References.....	98

**Capítulo 5**

Artigo Científico 4 .....	110
Resumo .....	110
Abstract.....	111
Introdução .....	111
Materiais e métodos.....	112
Resultados .....	113
Discussão .....	114
Conclusão .....	115
Referências.....	116

**LISTA DE ABREVIACES**

<b>Modo-B</b>	Modo Bidimensional ou Convencional
<b>EIM</b>	Espessura da Tnica-íntima e Média
<b>IR</b>	ndice de Resistividade
<b>IP</b>	ndice de Pulsatilidade
<b>VS</b>	Velocidade Sistólica
<b>VD</b>	Velocidade Diastólica
<b>VM</b>	Velocidade Média
<b>HEC</b>	Histograma em Escala de Cinza
<b>FP</b>	Falange Proximal
<b>FM</b>	Falange Média
<b>FD</b>	Falange Distal
<b>SD</b>	Sesamide Distal
<b>CC</b>	Cartilagem Colateral
<b>TFDP</b>	Tendo Flexor Digital Profundo
<b>m/s</b>	Metros por Segundos
<b>Color</b>	Colorido
<b>ROI</b>	rea de Interesse
<b>Mean</b>	Média
<b>StdDev</b>	Desvio Padrão
<b>Kg</b>	Quilogramas
<b>MHz</b>	Megahertz
<b>MTD</b>	Membro Torácico Direito
<b>MTE</b>	Membro Torácico Esquerdo
<b>MPE</b>	Membro Pélvico Esquerdo
<b>MPD</b>	Membro Pélvico Direito
<b>DAP</b>	Doença Arterial Periférica

## LISTA DE FIGURAS

	Página
<b>Capítulo 1</b>	
Figura 1	Vista dorsal à esquerda e vista palmar à direita. Falange proximal (FP), falange média (FM), falange distal (FD) e sesamóide distal (SD) e cartilagem colateral (CC)..... 12
Figura 2	Osteologia do membro torácico à esquerda (escápula (A), articulação escapuloumeral (B), úmero (C), articulação úmero-rádio-ulnar (D), rádio e ulna (E), carpo (F), metacarpo (G), falanges (H). Osteologia do membro pélvico à direita (pelve (A), articulação coxofemoral (B), fêmur (C), patela (D), articulação fêmuro-tíbio-patelar (E), tíbia (F), tarso (G), metatarso (H), falanges (I)..... 13
Figura 3	Corte transversal do casco do equino ..... 14
Figura 4	Irrigação sanguínea (arterial) do membro torácico de um equino. .. 15
Figura 5	Irrigação sanguínea (arterial) do membro pélvico de um equino..... 16
Figura 6	Ilustração de ondas emitidas e recebidas (ecos) pelo transdutor do equipamento de ultrassom. O rim (estacionário) reflete a onda com a mesma frequência que a emitida, Modo-B (A). Objeto (hemácias) em movimento em direção ao transdutor - onda refletida com maior frequência que a emitida, efeito Doppler (B). Objeto (hemácias) em direção contrária ao transdutor – onda com menor frequência que a emitida, efeito Doppler (C)..... 19
Figura 7	Imagem Doppler espectral. Nota-se o traçado acima da linha da base, ou seja, fluxo em direção ao transdutor (A). Traçado abaixo da linha da base, ou seja, fluxo distanciando do transdutor (B)..... 21
Figura 8	Equações realizadas para calcular os índices de resistividade (IR) e pulsatilidade (IP)..... 22
Figura 9	HEC realizado na parede superior (superficial) da artéria carótida de uma fêmea equina..... 26
<b>Capítulo 2</b>	
Figure 1	Position of the transducer to obtain images in the planes: transverse (A - horse) and longitudinal (C - mule). B-mode ultrasound image of the digital artery in the planes: transverse (B) and longitudinal (D).....65
Figure 2	Position of the transducer in the longitudinal plane to perform spectral Doppler ultrasonography (A - horse). Post-processing of images with the contour of the waves to obtain the values of RI and PI (B), and pSV, fDV and MV (C)..... 66

### Capítulo 3

Figura 1	HEC da parede superficial da artéria digital (A) e da parede profunda (B).....	72
----------	--	----

### Capítulo 4

Figure 1	B-mode and spectral Doppler ultrasound in the digital artery. ....	108
----------	--	-----

### Capítulo 5

Figura 1	(A) Mensurações do metacarpo, (B) boleto, (C) quartela, (D) comprimento do carpo acessório ao solo e (E) olecrano ao solo e (F) circunferência do casco.....	119
----------	--	-----

Figura 2	(A) Mensurações do metatarso, (B) boleto, (C) quartela, (D) comprimento do calcâneo ao solo e (E) circunferência do casco.....	119
----------	--	-----

Figura 3	(A) Posicionamento do transdutor para a realização do exame da artéria digital plantar medial. (B) Ultrassonografia Modo-B no plano transversal e (C) longitudinal. (D e E) Ultrassonografia Doppler espectral.....	120
----------	---	-----

Figura 4	Imagem Modo-B plano longitudinal da artéria digital palmar lateral de um equino. Nota-se o total de pixels selecionados ( <i>Count</i> ), o qual nesse estudo variou de 300 a 500 na EIM (A) superficial e (B) profunda. Nota-se a média da intensidade de brilho ( <i>Mean</i> ) dos pixels selecionados, onde zero (0) representa uma tonalidade totalmente escura (hipoecóico/hipoecogênico), e 255 uma tonalidade totalmente brilhante (hiperecóico/hiperecogênico) e o grau de variação da intensidade de brilho ( <i>StdDev</i> ), onde mais próximo de zero (0), mais homogêneo, e quanto maior seu valor, mais heterogêneo. Observa-se o valor mais brilhante ( <i>Max</i> ) e o valor mais escuro ( <i>Min</i> ) que apareceram na amostra. Nota-se também o valor de intensidade de brilho mais frequente na amostra ( <i>Mode</i> ), seguido da quantidade de pixels a representa na imagem (valor em parêntese).....	120
----------	--	-----

## LISTA DE TABELAS

<b>Capítulo 2</b>	<b>Página</b>
Tabela 1	Mean, median, standard deviation, Q1, Q3 and confidence interval of the variables in B-Mode ultrasonography of the lateral and medial digital arteries of the thoracic limbs, for comparison between horses and mules..... 44
Tabela 2	Mean, median, standard deviation, Q1 and Q3 of the variables in B-Mode ultrasonography of the lateral and medial digital arteries of the pelvic limbs, for comparison between horses and mules. .... 45
Tabela 3	Mean, median, standard deviation, Q1 and Q3 of the variables of spectral Doppler ultrasonography of the lateral and medial digital arteries of the thoracic limbs, for comparison between horses and mules..... 46
Tabela 4	Mean, median, standard deviation, Q1 and Q3 of the variables of the spectral Doppler ultrasonography of the lateral and medial digital arteries of the pelvic limbs, for comparison between horses and mules..... 47
Tabela 5	Mean, median, standard deviation, Q1 and Q3 of the horses' limbs variables by B-mode ultrasonography, followed by the p-value to compare the digital arteries between the pelvic and thoracic limbs. .... 48
Tabela 6	Mean, median, standard deviation, Q1 and Q3 of the mules' limbs variables by B-mode ultrasonography, followed by the p-value to compare the digital arteries between the pelvic and thoracic limbs. .... 49
Tabela 7	Mean, median, standard deviation, Q1 and Q3 of the horses' limbs variables by spectral Doppler ultrasonography, followed by the p-value to compare the digital arteries between the pelvic and thoracic limbs..... 51
Tabela 8	Mean, median, standard deviation, Q1 and Q3 of the mules' limbs variables by spectral Doppler ultrasonography, followed by the p-value to compare the digital arteries between the pelvic and thoracic limbs..... 52
Tabela 9	Mean, median, standard deviation, Q1 and Q3 of the horses' limbs variables by B-mode ultrasonography, followed by the p-value to compare the digital arteries between the pelvic and thoracic limbs. .... 53
Tabela 10	Mean, median, standard deviation, Q1 and Q3 of the mules' limbs variables by B-mode ultrasonography, followed by the p-value to compare the digital arteries between right and left side of pelvic and

	thoracic limbs. ....	54
Tabela 11	Mean, median, standard deviation, Q1 and Q3 of the horses' limbs variables by spectral Doppler ultrasonography, followed by the p-value to compare the digital arteries between right and left side of pelvic and thoracic limbs. ....	55
Tabela 12	Mean, median, standard deviation, Q1 and Q3 of the mules' limbs variables by spectral Doppler ultrasonography, followed by the p-value to compare the digital arteries between right and left side of pelvic and thoracic limbs. ....	56
<b>Capítulo 3</b>		
Tabela 1	Média, mediana, desvio padrão, Q1 e Q3 das variáveis do HEC (Mean e StdDev) nas paredes (EIM superficial e profunda) das artérias digitais palmares, seguido da comparação entre equinos e muares. ....	74
Tabela 2	Média, mediana, desvio padrão, Q1 e Q3 das variáveis do HEC (Mean e StdDev), seguido para comparação entre a parede profunda com a superficial dos membros torácicos dos equinos e muares. ....	76
Tabela 3	Média, mediana, desvio padrão, Q1 e Q3 das variáveis do HEC (Mean e StdDev), seguido da comparação entre a parede profunda com a superficial dos membros pélvicos dos equinos e muares. ....	77
<b>Capítulo 4</b>		
Table 1	Sperman correlation test between B-mode variables (longitudinal diameter, transverse diameter, longitudinal wall and transverse wall) of the thoracic and pelvic limbs with age and body weight of the horses. ....	104
Table 2	Sperman correlation test between B-mode variables (longitudinal diameter, transverse diameter, longitudinal wall and transverse wall) of the thoracic and pelvic limbs with age and body weight of the mules. ....	105
Table 3	Sperman correlation test between the spectral Doppler ultrasound variables of the palmar and plantar digital arteries (RI, PI, pSV, fDV and MV), with age and body weight in the limbs of horses. ....	106
Table 4	Spearman correlation test between the variables of Doppler ultrasonography (RI, PI, pSV, fDV and MV), with age and body. ....	107
<b>Capítulo 5</b>		
Tabela 1	Média, mediana, desvio padrão dos perímetros e comprimento dos membros torácicos e pélvicos dos muares e equinos. ....	121

Tabela 2	Média, mediana, desvio padrão dos perímetros e comprimentos dos membros locomotores dos muares e equinos conforme os gêneros. ....	122
Tabela 3	Média, mediana e desvio padrão das variáveis da ultrassonografia modo-B em cada membro dos equinos e muares, seguido do p-valor para comparação dos grupos (muares e equinos; fêmeas e machos, torácicos e pélvicos, direito e esquerdo, lateral e medial). ....	123
Tabela 4	Média, mediana e desvio padrão das variáveis da ultrassonografia Doppler espectral em cada membro dos equinos e muares, seguido do p-valor para comparação dos grupos (muares e equinos; fêmeas e machos, torácicos e pélvicos, direito e esquerdo, lateral e medial). ....	125
Tabela 5	Média, mediana e desvio padrão das variáveis do HEC em cada membro dos equinos e muares, seguido do p-valor para comparação dos grupos (Muares e equinos; fêmeas e machos, torácicos e pélvicos, direito e esquerdo, lateral e medial). ....	127
Tabela 6	Correlação linear da idade e peso corpóreo com as variáveis da ultrassonografia Modo-B das artérias digitais palmares e plantares de equinos e muares, conforme o lado direito e esquerdo.....	129
Tabela 7	Correlação linear da idade e peso corpóreo com as variáveis da ultrassonografia Doppler espectral das artérias digitais palmares e plantares de equinos e muares, conforme o lado direito e esquerdo. ....	129
Tabela 8	Correlação linear da idade e peso corpóreo com as variáveis do HEC das artérias digitais palmares e plantares de equinos e muares, conforme o lado direito e esquerdo. ....	130



FOGAÇA, J. L. **Estudo das artérias digitais palmares e plantares de equinos e muares por ultrassonografia modo-B, Doppler espectral e histograma em escala de cinza.** Botucatu, ano 2021. p. 130. Tese de Doutorado Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

## RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar os perímetros dos membros torácicos e pélvicos de 10 equinos e 10 muares, e fazer avaliação da caracterização das artérias digitais palmares e plantares desses animais por ultrassonografia Modo-B, Doppler espectral e Histograma em Escala de Cinza (HEC), além de verificar a influência da idade e do peso corpóreo. Os parâmetros avaliados foram os perímetros do carpo e tarso, metacarpo (II, III e IV) e metatarso (II, III e IV), articulação do boleto, quartela, comprimento do carpo acessório ao solo, comprimento do olecrano (condilho) ao solo, comprimento do calcâneo ao solo e circunferência do casco, de todos os membros locomotores. Os parâmetros avaliados pela ultrassonografia Modo-B foram os diâmetros (longitudinal e transversal) e a espessura da túnica-intima e média (EIM) e com a ultrassonografia Doppler espectral o IR, IP, pVS, fVD e VM. Também foi avaliado a ecogenicidade (*Mean*) e a ecotextura (*StdDev*) pelo HEC. Os muares apresentaram os perímetros dos membros locomotores mais elevados que os equinos, no entanto, a circunferência do casco foi maior para os equinos. Houve diferença entre equinos e muares nas variáveis da ultrassonografia Doppler espectral (pVS, fVD e VM) e no HEC (*Mode*). Foi observado diferença entre o lado direito e esquerdo dos membros locomotores pelas variáveis do Modo-B e Doppler espectral. Verificou-se diferença entre a face lateral e medial pela ultrassonografia Doppler espectral e o HEC. Houve correlação da idade dos equinos com as variáveis da ultrassonografia Doppler espectral, enquanto, o peso corpóreo só apresentou significância com as variáveis do HEC. Em relação aos muares não houve correlação com as variáveis da ultrassonografia Modo-B, Doppler espectral e HEC com idade e peso corpóreo. Concluiu-se que a ultrassonografia Modo-B, Doppler espectral e HEC são eficientes para avaliação das artérias digitais dos equinos e muares, realçando as diferenças encontradas entre os animais, lados dos membros e a face lateral e medial.

Palavras chaves: Equídeos, Diagnóstico por imagem, Vascularização.

FOGAÇA, J. L. **Study of digital palmar and plantar arteries of equine and mules by B-mode, Doppler ultrasonography and grayscale histogram.** Botucatu, ano 2021. p. 130. Thesis (Doctorate). School of Veterinary Medicine and Animal Science, Botucatu Campus, State University of São Paulo.

### ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the perimeters of the thoracic and pelvic limbs of 10 horses and 10 mules, and to evaluate the characterization of the palmar and plantar digital arteries of these animals by Mode-B ultrasonography, spectral Doppler and Gray Scale Histogram (HEC). ), in addition to verifying the influence of age and body weight. The parameters evaluated were the perimeters of the carpus and tarsus, metacarpal (II, III and IV) and metatarsal (II, III and IV), fetlock articulation, pastern, length of carpal accessory to the ground, length of the olecranon (condilho) to the ground , length from calcaneus to ground and hoof circumference of all locomotor limbs. The parameters evaluated by B-Mode ultrasonography were diameters (longitudinal and transverse) and thickness of the tunica intima and media (IM) and with spectral Doppler ultrasonography, IR, IP, pVS, fVD and VM. Echogenicity (Mean) and echotexture (StdDev) were also evaluated by HEC. Mules had higher locomotor limb perimeters than horses, however, hoof circumference was greater for horses. There was a difference between horses and mules in the spectral Doppler ultrasound variables (pVS, fVD and VM) and in the HEC (Mode). Differences were observed between the right and left sides of the locomotor limbs by the B-Mode and spectral Doppler variables. There was a difference between the lateral and medial surfaces by spectral Doppler ultrasonography and HEC. There was a correlation between the age of the horses and the variables of the spectral Doppler ultrasonography, while the body weight was only significant with the variables of the HEC. In relation to mules, there was no correlation with the variables of Mode-B ultrasonography, spectral Doppler and HEC with age and body weight. It was concluded that B-Mode ultrasonography, spectral Doppler and HEC are efficient for evaluating the digital arteries of horses and mules, highlighting the differences found between animals, limb sides and lateral and medial surfaces.

Keywords: Equidae, Diagnostic imaging, Vascularization.

# Capítulo 1

## 1 INTRODUÇÃO

Os equídeos são responsáveis por gera movimentação econômica no Brasil, assim como empregos diretos e indiretos. Os equídeos são todos os solípedes domésticos da família Equidae, onde abrange equinos (cavalos, pôneis), asininos (jumentos) e muares (burros e mulas) (GRINDER *et al.*, 2006; CINTRA, 2011).

Os profissionais que trabalham com equídeos (equinos, asininos e muares), devem aprimorar o conhecimento para evitarem possíveis incompreensões entre as diversas diferenças normais presentes nesses animais (TORRES; JARDIM, 1983). Deste modo, torna-se considerável a realização de estudos das particularidades clínicas, comportamentais e fisiológicas, para assim minimizar erros com esses animais e compreender as diferenças encontradas (MIRANDA; PALHARES, 2017).

Os equídeos na sua evolução apresentaram mudanças em seu aparelho locomotor, principalmente na região distal dos membros, onde existe uma grande necessidade do conhecimento anatômico que compõem essa região (TORRES; JARDIM, 1983). Alguns trabalhos tem avaliado as proporções corporais dos equinos e de outros animais, a partir de índices que evidenciem relações entre as medidas de comprimento e perímetro (circunferência) dos membros locomotores (CABRAL *et al.* 2004; MOREIRA, 2016), sendo isso, importante para caracterização morfométrica e dos índices corporais, para avaliação das raças, suas características, qualidades e defeitos (CINTRA, 2011).

Muitas afecções em equinos resultam em alterações no fluxo sanguíneo periférico, e observa-se, escassez de estudos na avaliação das artérias digitais palmares e plantares pela ultrassonografia Modo-B e Doppler espectral, principalmente para determinar um valor padrão para as variáveis avaliadas pela ultrassonografia Doppler espectral em membros distais de equinos hípidos (COCHARD *et al.*, 2000; MENZIES-GOW *et al.*, 2007).

A ultrassonografia Modo-B fornece informações sobre a arquitetura dos vasos avaliados, podendo desta forma mensurar os diâmetros e a espessura da túnica-íntima e média (EIM), enquanto, a ultrassonografia Doppler espectral permite uma avaliação da velocidade do fluxo sanguíneo, por meio, das ondas espectrais (HOFFMANN *et al.*, 1999; MENZIES-GOW *et al.*, 2007). Essas

técnicas conseguem detectar alterações nas artérias digitais palmares e plantares em equinos hígidos ou com doenças inflamatórias (WONGAUMNUAYKUL *et al.*, 2006).

Em equinos acredita-se que as artérias digitais podem apresentar alguma variabilidade quando comparados os membros direito e esquerdo (COCHARD *et al.*, 2000; MÜLLER *et al.*, 2017), semelhante aos seres humanos (SAYER; FATHERREE 1945). Estudos com seres humanos e animais, descrevem que a diferença de sexo (CIPONE *et al.*, 1997; DENARIE *et al.*, 2000; KERJZA *et al.* 2007; JURASIC *et al.* 2007), idade (DENARIE *et al.* 2000; JURASIC *et al.* 2007; COLL *et al.* 2013) e o peso corpóreo (KREJZA *et al.* 2006; KANEGUSUKU *et al.* 2020) podem influenciar nos exames de ultrassonografia Modo-B e Doppler espectral em diferentes vasos. No entanto, não foram encontrados na literatura consultada, estudos que englobam as artérias digitais evidenciando possíveis diferenças.

A ferramenta do histograma em escala de cinza (HEC) tem sido aplicada para avaliação da ecogenicidade e da ecotextura de diversos órgãos, revelando notável aplicabilidade clínica (LEE *et al.*, 2006; LEE *et al.*, 2006; MENDONÇA, 2014). Esta ferramenta vem sendo utilizada na medicina humana e uma de suas aplicações, se dá para avaliação das paredes de vasos que possuem placas ateroscleróticas, entre elas, as artérias carótidas (ANDERSSON *et al.*, 2009, SARMENTO *et al.*, 2014), a aorta (PICANO *et al.*, 1986), femoral (MARKS *et al.*, 2008) entre outras.

As placas ateroscleróticas não são frequentes em animais quando comparada com seres humanos (RIBEIRO; SHINTAKU, 2004, AGUIAR *et al.*, 2014). Embora já existam relatos em cães (HESS *et al.*, 2003) e em equinos (AGUIAR *et al.*, 2014). Segundo Colles & Hickman (1977), observaram que a doença do navicular é acompanhada de alterações vasculares e sugeriram que essa enfermidade seja causada por arteriosclerose e trombose das principais artérias que são responsáveis por suprir o fluxo sanguíneo do osso sesamóide distal.

A realização do Histograma em Escala de Cinza (HEC) permite avaliação de possíveis alterações que não são perceptíveis sem a ajuda desta ferramenta (ANDERSSON *et al.*, 2009, SARMENTO *et al.*, 2014). Na medicina veterinária alguns estudos com HEC já foram realizadas nas paredes das artérias carótidas

comuns (FOGAÇA *et al.*, 2019b) e em outras regiões (CASTIGLIONI *et al.*, 2018; PRATA, 2018). No entanto, o estudo dessa ferramenta, para avaliação das paredes das artérias digitais palmares e plantares de equinos e muares hígidos não foram encontrados na literatura consultada. Diante do exposto, ressalta-se a relevância da realização de estudos abordando o HEC nas artérias digitais palmares e plantares em equinos e muares hígidos.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, nossos sinceros agradecimentos.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A., DANTAS, A., VIANA, G. F., & MACHADO, V. M. V. **Ateroma em artéria carótida comum de equino detectado através de exame ultrassonográfico – relato de caso.** IV Simpósio Internacional de Diagnóstico por Imagem Veterinário - Belo Horizonte – 2014.
- ALSAFY, M. A. M., EL-KAMMAR, M. H., & EL-GENDY, S. A. A. Topographical anatomy, computed tomography and surgical approach of the guttural pouches of the donkey. **J. Equine Vet. Sci.** v.28, p.215-222, 2008.
- ANDERSON, W.S. Fertile Mare Mules. **Journal of Heredity**, v. 30, n. 12, p. 62-65, 1939.
- ANDERSSON, J., SUNDSTRÖM, J., GUSTAVSSON, T., HULTHE, J., ELMGREN, A., ZILMER, K., ... & LIND, L. Echogenicity of the carotid intima-media complex is related to cardiovascular risk factors, dyslipidemia, oxidative stress and inflammation: The Prospective Investigation of the Vasculature in Uppsala Seniors (PIVUS) study. **Atherosclerosis**, v. 204, n. 2, p. 612-618, 2009.
- BURNHAN, S.L. Anatomical differences of the donkey and mule. **AAEP Proceedings**, v.48, p.102-109, 2002.
- CAMAC, R. Introduction and origins of the donkey. In: SVENDSEN, E.D. **The professional handbook of the donkey.** 3ª Ed. Londres: White Books, 1997. p. 9-18.
- COLLES, C.M.; HICKMAN, J. The arterial supply of the navicular bone and its variations in navicular disease. **Equine. Vet. J.**, v.9, n.3, p.150-154, 1977.
- EVANS, D.H., MCDICKEN, W.N., SKIDMORE, R. AND WOODCOCK, J.P. (1989) **Ultrasound: Physics, Instrumentation and Clinical Application.** John Wiley and Sons, New York. P. 115-205.
- FARROW C. S. Ultra talk: beginners guide to the language of ultrasound. **Veterinary Radiology & Ultrasound.** Releigh, v. 33, n. 1, p. 33-31, 1992.
- FOGAÇA, J. L., VETTORATO, M. C., PUOLI-FILHO, J. N. P., FERNANDES, M. A., & MACHADO, V. M. V. Grayscale histogram analysis to study the echogenicity and echotexture of the walls of the common carotid arteries of horses and mules. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 39, n. 3, p. 221-229, 2019.

GOLLIE, J. M., HARRIS-LOVE, M. O., PATEL, S. S., & ARGANI, S. Chronic kidney disease: considerations for monitoring skeletal muscle health and prescribing resistance exercise. **Clinical Kidney Journal**, v. 11, n. 6, p. 822-831, 2018.

HARRIS-LOVE, M. O., SEAMON, B. A., TEIXEIRA, C., & ISMAIL, C. Ultrasound estimates of muscle quality in older adults: reliability and comparison of Photoshop and ImageJ for the grayscale analysis of muscle echogenicity. **PeerJ**, v. 4, p. e1721, 2016.

HESS, R. S., KASS, P. H., & VAN WINKLE, T. J. Association between diabetes mellitus, hypothyroidism or hyperadrenocorticism, and atherosclerosis in dogs. **Journal Veterinary International Medicine**. v. 17, v. 4, p. 489 – 494, 2003.

KIM, S. Y., KIM, E. K., MOON, H. J., YOON, J. H., & KWAK, J. Y. Application of texture analysis in the differential diagnosis of benign and malignant thyroid nodules: comparison with gray-scale ultrasound and elastography. **American Journal of Roentgenology**, v. 205, n. 3, p. W343-W351, 2015.

KIM, U. S., KIM, S. J., BAEK, S. H., KIM, H. K., & SOHN, Y. H. Quantitative analysis of optic disc color. **Korean Journal of Ophthalmology**, v. 25, n. 3, p. 174-177, 2011.

LEE, C. H., CHOI, J. W., KIM, K. A., SEO, T. S., LEE, J. M., & PARK, C. M. Usefulness of standard deviation on the histogram of ultrasound as a quantitative value for hepatic parenchymal echo texture; preliminary study. **Ultrasound in Medicine & Biology**, v. 32, n. 12, p. 1817-1826, 2006.

LIGUORI, C.; PAOLILLO, A.; PIETROSANTO, E.A. An automatic measurement system for the evaluation of carotid intima-media thickness. **EEE Trans. Instrum. Meas.** v.50, p.1684-1691, 2002.

MAEDA, K.; UTSU, M.; KIHAI, P. E. Quantification of sonographic echogenicity with grey-level histogram width: a clinical tissue characterization. **Ultrasound in Medicine & Biology**, v. 24, n. 2, p. 225-234, 1998.

MARKS, N. A., ASCHER, E., HINGORANI, A. P., SHIFERSON, A., & PUGGIONI, A. Gray-scale median of the atherosclerotic plaque can predict success of lumen re-entry during subintimal femoral-popliteal angioplasty. **Journal of vascular surgery**, v. 47, n. 1, p. 109-116, 2008.

MATTOON, J. S. et al. **Small Animal Diagnostic Ultrasound E-Book**. Saunders, 2020.

MENDOZA, F. J.; TORIBIO, R. E.; PEREZ-ECIJA, A. Donkey Internal Medicine—Part II: Cardiovascular, Respiratory, Neurologic, Urinary, Ophthalmic, Dermatology, and Musculoskeletal Disorders. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 65, p. 86-97, 2018.

MIRANDA, A. L. S; PALHARES, M. S. Músculos: características, origem e particularidades clínico-laboratoriais. **Revista Científica Medicina Veterinária**, v. 29, p. 1-8, 2017-



PICANO, E. et al. The use of frequency histograms of ultrasonic backscatter amplitudes for detection of atherosclerosis in vitro. **Circulation**, v. 74, n. 5, p. 1093-1098, 1986.

FERREIRA, T.; RASBAND, W. S. **ImageJ User Guide – IJ 146** imagej.nih.gov/ij/docs/guide. 2011.

FOGAÇA, J. L., VETTORATO, M. C., PUOLI-FILHO, J. N. P., FERNANDES, M. A., & MACHADO, V. M. V. Grayscale histogram analysis to study the echogenicity and echotexture of the walls of the common carotid arteries of horses and mules. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 39, n. 3, p. 221-229, 2019.

ROSA, E. M.; KRAMER, C.; CASTRO, I. Association Between Coronary Artery Atherosclerosis and the Intima-Media Thickness of the Common Carotid Artery Measured on Ultrasonography. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**. v. 80, n. 6, p. 589 - 592, 2003.

DE ANDRADE SALLES, P., DE OLIVEIRA SOUSA, L., BARBOSA, L. P., GOMES, V. V. B., DE MEDEIROS, G. R., DE SOUSA, C. M., & WELLER, M. Analysis of the population of equidae in semiarid region of Paraíba. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**. v. 4, n. 3, p. 269 - 275, 2013.

SARMENTO, P. L. D. F. A., PLAVNIK, F. L., SCACIOTA, A., LIMA, J. O., MIRANDA, R. B., & AJZEN, S. A. Relationship between cardiovascular risk factors and the echogenicity and pattern of the carotid intima-media complex in men. **Sao Paulo Medical Journal**, v. 132, n. 2, p. 97-104, 2014.

SHIN, Y. G., YOO, J., KWON, H. J., HONG, J. H., LEE, H. S., YOON, J. H., ... & KWAK, J. Y. Histogram and gray level co-occurrence matrix on gray-scale ultrasound images for diagnosing lymphocytic thyroiditis. **Computers in Biology and medicine**, v. 75, p. 257-266, 2016.

SMITH, D.C. **The book of mules: selecting, breeding and caring for equine hybrids**. Connecticut: Lyons Press, 2009. 136p.

TSAI, Y. H., HUANG, K. C., SHEN, S. H., YANG, T. Y., HUANG, T. J., & HSU, R. W. W. Quantification of sonographic echogenicity by the gray-level histogram in patients with supraspinatus tendinopathy. **Journal of Medical Ultrasonics**, v. 41, n. 3, p. 343-349, 2013.

VARGAS, A., AMESCUA-GUERRA, L. M., BERNAL, M. A., & PINEDA, C. Principios físicos básicos del ultrasonido, sonoanatomía del sistema musculoesquelético y artefactos ecográficos. **Acta Ortopédica Mexicana**, v. 22, n. 6, p. 361-373, 2008.

YANG, X., TRIDANDAPANI, S., BEITLER, J. J., DAVID, S. Y., YOSHIDA, E. J., CURRAN, W. J., & LIU, T. Ultrasound histogram assessment of parotid gland injury following head-and-neck radiotherapy: a feasibility study. **Ultrasound in Medicine & Biology**, v. 38, n. 9, p. 1514-1521, 2012.

YANIK, L. The basics of Doppler ultrasonography. **Veterinary Medicine**, v.3, p.388-400, 2002.