

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

ESTUDO COMPARATIVO DE ULTRASSONOGRAFIA MODO-B, DOPPLER E
HISTOGRAMA EM ESCALA DE CINZA NA AVALIAÇÃO DAS ARTÉRIAS
CARÓTIDAS COMUNS EM EQUINOS E MUARES

JÉSSICA LEITE FOGAÇA

Botucatu - SP
Janeiro 2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

JÉSSICA LEITE FOGAÇA

ESTUDO COMPARATIVO DE ULTRASSONOGRAFIA MODO-B, DOPPLER E
HISTOGRAMA EM ESCALA DE CINZA NA AVALIAÇÃO DAS ARTÉRIAS
CARÓTIDAS COMUNS EM EQUINOS E MUARES

Dissertação apresentado 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 Mestre.

Orientador: Dr^a Vânia Maria de Vasconcelos Machado
Co-orientador: Dr. Marco Antônio Rodrigues Fernandes

Botucatu - SP
Janeiro 2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSANGELA APARECIDA LOBO-CRB 8/7500

Fogaça, Jéssica Leite.

Estudo comparativo de ultrassonografia modo-B, Doppler e histograma em escala de cinza na avaliação das artérias carótidas comuns em equinos e muares / Jéssica Leite Fogaça. - Botucatu, 2018

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

Orientador: Vânia Maria Vasconcelos Machado

Coorientador: Marco Antônio Rodrigues Fernandes

Capes: 50501038

1. Cavalo. 2. Muar. 3. Ultrassonografia veterinária. 4. Doppler, Ultrassonografia. 5. Vasos sanguíneos.

Palavras-chave: Cavalos e muares; exames ultrassonográficos ; vasos sanguíneos.

JÉSSICA LEITE FOGAÇA**ESTUDO COMPARATIVO DE ULTRASSONOGRAFIA MODO-B, DOPPLER E
HISTOGRAMA EM ESCALA DE CINZA NA AVALIAÇÃO DAS ARTÉRIAS
CARÓTIDAS COMUNS EM EQUINOS E MUARES**

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

Orientador: Profa. Dra. Vânia Maria Vasconcelos Machado
Co-orientador: Prof. Dr. Marco Antônio Rodrigues Fernandes

(Titulares)

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

Prof. Dr. Cláudia Valéria Seullner Brandão
Departamento de Cirurgia e Anestesiologia
Veterinária
FMVZ – UNESP – Botucatu

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

Botucatu, 30 de Janeiro de 2018

Comissão examinadora (Suplentes)

Prof. Dr. Marco Antonio Rodrigues Fernandes
Departamento de Dermatologia e Radioterapia
FMB – UNESP – Botucatu

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

Prof. Dr. Camila Contin Diniz de Almeida
Departamento de Anatomia
IBB – UNESP - Botucatu

Botucatu, 30 de Janeiro de 2018

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos meus familiares e conhecidos que me apoiaram nesta jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me guiou e iluminou meu caminho na busca dos meus sonhos.

Agradeço a minha mãe Zélia Leite Fogaça (*in memoriam*), que deixou seus ensinamentos e sempre foi minha luz na busca de fazer o meu melhor.

Agradeço a minha família: Maria Consolata Egidio, Imar Ângelo de Lima, Cristiano Egidio Ângelo de Lima e Angélica Anglo de Lima, que sempre me deram força, conselhos e acima de tudo, confiaram em mim. Agradeço especialmente ao meu irmão Tiago de Jesus de Oliveira, por todo incentivo e companheirismo nesses anos árduos de estudo.

Agradeço imensamente ao meu companheiro de vida e de estudo, meu amigo e namorado Michel de Campos Vettorato, por todo carinho, paciência e compreensão.

Agradeço aos meus amigos: Maria Cristina Reis Castiglioni, Jeana Pereira da Silva, Fernanda Gabriela de Oliveira, Tatiane Girardi, Ana Moreira, Gizele Cristina Ferreira, Rejane Lima da Silva, Vera Lucia de Campos Vettorato, José Antônio Soler Vettorato e Nayara Gil Mazzante, que sempre me apoiaram como verdadeiros irmãos.

Agradeço especialmente a professora Doutora Vânia Maria Vasconcelos Machado, que disponibilizou seu valioso tempo para me orientar em cada passo desse trabalho, pela dedicação, paciência e todo esforço.

Agradeço ao professor Doutor José Nicolau Próspero Puoli Filho, por ter colaborado para a realização deste trabalho, pois sem o seu apoio não teria chegado ao fim dessa etapa.

Agradeço ao professor doutor Marco Antônio Rodrigues Fernandes, pelo o apoio na realização do mestrado. Agradeço principalmente pela maneira com que me incentivou a trilhar esse caminho repleto de novos saberes.

Agradeço a Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu (FMVZ-Botucatu), por toda influência na minha vida acadêmica e futura vida profissional. Agradeço também a CAPES e CNPq pelo apóio financeiro durante o mestrado.

*“Um homem pode muito bem levar
um cavalo até a água, mas ele
não pode obrigá-lo a bebê-la.”*

(Johm Heymood)

FOGAÇA, J. L. **Estudo comparativo de ultrassonografia modo-B, Doppler e histograma em escala de cinza na avaliação das artérias carótidas comuns em equinos e muares.** Botucatu, 2018. 136p. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

RESUMO

Os estudos com a ultrassonografia convencional (modo-B), Doppler e histograma em escala de cinza (HEC) na avaliação das artérias carótidas comuns de equinos e muares são considerados escassos. Esse trabalho comparou as variáveis de ultrassonografia modo-B, Doppler e HEC para avaliação das artérias carótidas em 11 fêmeas equina e 11 muares, além de analisar a diferença entre os gêneros de muar. As variáveis de interesse foram correlacionadas com massa corpórea, idade e circunferências dos pescoços dos animais. Essas variáveis foram avaliados em três regiões diferentes denominadas de cranial (próximo da cabeça), médio e caudal (base do pescoço). O diâmetro e EIM não possuem diferença significativa entre fêmeas equina e muares. Em relação as variáveis do Doppler, o IR, IP e VS, tanto para o lado direito e esquerdo caudal, possuem diferença, sendo que as fêmeas equina obtiveram maiores valores. O HEC as fêmeas equina e muares apresentaram paredes heterogêneas, sendo que as fêmeas equina tiveram valores maiores. No que se refere à ecogenicidade, os muares apresentaram um padrão superior ao das fêmeas equina. A idade dos muares possuíram correlações positivas com a massa corpórea, diâmetros e com as circunferências dos pescoços. Já, as fêmeas equina, apresentaram correlação positiva com parede longitudinal e correlações negativas com massa corpórea e base do pescoço. Em relação a massa corpórea, os muares possuíram correlações positivas com idade e com os diâmetros, já, às fêmeas equina com os diâmetros e com as circunferências dos pescoços, e uma correlação negativa com idade. As variáveis IR e IP apresentaram correlações positivas com o massa corpórea para os muares e com idade para fêmeas equina. O VD apresentou correlação negativa com a massa corpórea, tanto para as fêmeas equina quanto para os muares. Já em relação as variáveis VM e FVI, a idade correlacionou negativamente para os muares, sendo que nas fêmeas equina não foi significativo. Em relação ao HEC a idade e a massa corpórea influenciaram inversamente na ecogenicidade e ecotextura dos muares, ao contrário das fêmeas equina. Quanto ao gênero dos muares, o diâmetro foram maiores para os machos, sendo que a EIM não apresentou diferença. Já as variáveis VS, VM e FVI, houve diferença entre os gêneros, sendo que as fêmeas apresentaram valores maiores. Em relação ao HEC as fêmeas apresentaram ecogenicidade maior em 83,4% das porções (cranial, médio e caudal). A ecotextura obtida foi heterogênea entre os gêneros. Conclui-se que existem diferenças entre fêmeas equina e muares nas variáveis do HEC, Doppler, nas correlações realizadas, e entre os gêneros dos muares.

Palavras chaves: Cavalos e muares, exames ultrassonográficos e vasos sanguíneos.

FOGAÇA, J. L. **Comparative study of B-mode, Doppler and gray scale histograms in the assessment of common carotid arteries in equine and mules.** Botucatu, 2018. 136p. Thesis (MA) School of Veterinary Medicine and Animal Science, Botucatu, Paulista State University.

ABSTRACT

Studies with conventional (B-mode), Doppler and gray scale histogram (HEC) studies in the assessment of common carotid arteries of horses and mules are considered to be scarce. This work compared the B-mode, Doppler and HEC ultrasonographic variables for evaluation of the carotid arteries in 11 equine females and 11 mules, in addition to analyzing the difference between muar genera. The variables of interest were correlated with body mass, age and circumferences of the necks of the animals. These variables were evaluated in three different regions denominated cranial (near the head), medium and caudal (base of the neck). The diameter and EIM did not have significant difference between equine females and mules. Regarding the Doppler variables, the IR, IP and VS, both for the right and left caudal, have differences, and the equine females obtained higher values. HEC in equine and mule females had heterogeneous walls, and equine females presented higher values. As far as echogenicity is concerned, the mule presented a higher standard than the equine females. The age of the mules had positive correlations with body mass, diameters and circumferences of necks. Already, the equine females had positive correlation with longitudinal wall and negative correlations with body mass and neck base. In relation to the body mass, the mules had positive correlations with age and with the diameters, already, the equine females with the diameters and the circumferences of the necks, and a negative correlation with age. The IR and IP variables presented positive correlations with body mass for mules and with age for equine females. The RV had a negative correlation with body mass, both for equine and mule females. Regarding the variables VM and FVI, the age correlated negatively to the muar, being that in the equine females it was not significant. Regarding HEC, age and body mass influenced inversely the echogenicity and ecotexture of mules, unlike the equine females. Regarding the genus of the muar, the diameter was larger for the males, and the EIM showed no difference. On the other hand, the variables VS, MV and FVI showed differences between the genders, with females presenting higher values. Regarding HEC, the females presented greater echogenicity in 83.4% of the portions (cranial, middle and caudal). The ecotexture obtained was heterogenic between the genera. It is concluded that there are differences between equine and mule females in HEC, Doppler, correlations, and muar genera.

Keywords: Horses and mules, ultrasound examinations and blood vessels.

LISTA DE ABREVIATÖES

Cm	Centímetros
Cm/s	Centímetros por segundo
Color	Colorido
CO ₂	Gás-carbônico
ED	Velocidade Diastólica Final Máxima
EIM	Espessura da Camada Íntima – Média
FVI	Índice de Vascularização-Fluxo
FMVZ	Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
HEC	Histograma em Escala de Cinza
IP	Índice de pulsatilidade
IR	Índice de Resistividade
Kg	Quilogramas
KHz	Kilohertz
MAX	Máximo
MEAN	Média
MHz	Megahertz
MIN	Mínimo
Mm	Milímetros
Modo-B	Modo Bidimensional ou Convencional
O ₂	Oxigênio
PRF	Frequência de Repetição de Pulso
PS	Velocidade de Pico Sistólico Máxima
ROI	Região de interesse
SD	Desvio Padrão
SNC	Sistema nervoso central
SRD	Sem raça definida
STDDEV	Desvio Padrão
TAMAX	Média da Velocidade Máxima
TAMEAN	Média da Velocidade Média
VD	Velocidade Diastólica
VM	Velocidade Máxima
VS	Velocidade Sistólica

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Média, mediana e desvio padrão das variáveis descritivas da amostra em fêmeas equina e muares.	44
Tabela 2	Média, mediana e desvio padrão das variáveis: diâmetro longitudinal e diâmetro transversal, em cada região e lado, seguido do p-valor do teste de Mann-Whitney para comparação das fêmeas equina e os muares.	45
Tabela 3	Média, mediana e desvio padrão das variáveis: parede longitudinal e parede transversal em cada região e lado, seguido do p-valor do teste de Mann-Whitney para comparação das fêmeas equina e os muares.	46
Tabela 4	Média, mediana e desvio padrão das variáveis de interesse quanto ao gênero dos muares seguido do p-valor do teste de Mann-Whitney.	46
Tabela 5	Média, mediana e desvio padrão das variáveis IR, IP, VS, VD, VM e FVI em cada lado e região, seguido do p-valor do teste de Mann-Whitney para comparação das fêmeas equina e muares.	47
Tabela 6	Teste de Mann - Whitney referente ao gênero de muares.	49
Tabela 7	Média, mediana e desvio padrão das variáveis de interesse quanto ao HEC, seguido pelo o p-valor do teste de Mann-Whitney para comparação de fêmeas equina e muares.	49
Tabela 8	Média, mediana e desvio padrão das variáveis do histograma (Count, Mean, StdDev, Min, Max, Mode, Mode (Count) E Mode (Count)/Count (%)) em cada categoria de sexo seguido pelo p-valor do teste de Mann-Whitney.	52
Tabela 9	Teste de correlação de Sperman entre as variáveis de interesse: idade, massa corpórea, base pescoço, médio, cabeça, comprimento do pescoço, diâmetro longitudinal e transversal, parede longitudinal e transversal dos muares.	55
Tabela 10	Teste de correlação de Sperman entre as variáveis de interesse: idade, massa corpórea, base do pescoço, médio, cranial, diâmetro longitudinal e transversal e parede longitudinal e transversal das fêmeas equina.	56
Tabela 11	Teste de correlação de Sperman entre as variáveis de interesse: IR, IP, VS, VD, VM, FVI, idade, massa corpórea, diâmetro longitudinal e transversal, parede longitudinal e transversal dos muares.	58

Tabela 12	Teste de correlação de Sperman entre as variáveis de interesse: IR, IP, VS, VD, VM, FVI, idade, massa corpórea, diâmetro longitudinal e transversal, parede longitudinal e transversal das fêmeas equina.....	59
Tabela 13	Teste de correlação de Sperman entre as variáveis de interesse: Count, Mean, StdDev, Min, Max, Mode, Mode (Count), Mode (Count)/Count (%), idade, massa corpórea, diâmetro longitudinal e parede longitudinal dos muares.	61
Tabela 14 -	Teste de correlação de Sperman entre as variáveis de interesse: Count, Mean, StdDev, Min, Max, Mode, Mode (Count), Mode (Count)/Count (%), idade, massa corpórea, diâmetro longitudinal e parede longitudinal das fêmeas equina.	63
Tabela 15	Comparação entre lados em cada região e sexo com p-valor do teste de Wilcoxon para dados pareados seguido da correlação Spearman da diferença entre os lados com a idade para a amostra de muares.	65
Tabela 16	Comparação entre lados em cada região com p-valor do teste de Wilcoxon para dados pareados seguido da correlação Spearman da diferença entre os lados com a idade para a amostra de fêmeas equina.....	68
Tabela 17	Comparação do índice de resistividade (IR) entre regiões e lados, das fêmeas equina e muares.	88
Tabela 18	Comparação do índice de pulsatilidade (IP) entre regiões e lados, das fêmeas equina e muares.	88
Tabela 19	Comparação da velocidade sistólica (VS) entre regiões e lados, das fêmeas equina e muares.	89
Tabela 20	Comparação referente ao gênero de luar.	89
Tabela 21	Média e desvio padrão das variáveis de interesse: diâmetros e EIM quanto ao gênero dos muares.	90
Tabela 22	Média e desvio padrão das variáveis descritivas das fêmeas equina e muares.	99
Tabela 23	Teste de correlação de Sperman entre as variáveis de interesse: idade, massa corpórea, base pescoço, médio, cranial, comprimento do pescoço, diâmetro longitudinal e transversal, parede longitudinal e transversal dos muares.....	100

Tabela 24	Teste de correlação de Sperman entre as variáveis de interesse: idade, massa corpórea, base do pescoço, médio, cabeça, diâmetro longitudinal e transversal e parede longitudinal e transversal das fêmeas equina.	101
Tabela 25	Teste de correlação de Sperman entre as variáveis de interesse: IR, IP, VS, VD, VM, FVI, idade, massa corpórea, diâmetro longitudinal e transversal, parede longitudinal e transversal dos muares.	102
Tabela 26	Teste de correlação de Sperman entre as variáveis de interesse: IR, IP, VS, VD, VM, FVI, idade, massa corpórea, diâmetro longitudinal e transversal, parede longitudinal e transversal das fêmeas equina.....	103
Tabela 27	Média e desvio padrão das variáveis de interesse (Count, Mean, StdDev, Min, Max, Mode, Mode (Count) e Mode (Count)/Count (%)) quanto ao HEC seguido pelo o p-valor do teste de Mann-Whitney.	115
Tabela 28	Média e desvio padrão das variáveis do histograma (Count, Mean, StdDev, Min, Max, Mode, Mode (Count) e Mode (Count)/Count (%)) em cada categoria de sexo seguido pelo p-valor do teste de Mann-Whitney em muares.	116
Tabela 29	Teste de correlação de Sperman entre as variáveis de interesse: Count, Mean, StdDev, Min, Max, Mode, Mode (Count), Mode (Count)/Count (%), idade, massa corpórea, diâmetro longitudinal e parede longitudinal dos muares.	118
Tabela 30	Teste de correlação de Sperman entre as variáveis de interesse: Count, Mean, Stddev, Min, Max, Mode, Mode (Count), Mode (Count)/Count (%), idade, massa corpórea, diâmetro longitudinal e parede longitudinal das fêmeas equina.....	119

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Ilustração do tronco bicarotídeo e das artérias carótidas comum esquerda e direita.....	7
Figura 2	Artérias carótidas comuns: trifurcação e seus ramos.....	9
Figura 3	Ilustração de ondas sonoras emitidas e recebidas (ecos) pelo transdutor. O rim (estacionário) reflete a onda com a mesma frequência que a emitida (A). Objeto (hemácias) em movimento em direção ao transdutor - reflete a onda com maior frequência que a emitida (B). Objeto (hemácias) em direção contrária ao transdutor – reflete a onda com menor frequência que a emitida (C).....	11
Figura 4	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).....	12
Figura 5	Ilustração do espectro Doppler com registro de velocidade em escala de cinza. As frequências mais intensas tendem para o branco, já, as menos para o preto. A = velocidade máxima de pico sistólico e B = velocidade diastólica final.....	13
Figura 6	Imagem Doppler colorido. A tonalidade vermelha representando o fluxo em direção ao transdutor e azul se distanciando.....	14
Figura 7	Imagem de ultrassonografia duplex Doppler de amplitude da artéria aorta e seus ramos (A) e de vascularização em massa (B). O fluxo sanguíneo representado pela cor laranja e variações de tonalidades ilustrando a variação de velocidade do sangue dentro da região estudada.....	15
Figura 8	Imagem duplex Doppler com o ganho aumentado. Nota-se o extravasamento dos pixels coloridos e a correção do ganho realçando a circulação real.....	17
Figura 9	Imagem duplex Doppler com o artefato aliasing (A) e imagem corrigida (B).....	17
Figura 10	Imagem Doppler espectral com o artefato aliasing.....	18
Figura 11	Imagem Triplex Doppler. Nota-se o espectro com o artefato em espelho e corrigido com a adequação do volume sobre a região de interesse e com o aumento do ganho do equipamento.....	18

Figura 12	Observa-se lúmen inteiro do vaso incorporado no volume amostrado (A). Volume amostrado é posicionado no centro do vaso (B).....	20
Figura 13	Imagem triplex Doppler ilustrando a região de interesse dentro do volume de amostra.....	20
Figura 14	Imagem duplex Doppler ilustrando velocidade máxima e mínima no traçado espectral. a = ângulo de insonação Doppler; AC 35 = ângulo do cursor Doppler em 35°; ft = feixe incidente; PS = velocidade de pico sistólico máxima; ED = velocidade diastólica final mínima.....	21
Figura 15	Desenho esquemático ilustrando o fluxo sanguíneo dentro de um vaso. Perfil de velocidade do fluxo achado (A). Perfil de velocidade do fluxo semi-parabólico (B). Perfil de velocidade do fluxo parabólico (C).....	24
Figura 16	Imagem do Doppler espectral de uma artéria. A TAMAX (média da velocidade máxima) é observada a partir da linha laranja e a TAMEAN (média da velocidade média), da linha roxa.....	26
Figura 17	Observa-se os métodos para se calcular os índices de resistividade (IR) e pulsatilidade (IP).....	26
Figura 18	Imagem Duplex. Nota-se o contorno do espectro para determinar os valores do IP, IR, VS, VD, VM e FVI da artéria carótida comum de um equino.....	27
Figura 19	Fazenda Edgárdia - UNESP Botucatu.....	33
Figura 20	O perímetro torácico de um muar fêmea e equina fêmea, são adquiridos posicionando a fita pela cernelha e ajustada pela circunferência torácica.....	34
Figura 21	Fêmea equina: circunferência cranial (A), médio (B), base do pescoço (C) e comprimento (D). Muar: circunferência cranial (E), médio (F), base do pescoço (G) e comprimento (H).....	35
Figura 22	Animais em troncos individuais para realização das imagens ultrassonográficas.....	36
Figura 23	Equipamento ultrassom (A), transdutor linear (B) e convexo (C).....	37
Figura 24	Fêmea equina: cranial (A), médio (B) e caudal (C). Muar: cranial (D), médio (E) e caudal (F). As imagens foram obtidas no plano longitudinal e transversal, tanto nas fêmeas equina quanto nos muares.....	37

Figura 25	Imagem de ultrassonografia modo-B em plano longitudinal (A) e transversal (B). Nota-se a flecha vermelha indicando à espessura da túnica interna e média, já, a branca é referente ao diâmetro do lúmen do vaso.....	38
Figura 26	Imagem do Doppler espectral de uma artéria carótida comum de híbrido muar. Nota-se o contorno do espectro para determinar os valores do IP, IR, VS, VD, VM e FVI do fluxo sanguíneo.....	39
Figura 27	Ultrassonografia da artéria carótida esquerda na porção cranial de um equino. Nota-se o total de pixels selecionados (Count), ao qual nesse estudo variou de 770 a 1000 em cada imagem; a média de tons de cinza (Mean) dos pixels selecionados e o desvio padrão (StdDev), onde zero (0) representa um pixel de tonalidade totalmente preta (hipoecóico/hipoecogênico), e 255, um pixel de tonalidade totalmente branca (hiperecóico/hiperecogênico); o valor mais hiperecogênico (Max) e o valor mais hiporecogênico (Min) que apareceram na amostra, a moda (Mode), que representa a tonalidade de cinza mais frequente da amostra e em parêntese, a quantidade de pixel equivalente ao valor de cinza da moda Mode (Count).....	40
Figura 28	Fêmea equina: cranial (A), médio (B) e caudal (C). Muar fêmea: cranial (D), médio (E) e caudal (F). As imagens foram obtidas no plano longitudinal e transversal, tanto nas fêmeas equina quanto nos muars.....	86
Figura 29	Imagem do Doppler espectral de uma artéria carótida comum de um muar. Nota-se o contorno do espectro para determinar os valores do IP, IR, VS, VD, VM e FVI do fluxo sanguíneo.....	86
Figura 30	Imagem de ultrassonografia modo-B em plano longitudinal (A) e transversal (B). Nota-se o traço vermelho indicando à espessura da túnica interna e média, já, a branca é referente ao diâmetro do lúmen do vaso.....	87
Figura 31	Muar fêmea: caudal (A), médio (B) e cranial (C). Fêmea equina: caudal (D), médio (E) e cranial (F). As imagens foram obtidas no plano longitudinal e transversal.....	98
Figura 32	Fêmea equina: circunferência cranial (A), médio (B), base do pescoço (C) e comprimento (D). Muar fêmea: circunferência cranial (E), médio (F), base do pescoço (G) e comprimento (H).....	99

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT	viii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos	4
1.1.1 Objetivos específicos.....	5
1.2 Justificativa	5
2 REVISÃO DE LITERATURA	7
2.1 Anatomia vascular da artéria carótida comum	7
2.2 Princípios físicos da ultrassonografia Doppler	10
2.3 Artefatos da ultrassonografia convencional	16
2.3.1 Artefatos na ultrassonografia Doppler	16
2.4 Ajustes do equipamento de ultrassom	19
2.5 Variáveis avaliados na ultrassonografia Doppler	23
2.6 Enfermidades da artéria carótida comum	27
2.6.1 Enfermidades da bolsa gutural	28
2.7 Histogramas das imagens de ultrassonografia	29
2.8 Rebanho equídeo	30
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	33
3.1 Comissão de ética no uso de animais	33
3.2 Local do estudo.....	33
3.3 Animais	34
3.4 Medições das circunferências dos pescoços	34
3.5 Preparação para os exames ultrassonográficos modo-B e Doppler espectral	35
3.6 Realização das imagens ultrassonográficas modo-B e Doppler	36
3.7 Processamento das imagens de ultrassonografia modo-B e Doppler espectral	38
3.8 Procedimentos do histograma	39
3.9 Análise estatística	41
3.9.1 Mann-Whitney	41
3.9.2 Coeficiente de correlação de Spearman	42
3.9.3 Teste de Wilcoxon para dados pareados	42
4. RESULTADOS	44
4.1. Testes de Mann Whitney	44
4.1.1. Diâmetros dos pescoços dos animais	44
4.1.2 Ultrassonografia modo-B (diâmetro e EIM das artérias carótidas comuns).....	45
4.1.3 Variáveis do Doppler espectral.....	47
4.1.4 Histograma em Escala de Cinza (HEC)	49
4.2 Teste de correlação de Spearman.....	54
4.3 Teste de Wilcoxon e correlação de Spearman	64

4.3.1 Variáveis do Doppler espectral com diâmetro e EIM dos vasos.....	64
5. DISCUSSÃO	70
6. CONCLUSÃO.....	79
7. ARTIGOS CIENTÍFICOS.....	80
7.1 Artigo 1.....	80
7.2 Artigo 2.....	95
7.3 Artigo 3.....	109
8. REFERÊNCIAS.....	125

1 INTRODUÇÃO

A ultrassonografia é um método de diagnóstico não invasivo e seguro para avaliar os órgãos e tecidos em tempo real. A ultrassonografia é muito utilizada tanto na medicina humana quanto na medicina veterinária, e vem demonstrando ser um procedimento eficaz, que não apresenta efeitos biológicos ao paciente como para o operador (TORP-PEDERSEN, TERSLEV, 2008; SEOANE *et al.*, 2011).

Esta trabalha exclusivamente com ondas sonoras de alta frequência, essa técnica utiliza ondas dentro da faixa de 2 a 15 megahertz (MHz), consideradas inaudíveis ao seres humanos (KEALY; MCALLISTER; GRAHAM, 2012).

Em 1942, Christian Johann Doppler, elaborou uma teoria denominada “efeito Doppler”, na qual, descreve a alteração de frequência que ocorre com objeto em movimento em relação à sua fonte sonora ou eletromagnética (CARVALHO; CHAMMAS; CERRI, 2008). O efeito Doppler permite determinar a velocidade do feixe sonoro entre a fonte e o observador, no entanto, o comprimento de onda observado é maior ou menor conforme sua fonte se aproxima ou se afasta. Caso de aproximação, a frequência da onda recebida fica maior que a frequência emitida, e no distanciamento a frequência diminui (TORP-PEDERSEN, TERSLEV, 2008; DROST, 2015).

A ultrassonografia Doppler é uma ferramenta utilizada junto à ultrassonografia convencional (modo-B) que permite avaliação vascular e hemodinâmica dos órgãos e vasos a serem estudados. No entanto, para obter um exame ultrassonográfico de qualidade, particularmente quando se emprega a técnica Doppler, é necessário que o operador possua uma ampla base teórica e prática, especialmente os modos Doppler (DUARTE; GERMANO, 2014).

Essa técnica nas artérias carótidas comuns são extremamente importantes para avaliação do fluxo sanguíneo, que é responsável principalmente por irrigar o cérebro. A artéria carótida comum, é considerada um importante vaso que dá origem a três artérias nos equinos e nos muare: artéria carótida interna, externa e artéria occipital (CIPONE *et al.*, 1997; TORRES *et al.*, 2007; AGUIAR, 2015).

As doenças que acometem o sistema nervoso central (SNC) em equinos e muas representam uma parcela relativamente importante das afecções (PESSOA *et al.*, 2014; AGUIAR, 2014; AGUIAR, 2015). Na medicina veterinária, as placas ateroscleróticas depositadas nas artérias carótidas comuns não são tão frequentes como na medicina humana, o qual é considerado uma das maiores causas de mortalidade no mundo (ROSA; KRAMER; CASTRO, 2003; RIBEIRO e SHINTAKU, 2004), entretanto, Aguiar *et al.* (2014) descreveram um caso de placas ateroscleróticas depositadas nas artérias carótidas comuns de um equino da raça Quarto de Milha, de 32 anos de idade com histórico de cardiopatia, sendo que o exame ultrassonográfico permitiu a avaliação dessa enfermidade.

Outras alterações que acometem frequentemente as artérias carótidas comuns nos animais e nos humanos, são as estenoses, devido às doenças secundárias como, por exemplo, neoplasias e traumas (BONAMIGO; LUCAS, 2007; FREITAS *et al.*, 2008; KANDIAH *et al.*, 2014). Outras enfermidades que podem acometer também essas grandes artérias, são os envelhecimento arterial ou secundário a processos lesivos crônicos (MENDES; THEMUDO, 2008).

As bolsas guturais são as evaginações emparelhadas dos tubos auditivos que conectam a nasofaringe ao ouvido médio. Algumas enfermidades dessas estruturas estão relacionadas as alterações na artéria carótida interna, como por exemplo, a erosão fúngica e aneurisma. Devido a isso, existe a necessidade de avaliação desses vasos e estudos que permitam incrementar os conhecimentos dos profissionais quanto à hemodinâmica normal e alterada, permitindo assim o diagnóstico precoce dessas enfermidades (CIPONE *et al.*, 1997; NURUL HAYAL, 2011, BERSI *et al.*, 2014).

Várias pesquisas englobando as artérias carótidas já têm sido realizadas em diversos animais, por exemplo, camelos (DARWEESH *et al.*, 1989); búfalos (PRAKASH, RAO 1976), ovelhas (KHAMAS *et al.*, 1984), bovinos (KHAMAS, MAHDI, 1984, BRAUN, FOHN 2005), cães (HESS *et al.*, 2003) entre outros, contudo, estudos envolvendo ultrassonografia modo-B e Doppler espectral são raros.

Alguns estudos com ultrassonografia modo-B e Doppler espectral nas artérias carótidas comuns de equinos já foram relatadas (Cipone *et al.* 1997,

Schmucker et al. 2000, Aguiar 2015), mas não existem dados bibliográficos em muares.

Os muares não são considerados equinos, pois são resultantes do cruzamento entre equídeos e asininos. Acredita-se que esse cruzamento era realizado desde a antiguidade, no intuito, de obter uma raça com características desejáveis ao serviço de tração, lazer ou esporte, pois esses animais possuem boa adaptabilidade ao trabalho rural, não exigindo tantos cuidados com a alimentação, diferente dos equinos (SALLES *et al.*, 2013).

Os médicos veterinários que trabalham com equinos, precisam se aperfeiçoar profissionalmente, para atender as diferenças entre os muares. Os diâmetros das artérias carótidas comuns e as variáveis de vascularização, por meio, da ultrassonografia Doppler, já foram estudados em equinos (CIPONE *et al.*, 1997; SCHUMUCKER *et al.*, 2000; AGUIAR, 2015), entretanto, não foi encontrados nos acervos literários disponíveis a comparação com os muares.

A ultrassonografia Doppler espectral, permite a avaliação vascular por meio de algumas variáveis, tais como: índice de resistividade (IR), índice de pulsatilidade (IP), velocidade sistólica (VS), velocidade diastólica (VD) e índice de vascularização-fluxo (FVI). Sendo que IR e IP além de fornecerem informações sobre o fluxo sanguíneo, fornecem também informações sobre a impedância do vaso (CIPONE *et al.*, 1997; BAILEY *et al.*, 2012; AGUIAR, 2015).

As imagens de ultrassonografia são formadas por pixels, que são representados numericamente em uma escala de 255 tons de cinza, no qual, variam de acordo com a intensidade de brilho, sendo 0 = preto e 255 = branco (SILVA *et al.*, 2015; DANTAS *et al.*, 2016).

A impressão visual muitas vezes é insuficiente para determinar a ecogenicidade exata dos tecidos avaliados. Devido a isso, foram criadas técnicas que permitem quantificar a ecogenicidade e ecotextura da região avaliada, permitindo assim minimizar possíveis erros de interpretação (SILVA *et al.*, 2015).

O histograma em escala de cinza (HEC) tem sido aplicado para avaliação da ecogenicidade da textura de diversos órgãos, revelando importante aplicabilidade clínica. O estudo de um tecido tem uma densidade aparente ao modo-bidimensional (modo-B), são alterados por condições

patológicas, fornecendo ao examinador uma análise subjetiva da área estudada (LEE *et al.*, 2006; VESCOVI *et al.*, 2009; PEREIRA *et al.*, 2011, LEE, MENDONÇA, 2014).

O HEC tem sido utilizado na medicina humana, principalmente nas paredes das artérias carótidas comuns em pacientes com placas ateroscleróticas depositadas na camada íntima e média, pois a espessura do complexo íntimo e médio carotídeo é considerada um marcador da aterosclerose precoce, e a avaliação pela ultrassonografia permitem a inspeção visual da parede do vaso de espessura normal. Contudo, pode existir uma variação de textura e ecogenicidade o qual não é observado durante o exame pelo especialista, e o HEC pode acrescentar no diagnóstico (LIND *et al.*, 2008; ANDERSSON *et al.*, 2009, ARMSTRONG *et al.*, 2003, SARMENTO *et al.*, 2014).

As placas ateroscleróticas depositadas nas artérias carótidas não são frequentes em animais como em humanos (ROSA; KRAMER; CASTRO, 2003; RIBEIRO, SHINTAKU, 2004). Embora existam relatos em cães (HESS *et al.*, 2003) e equinos (AGUIAR *et al.*, 2014), entretanto, em situações como as anteriores, o HEC, assim como, em humanos (BAROCINI *et al.*, 2006), poderia complementar a avaliação.

Em medicina veterinária alguns estudos já têm sido realizados envolvendo o HEC (SILVA *et al.*, 2015). No entanto o estudo dessa modalidade em muare e equinos é incipiente, especialmente nas paredes dos vasos sanguíneos.

1.1 Objetivos

Comparar as variáveis de ultrassonografia modo-B e Doppler espectral, nas artérias carótidas comuns das fêmeas equina e muare.

Comparar as paredes das artérias carótidas comuns das fêmeas equina e muare pelo HEC para imagens do modo-B.

Diferenciar as variáveis de ultrassonografia modo-B, Doppler e HEC das artérias carótidas comuns para os gêneros de muare.

Correlacionar as variáveis de ultrassonografia modo-B, Doppler e HEC, com idade, massa corpórea e com as circunferências dos pescoços dos animais.

1.1.1 Objetivos específicos

Analisar os diâmetros das artérias carótidas comuns direita e esquerda, conforme as suas regiões: cranial, médio e caudal.

Avaliar a espessura da túnica íntima e média (EIM) das artérias carótidas comuns direita e esquerda, conforme as suas regiões: cranial, médio e caudal.

Estudar a velocidade sistólica (VS), velocidade diastólica (VD), velocidade máxima (VM), índice de resistividade (IR), índice de pulsatilidade (IP) e índice de vascularização-fluxo – (FVI), conforme as suas regiões: cranial, médio e caudal.

Realizar o HEC das paredes (EIM) das artérias carótidas comuns direita e esquerda, conforme as suas regiões: cranial, médio e caudal.

1.2 Justificativa

A ultrassonografia é uma técnica médica muito bem conceituada na medicina humana e veterinária, pois esse procedimento permite o diagnóstico de diversas enfermidades, e devido a isso, vem despertando interesse para o desenvolvimento de pesquisas acadêmicas (TORP-PEDERSEN, TERSLEV, 2008; CARVALHO, 2009; SEOANE *et al.*, 2011).

Os estudos realizados nas artérias carótidas comuns dos equinos e muares são considerados escassos quando comparado com a medicina humana. As artérias carótidas comuns, são vasos de grande importância para a irrigação principalmente do cérebro. Quaisquer alterações na função desse vaso pode comprometer seriamente a vida do indivíduo, sendo que as principais patologias que acometem essas grandes artérias são: placas de ateroma, estenose devido à compressão de um tumor, afecções cardiovasculares, dissecação, enrijecimento devido ao envelhecimento arterial ou secundário a processos lesivos crônicos, entre outras (CIPONE *et al.*, 1997;

BONAMIGO; LUCAS, 2007; FREITAS *et al.*, 2008; MENDES; THEMUDO, 2008; KANDIAH *et al.*, 2014, AGUIAR, 2015).

Este trabalho propôs incrementar os conhecimentos dos médicos veterinários na ultrassonografia Modo-B e Doppler, o qual exige que o operador possua amplo conhecimento sobre anatomia, patologia e das técnicas de ultrassonografia que podem ser empregadas para avaliação das artérias carótidas comuns.

O HEC é ferramenta que vem ganhando função de destaque na medicina humana, tanto na parte clínica como em pesquisas acadêmicas (SILVA *et al.*, 2015; DANTAS *et al.*, 2016). Já na medicina veterinária essa ferramenta não é muito empregada na parte clínica, mas existem alguns estudos envolvendo animais (SILVA *et al.*, 2015), entretanto, são incipientes aqueles que envolvem as paredes dos vasos são incipientes, especialmente as das artérias carótidas comuns de equinos e muare.

O HEC tem sido utilizado na medicina humana para avaliação das paredes das artérias carótidas comuns em pacientes com placas ateroscleróticas (BAROCINI *et al.*, 2006). As placas ateroscleróticas depositadas nas artérias carótidas não são frequentes em animais como em humanos, mas existem relatos em equinos e cães (HESS *et al.*, 2003; AGUIAR *et al.*, 2014). Devido a isso, é importante que estudos sejam realizados para determinar a ecogenicidade e ecotextura de paredes de vasos que estejam normais, para servir de referencia em casos de alteração.

Em geral, essa ferramenta vem ganhando função de destaque na medicina humana e veterinária de forma quantitativa, e está sendo explorada como meio de pesquisas nas universidades. Alguns equipamentos de ultrassonografia já vêm com a função do HEC disponível, para que seu uso possa ser mais difundido na prática clínica e não somente no meio acadêmico (LEE *et al.*, 2006; VESCOVI *et al.*, 2009; DANTAS *et al.*, 2016).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Anatomia vascular da artéria carótida comum

A irrigação do pescoço e da cabeça tem origem a partir das artérias carótidas comuns, suas obstruções totais ou parciais em um dos lados causam sequelas neurológicas severas. Portanto, o conhecimento da anatomia de seus ramos e territórios de irrigação, é fundamental para o operador que vai realizar um exame ultrassonográfico (ROSA; KRAMER; CASTRO, 2003; CHEQUER *et al.*, 2006; KOBAYASHI, KARINO, 2016).

Essas artérias em equinos e muare são descritas como ambas originadas do tronco bicarotídeo (Figura 1) e sobressaem no pescoço e se estendem dorsalmente à traquéia. Esses vasos apresentam diversos ramos colaterais, entre eles, os principais são: os ramos musculares, traqueais, esofágicos, artéria tireóidea cranial e caudal, artéria faríngea ascendente e artéria parótidea (GETTY, 1981).

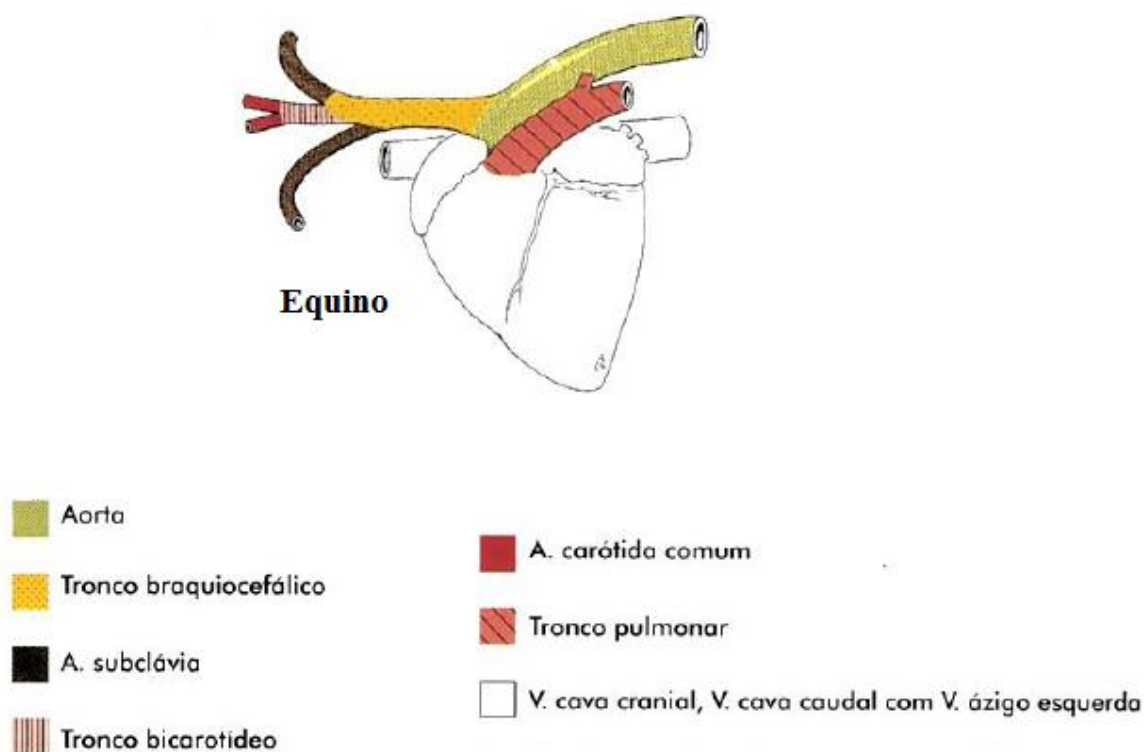


Figura 1 - Ilustração do tronco bicarotídeo e das artérias carótidas comum esquerda e direita. Fonte: KONIG; LIEBICH, 2004.

A artéria carótida comum esquerda mantém –se separada da direita pela traquéia ao longos do seus comprimentos. Geralmente a traquéia encontra-se em contato com a artéria carótida comum esquerda em cerca de 6 a 8 centímetros (cm) na base do pescoço (NURUL HAYAL, 2011).

Essas artérias na extremidade cranial ramificam-se em artéria occipital, artéria carótida interna e externa, na altura do músculo cricofaríngeo (Figura 2). A artéria carótida externa, é considerada a maior artéria dos três ramos e compõe a continuação da artéria carótida comum. Já a artéria occipital é geralmente o segundo maior ramo da trifurcação e origina-se da artéria carótida externa (NURUL HAYAL, 2011). Os equinos possuem cinco variações na sua trifurcação e na artéria carótida interna. Devido a isso, pode existir diferença no volume e nas mudanças do fluxo sanguíneo (SCHUUCKER; SCHATZMAN, BUDDE, 2000; HAYAH, 2012).

O cérebro de um equino recebe o sangue rico em oxigênio diretamente da artéria carótida interna. Já a artéria carótida externa é responsável pela irrigação da face, pois esse vaso emite dois ramos denominados de artéria maxilar e tronco linguofacial. Essa última, dá continuidade a um ramo conhecido como artéria facial, no qual, se ramifica em artéria lingual e facial (labial superior e inferior) (GETTY, 1981; SOARES, FRIGUEREDO, 2010). A artéria occipital é responsável pela irrigação da região occipital e as áreas caudais das meninges, anastomosa-se com a artéria espinhal mediana e a artéria vertebral, além de contribuir com o suprimento do sistema nervoso central (KONIG; LIEBICH, 2004).

O corpo carotídeo ou seio carotídeo é uma estrutura de formato elíptico localizada na trifurcação da artéria carótida comum. Essa estrutura possui a finalidade de regular a pressão parcial do gás carbônico (CO₂) e os níveis de oxigênio (O₂) no sangue destinado ao cérebro (GETTY, 1975; JUNIOR *et al.*, 2016).

2.2 Princípios físicos da ultrassonografia Doppler

O exame ultrassonográfico se baseia na geração das ondas de ultrassom e interação com as estruturas adjacentes. A emissão dessas ondas origina-se por um estímulo elétrico nos cristais piezelétricos localizados no interior do transdutor, transformando a energia em vibrações que geram as ondas sonoras (SANTOS, 2010; CARDOSO; ALVES, 2014).

Ao colocar o transdutor em contato com a pele do paciente, as ondas sonoras percorrem os tecidos adjacentes, interagindo de acordo com densidade e índice de reflexões teciduais. Quando as ondas sofrem reflexão, elas passam a ser denominadas de eco, sendo que quando captados pelo transdutor, elas contém as informações a respeito de amplitude e frequência da onda sonora. A cronometragem exata do tempo de retorno do eco permite determinar a profundidade da interface que reflete o pulso (SANTOS, 2010; SEOANE *et al.*, 2011).

O ultrassom convencional também conhecido como modo bidimensional (modo B) utiliza apenas as informações sobre amplitude no sinal que se dispersa de volta para gerar a imagem, e de acordo com a força do eco de retorno, a imagem é formada em tons variáveis de cinza. Alvos em movimento rápido, como por exemplo, as hemácias na corrente sanguínea, produzem ecos de baixa amplitude que não podem ser exibidos, resultando em um padrão anecoico dentro do vaso estudado (HERRING, BJORNTON, 1985; DUARTE; GERMANO, 2014).

Quando a onda de alta frequência colide com uma interface estacionária, o eco refletido possui a mesma frequência ou o mesmo comprimento de onda que foi transmitido (Figura 3A). Contudo, se a interface refletora estiver em movimento com relação à onda emitida pelo transdutor, como no caso das hemácias, há uma mudança na frequência da onda que se dispersa pelo objeto em movimento (Figura 3B e 3C). Essa mudança da frequência é diretamente proporcional à velocidade da interface refletora com relação ao transdutor, resultando no efeito Doppler (BRAGATO, 2013; DUARTE; GERMANO, 2014).

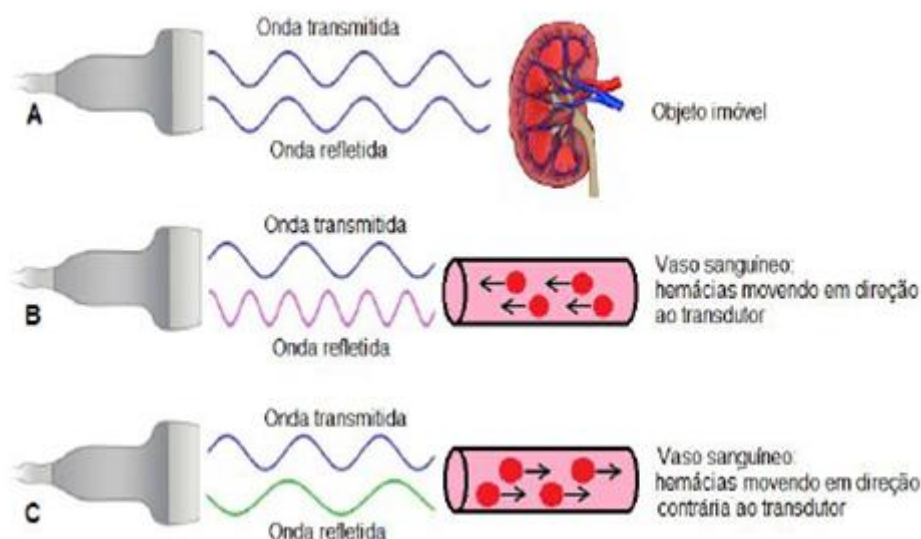


Figura 3 - Ilustração de ondas sonoras emitidas e recebidas (ecos) pelo transdutor. O rim (estacionário) reflete a onda com a mesma frequência que a emitida (A). Objeto (hemácias) em movimento em direção ao transdutor - reflete a onda com maior frequência que a emitida (B). Objeto (hemácias) em direção contrária ao transdutor – reflete a onda com menor frequência que a emitida (C). Fonte: BRAGATO, 2013.

Atualmente existem vários modos de processamento do sinal Doppler que podem ser associados sozinhos ao modo-B (sistema Duplex) ou associados com outro modo Doppler e ao modo-B (sistema Triplex). Os modos Doppler são: contínuo, pulsado (*Espectral*), colorido (*Color*), amplitude (*Power*) e tecidual, sendo que, cada um permite uma avaliação hemodinâmica diferente do mesmo tecido ou vaso estudado (OMOTO; KASAI, 1987; BRAGATO, 2013).

O Doppler de ondas contínuas é realizado com dois cristais piezelétricos localizados no interior do transdutor, um é responsável por emitir a onda sonora e o outro por captar os ecos, ambos de modo contínuo. O Doppler de ondas contínuas é altamente preciso na mensuração do efeito Doppler, permitindo registrar alta velocidade devido às ondas serem emitidas continuamente. Atualmente esse procedimento vem se destacando na ecocardiografia, entretanto, esse procedimento apresenta deficiência em diferenciar as velocidades do fluxo sanguíneo de vasos que se encontram na mesma trajetória da onda (OMOTO; KASAI, 1987; DROST, 2015).

Para superar essa limitação foi criado o modo de onda pulsado (*Pulsed Wave Doppler*), encontrado atualmente em todos os aparelhos fabricados.

Nestes aparelhos, cada transdutor possui diversos cristais piezoelétricos localizados no seu interior, todos capazes de emitir as ondas e de receber os ecos, realizando cada etapa em momentos diferentes. Essa modalidade permite a avaliação separada de cada vaso, evitando a sobreposição encontrada no modo contínuo. Tanto o Doppler contínuo quanto o pulsado permitem a caracterização do fluxo hemodinâmico, por meio, da criação do traçado espectral (OMOTO; KASAI, 1987; DROST, 2015). Esse traçado permite demonstrar as variações de frequências captadas pelo transdutor, onde marca a variação da velocidade calculada (eixo Y) em relação ao tempo (eixo X ou linha da base) (CARVALHO, CHAMMAS, CERRI, 2008).

Por meio desse traçado, é possível determinar o tipo de fluxo sanguíneo e sua direção em relação ao transdutor, ou seja, fluxo em direção ao transdutor fica representado acima da linha da base e o fluxo que se distancia é ilustrado abaixo da linha da base (Figura 4). Os valores de velocidades reais devem ser obtidos com o ângulo do feixe incidente entre 60° em relação ao vaso estudado, pois angulo acima do recomendado podem promover erro na velocidade do fluxo sanguíneo (LANG, 2006; TORP-PEDERSEN, TERSLEV, 2008).

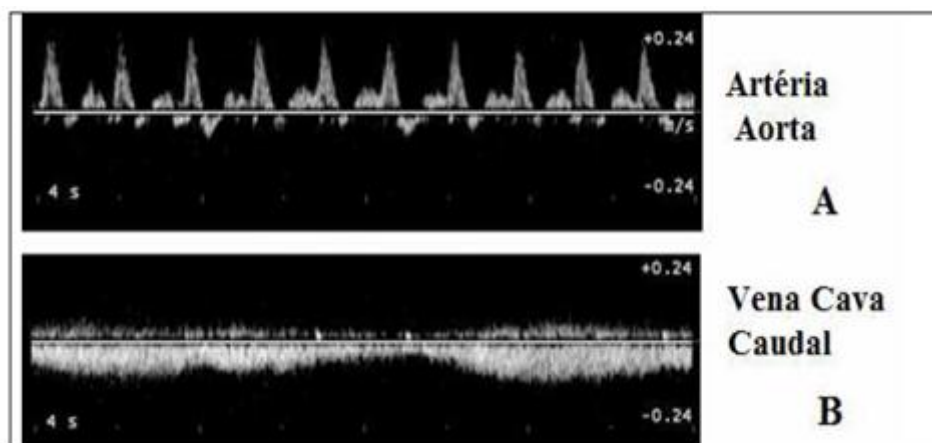


Figura 4 - Imagem Doppler espectral. Nota-se o traçado acima da linha da base, ou seja, fluxo em direção ao transdutor (A). Traçado abaixo da linha da base, ou seja, fluxo distanciando do transdutor (B). Fonte: CASTELLÓ et al., 2015.

A frequência de deslocamento Doppler (Figura 5), não é ilustrada apenas por meio dos gráficos como também pode ser audível para o operador devido a uma caixa acoplada ao equipamento de ultrassom. As veias possuem um som parecido com o vento soprando continuamente, já, as artérias são como um assovio. A intensidade do som audível é diretamente proporcional a quantidade de células em movimento dentro do vaso estudado, portanto, quanto maior a velocidade do fluxo sanguíneo, mais larga é a frequência de deslocamento Doppler e mais audível é o som ouvido pelo operador (CARVALHO, CHAMMAS, CERRI, 2008).

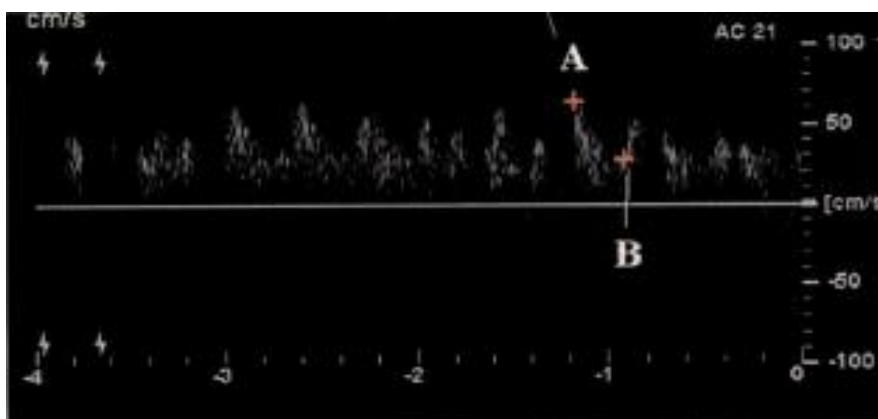


Figura 5 - Ilustração do espectro Doppler com registro de velocidade em escala de cinza. As frequências mais intensas tendem para o branco, já, as menos para o preto. A = velocidade máxima de pico sistólico e B = velocidade diastólica final. Fonte: CARVALHO, 2009.

O traçado espectral permite obter diversas informações do vaso estudado por meio da interpretação de frequência distribuído ao longo do tempo. Essas informações podem ser qualitativas ou semiquantitativas. As informações qualitativas constituem a presença ou ausência do fluxo sanguíneo no vaso estudado, permitindo assim obter a direção e avaliação das ondas espectrais (artéria, veia e turbulenta), além de adquirir informações sobre as velocidades máximas e mínimas, que permitem a análise da impedância e da resistividade vascular associados ao modo-B. Já, as informações semiquantitativas determinam as condições reais do fluxo e a morfologia dos espectros (TORP-PEDERSEN, TERSLEV, 2008; CARVALHO, CHAMMAS, CERRI, 2008).

Para avaliar qualitativamente a vascularização de tecidos e vasos, foi criado o modo colorido (*Color Doppler*) e de amplitude (*Power Doppler*), sendo

mais sensível a captação da vascularização no *Power* quando comparado ao *Color*. Nesses dois modos, o fluxo sanguíneo é detectado e caracterizado na imagem bidimensional (Sistema Duplex), permitindo inferir qualitativamente sobre o fluxo sanguíneo em um tecido ou vaso (MCDICKEN *et al.*, 1992, CARVALHO; CHAMMAS, CERRI, 2008).

O modo colorido é representado por diferentes tonalidades de cores. A cor vermelha e azul indica o fluxo sanguíneo em direção e oposto ao transdutor (Figura 6) (FOES, 2004; MIRANDA *et al.*, 2008). Já no modo de amplitude, o fluxo é caracterizado de modo homogêneo pela cor laranja, não permitindo normalmente determinar o direcionamento do fluxo, com exceção em alguns aparelhos ultrassonográficos que permitem modificar a cor utilizada (Figura 7). A velocidade do fluxo é indicada em ambos os modos pela intensidade das cores, sendo que, quanto mais clara for a cor, mais rápido é o fluxo, e quanto mais escuro, mais lento (MCDICKEN *et al.*, 1992, CARVALHO; CHAMMAS, CERRI, 2008).

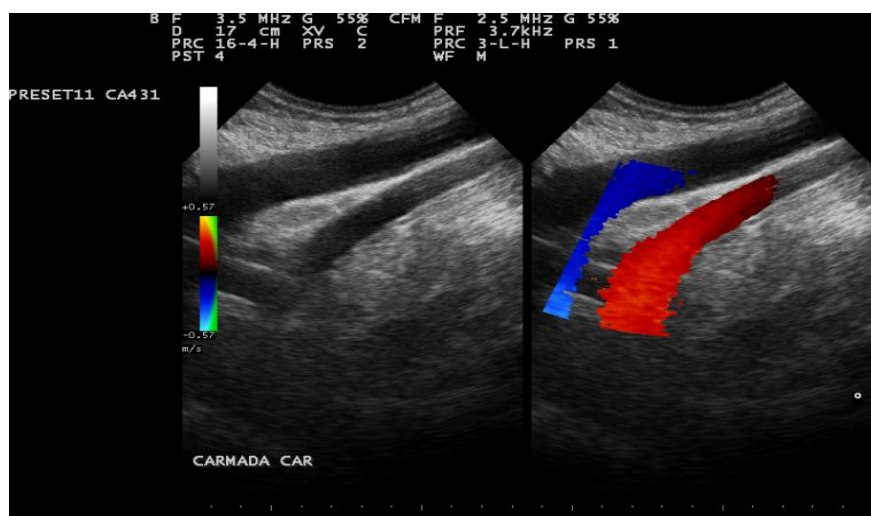


Figura 6 - Imagem Doppler colorido. A tonalidade vermelha representando o fluxo em direção ao transdutor e azul se distanciando. Fonte: FOGAÇA, 2018.

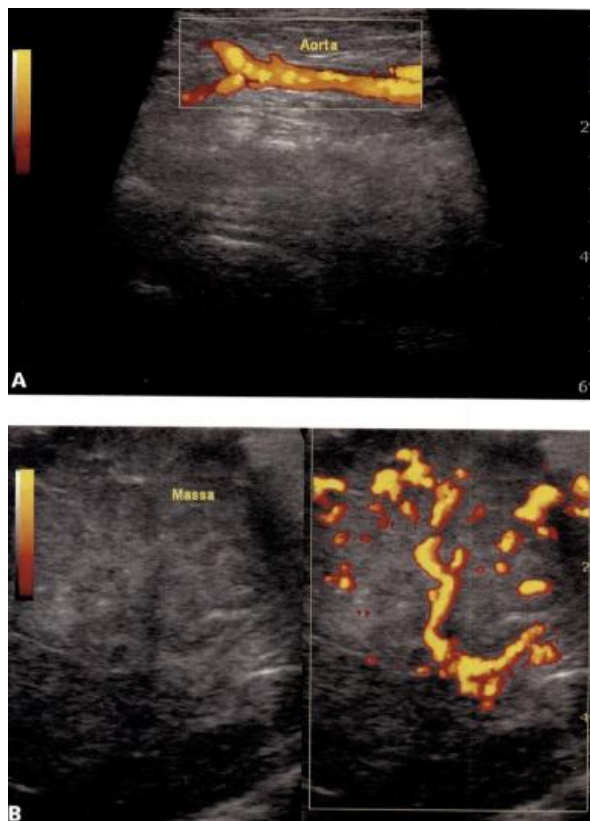


Figura 7 - Imagem de ultrassonografia duplex Doppler de amplitude da artéria aorta e seus ramos (A) e de vascularização em massa (B). O fluxo sanguíneo representado pela cor laranja e variações de tonalidades ilustrando a variação de velocidade do sangue dentro da região estudada. Fonte: CARVALHO, 2009.

Os ecos originados do sangue em movimento irão atingir o transdutor durante um intervalo de tempo discreto, correspondente à profundidade do vaso, sendo denominada de comporta ou portal (*gate*), em que o equipamento de ultrassom está disponível a recepção dos sinais (CARVALHO, 2009).

A profundidade e o tamanho portal (volume da amostra) no modo-B possibilitam a localização da região de interesse. Sobreposto ao volume de amostra está o cursor, que pode ser rotacionando e alinhado paralelamente à direção do fluxo sanguíneo. Esse procedimento permite ao operador determinar o ângulo de incidência do feixe transmissor em relação à direção do fluxo sanguíneo (CARVALHO, 2009).

O Doppler pulsado, a amostragem possui uma frequência específica denominada de *Pulse Rate Frequency* (PRF) ou frequência de repetição de pulso, que determina a frequência máxima detectável pelo o equipamento de ultrassom sem o aparecimento de artefatos. Essa frequência máxima de

amostragem é denominada de limite de Nyquist ($f_N = PRF/2$) e o fenômeno de artefato é de *aliasing* (CARVALHO, 2009).

O Doppler tecidual é o único modo aplicado exclusivamente para auxiliar o exame ecocardiográfico, ao permitir a determinação da velocidade do miocárdio em um momento específico do ciclo cardíaco. As informações do Doppler tecidual são sobrepostas à imagem bidimensional (ISAAZ *et al.*, 1989; RODRIGUES *et al.*, 2013).

2.3 Artefatos da ultrassonografia convencional

Artefatos são a exibição e informações que não transmitem exatamente a verdadeira imagem da área examinada. Os artefatos devem ser reconhecidos para evitar falsas interpretações e prejudicar a eficácia do laudo médico (TORP-PEDERSEN, TERSLEV, 2008).

Os artefatos podem ser característicos de vários fatores, entre eles: o preparo errôneo do paciente, configurações incorretas do aparelho, procedimentos de varredura incorreta, entre outros. Os tipos de artefatos mais visualizados nos exames são: imagem em espelho, refração, sombra acústica e reforço acústico (PEIXOTO *et al.*, 2010).

2.3.1 Artefatos na ultrassonografia Doppler

Existem vários tipos de artefatos gerados pelo o Doppler, no entanto, é importante que o operador saiba identificar e atender sua influência sobre a interpretação das imagens. Os artefatos encontrados normalmente são: o ruído aleatório, *aliasing*, espelho entre outros (TORP-PEDERSEN, TERSLEV, 2008; BRAGATO, 2013).

O ruído é o ganho demasiadamente elevado, o artefato é presente como focos de cor aparecendo aleatoriamente, sendo facilmente identificados devidos os focos de cor não aparecem na mesma localização do fluxo sanguíneo verdadeiro. O ruído aleatório é utilizado para ajustar o ganho do Doppler, e desaparece quando o operador ajusta corretamente (Figura 8) (CASTELLO *et al.*, 2015).

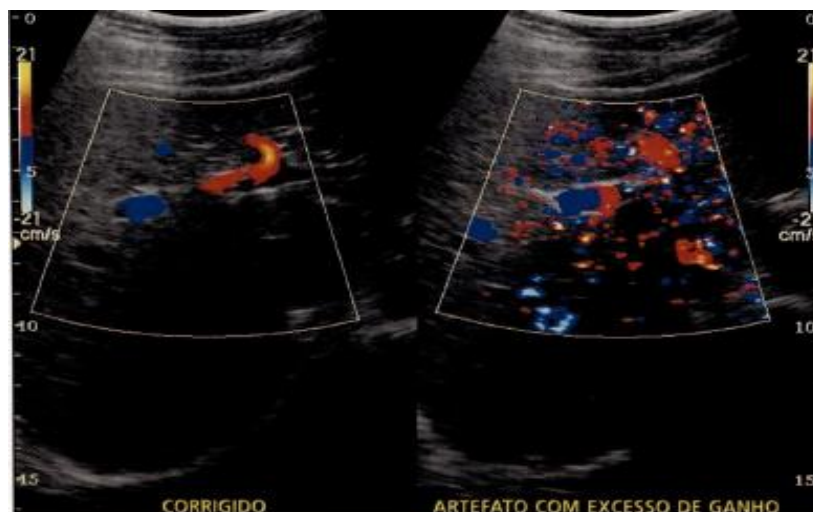


Figura 8 - Imagem duplex Doppler com o ganho aumentado. Nota-se o extravasamento dos pixels coloridos e a correção do ganho realçando a circulação real. Fonte: CARVALHO, 2009.

O *aliasing* é detectado tanto no Doppler espectral como no Doppler colorido, esse artefato é visível quando a frequência de deslocamento Doppler for maior que a metade do PRF. O espectro será ilustrado com maiores frequências rebatidas com o sinal contrário, abaixo da linha de base. Para a sua correção é necessário aumentar o PRF, abaixar a linha de base da imagem espectral ou abaixar a frequência do transdutor (CARVALHO; CHAMMAS; CERRI, 2008; CARVALHO, 2009). Nas imagens da ultrassonografia Doppler colorido, os fluxos são ilustrados de uma cor incorreta, por exemplo, cor oposta ao fluxo verdadeiro (Figura 9) (MERRITT, 1998; TORP-PEDERSEN, TERSLEV, 2008; CASTELLO *et al.*, 2015).

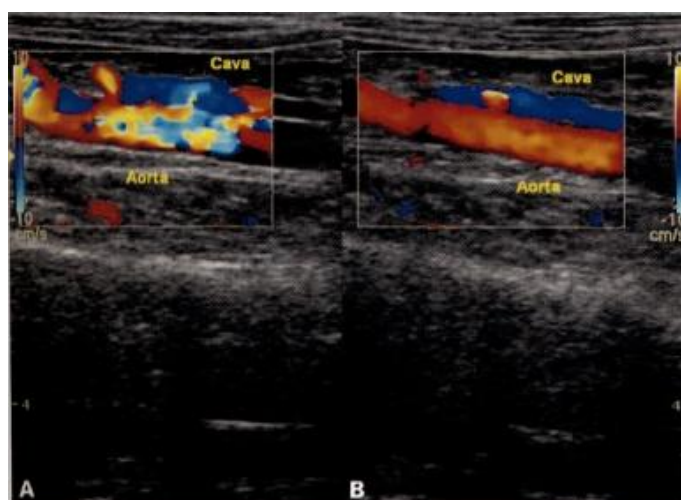


Figura 9 - Imagem duplex Doppler com o artefato aliasing (A) e imagem corrigida (B). Fonte: CARVALHO, 2009.

O feixe Doppler espectral com *aliasing*, parte do espectro que está acima do limite superior fica cortada e aparece erroneamente no lado oposto da linha de base, como a continuação do espectro (Figura 10) (BRAGATO, 2013).

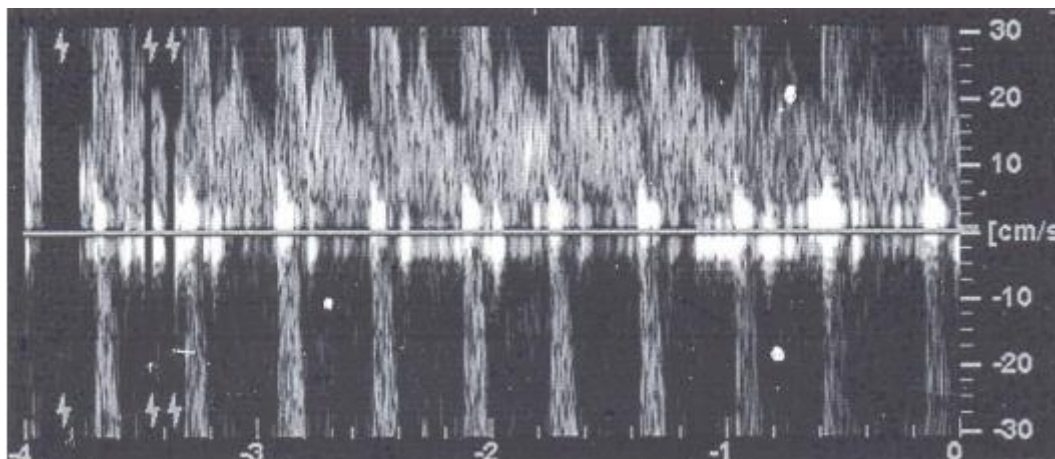


Figura 10 - Imagem Doppler espectral com o artefato aliasing. Fonte: CARVALHO; CHAMMAS; CERRI, 2008.

O artefato em espelho é normalmente gerado quando qualquer superfície altamente refletora atua como espelho acústico, o modo-B é tão propenso a desenvolver esse artefato, como o Doppler espectral. O artefato em espelho é facilmente detectado como cópia justaposta da imagem real (Figura 11) (BRAGATO, 2013).

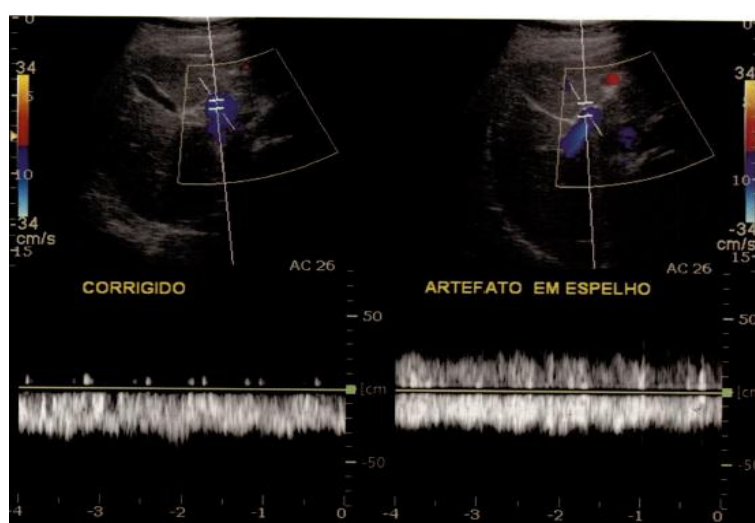


Figura 11 - Imagem Triplex Doppler. Nota-se o espectro com o artefato em espelho e corrigido com a adequação do volume sobre a região de interesse e com o aumento do ganho do equipamento. Fonte: CARVALHO, 2009.

2.4 Ajustes do equipamento de ultrassom

Os equipamentos modernos de ultrassonografia permitem que o operador utilize vários processos de otimização das imagens (CARVALHO, 2009). Entretanto, o operador deve ter cautela e utilizar esses recursos corretamente, pois podem interferir na imagem formada e nos índices hemodinâmicos, levando aos erros de interpretação (STEWART, 2001).

Os principais controles do aparelho para o processamento do sinal Doppler são: frequência Doppler, volume de amostra, velocidade de varredura, frequência de repetição de pulso (PRF), ganho, ângulo do Doppler, filtros de parede e a linha de base (MERRITT, 1998; TORP-PEDERSEN, TERSLEV, 2008).

a) *Frequência Doppler*: Conforme a frequência do transdutor aumenta, a sensibilidade do Doppler melhora, mas a atenuação pelo tecido também aumenta, resultando em menor penetração. Então, é recomendado que o operador saiba manter um equilíbrio sobre a sensibilidade do Doppler e a penetração das ondas nos tecidos (MERRITT, 1998). Nos vasos que situam vários centímetros abaixo da superfície da pele são utilizados frequências Doppler na faixa de 5,0 a 7,5 megahertz (MHz) para que ocorra penetração adequada, já, os vasos superficiais podem ser utilizados frequências maiores de 10 a 12 MHz (BRAGATO, 2013).

b) *Tamanho do volume da amostra*: O volume selecionado determina o intervalo do equipamento aos ecos obtidos pela variação de frequência Doppler, permitindo a análise de volumes maiores ou menores dentro do vaso avaliado. Os métodos mais utilizados para medir o fluxo sanguíneo em um vaso utilizando o Doppler espectral, são o método de insonação uniforme, no qual, o lúmen inteiro do vaso estudado fica incorporado no volume amostrado (Figura 12 A) e o método de máxima velocidade, no qual, o volume amostrado é posicionado no centro do vaso estudado (Figura 12 B) (CARVALHO, 2009; BRAGATO, 2013).

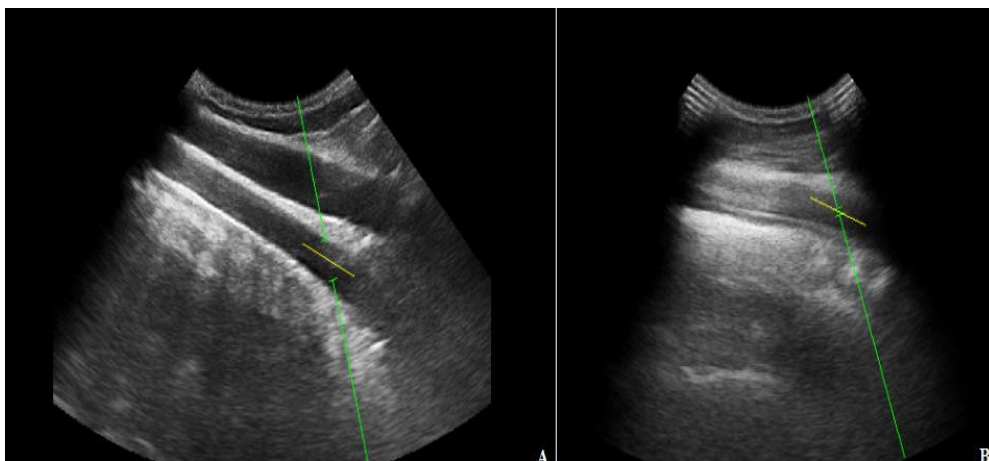


Figura 12 - Observa-se lúmen inteiro do vaso incorporado no volume amostrado (A). Volume amostrado é posicionado no centro do vaso (B). Fonte: FOGAÇA, 2018.

O fluxo sanguíneo flui rapidamente próximo à região central do vaso e mais lentamente em relação às paredes. É recomendado sempre utilizar o centro do vaso para obtenção da amostra, de forma que o fluxo sanguíneo não fique perpendicular ao feixe sonoro (CARVALHO; CHAMMAS; CERRI, 2008).

O Doppler, a região de amostragem (Figura 13) deverá ser a menor possível e restrita apenas na região de interesse, a fim de melhorar a taxa de quadros e a resolução espacial, além de minimizar erros de processamento provocados pela pulsação transmitida pelas estruturas adjacentes ou por movimentos do próprio paciente (TORP-PEDERSEN, TERSLEV, 2008).



Figura 13 - Imagem triplex Doppler ilustrando a região de interesse dentro do volume de amostra. Fonte: CARVALHO, 2009.

As mudanças de velocidades que ocorrem em um vaso, por meio, de cada ciclo cardíaco são ilustradas graficamente. O tempo fica ilustrado na linha horizontal e a frequência de deslocamento Doppler no eixo vertical, no qual, é representada em quilohertz (KHz). A velocidade das hemácias em movimento é visualizada em centímetros por segundo (cm/s) no eixo vertical (Figura 14). Porém existem alguns equipamentos em que essa velocidade é em metros por segundo (m/s) (CARVALHO, 2009).

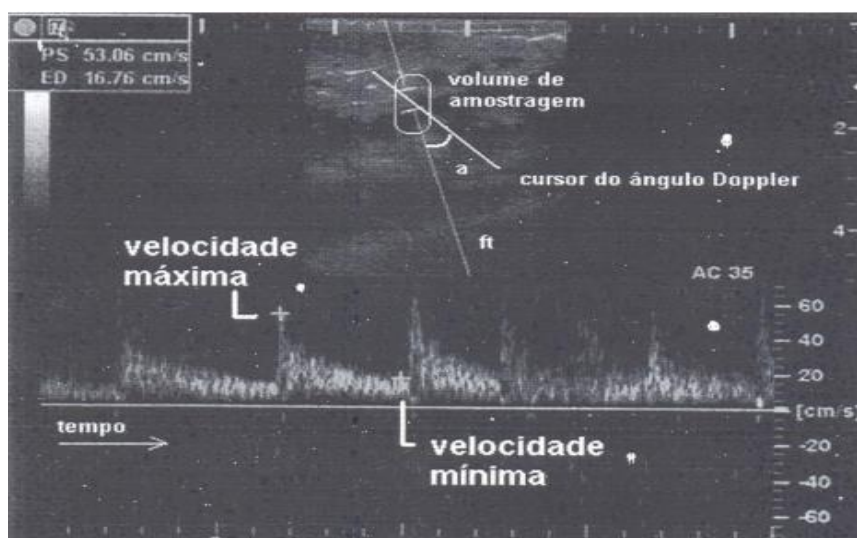


Figura 14 - Imagem duplex Doppler ilustrando velocidade máxima e mínima no traçado espectral. a = ângulo de insonação Doppler; AC 35 = ângulo do cursor Doppler em 35°; ft = feixe incidente; PS = velocidade de pico sistólico máxima; ED = velocidade diastólica final mínima. Fonte: CARVALHO; CHAMMAS; CERRI, 2008.

c) *Velocidade de Varredura*: Esse procedimento determina a velocidade com que as curvas de velocidade são exibidas no monitor do equipamento de ultrassom, permitindo detalhamento temporal das velocidades do fluxo sanguíneo. O controle de velocidade de varredura deve ser ajustado conforme a frequência cardíaca do paciente, no entanto, deve-se levar em consideração que o excesso de velocidade poderá provocar artefatos como o *aliasing* (NELSON *et al.*, 2000; CARVALHO; CHAMMAS; CERRI, 2008).

d) *Frequência de Repetição de Pulso (PRF)*: Determina a frequência máxima detectável pelo o equipamento de ultrassom. O ajuste desse controle permite definir os limites de velocidades que podem ser amostrados sem a interferência de artefatos. Caso o PRF estiver baixa, ocorrerá o artefato *aliasing* e um mosaico de cores que poderá falsear uma turbulência e criar uma

interpretação errônea de estenose. No caso do PRF muito elevado, faz com que lacunas coloridas ilegítimas apareçam e imitam uma trombose ou obstrução do vaso estudado. O ajuste correto desse controle permite uma aparência normal e homogênea do sinal do fluxo sanguíneo (NELSON *et al.*, 2000; BRAGATO, 2013).

O operador do equipamento de ultrassom deve ajustar o PRF durante o exame, visando adquirir gráficos de onda sem ambiguidades e com dimensões adequadas à análise do vaso estudado. O PRF alto é aplicado para evitar o artefato *aliasing* em vasos que contém o fluxo sanguíneo rápido, já, o PRF baixo é utilizado em vasos que possuem o fluxo sanguíneo lento (BRAGATO, 2013).

e) *Ganho*: Esse ajuste regula a amplificação do sinal recebido e necessita de ajuste adequado para evitar falsos ou ruídos indesejáveis. O ajuste inadequado e excessivo de ganho durante o exame Doppler, produz sinais em áreas onde não há fluxo sanguíneo, sendo denominados de fluxo artefactual, ilustrando uma imagem de “extravasamento” com *pixels* coloridos extraluminais no modo colorido e “borramento espectral” no modo Doppler pulsado (HEDRICK; HYKES; STARCHMAN, 1995; TORP-PEDERSEN, TERSLEV, 2008).

f) *Ângulo do Doppler*: Ao realizar as medições Doppler, é recomendado corrigir o ângulo Doppler antes de realizar as medidas de velocidade. O ângulo Doppler deve manter em 60° ou menos, pois ângulo acima de 60° pode resultar em mudanças significativas na velocidade calculada (TORP-PEDERSEN, TERSLEV, 2008; CARVALHO; 2009).

g) *Filtros de Parede*: Os instrumentos Doppler detectam movimentos não apenas do fluxo sanguíneo, mas também de estruturas adjacentes, provenientes de movimentos dos vasos e das partes moles, causados por movimentos do paciente ou até mesmo pela respiração. Para que esses sinais não sejam exibidos, a maioria dos equipamentos de ultrassom contém filtros de parede, que eliminam os ecos de baixa e alta amplitude. Esse controle pode ser aplicado tanto no Doppler colorido como no Doppler espectral, mas deve-se ter cautela, pois o uso incorreto pode remover sinais de baixo e resultar em erros de interpretação. Esse controle pode ser mantido em 50 a 100 hertz (Hz)

(HEDRICK; HYKES; STARCHMAN, 1995; CARVALHO; CHAMMAS; CERRI, 2008).

h) *Linha de Base*: A modificação da linha de base é utilizada para incluir o fluxo sanguíneo de alta velocidade, permitindo eliminar o artefato *aliasing* sem aumento da PRF (HEDRICK; HYKES; STARCHMAN, 1995; CARVALHO; CHAMMAS; CERRI, 2008).

É importante que o operador tenha conhecimento dos controles do equipamento de ultrassom, pois assim poderá evitar e controlar os surgimentos de artefatos nas imagens ultrassonográficas, principalmente nas técnicas em que empregam o Doppler (NELSON *et al.*, 2000).

2.5 Variáveis avaliados na ultrassonografia Doppler

Para realização da ultrassonografia Doppler, o operador deve conhecer a anatomia do vaso estudado, mas também os aspectos hemodinâmicos normais, para poder detectar quaisquer alteração (BRAGATO, 2009).

A ultrassonografia Doppler permite avaliar as características morfológicas do vaso estudado. A morfologia da onda espectral arterial pode ser classificada quanto ao perfil de velocidade e de resistência do vaso. Os perfis de velocidade podem ser laminares, nos quais, o sangue se move em camadas concêntricas ou turbulentas. Os laminares (Figura 15) são classificados como: (AGUIAR, 2015; MELLO, 2016).

a) *Fluxo Achado*: ocorre em grandes artérias, onde a velocidade do sangue é semelhante no centro e na parede do vaso estudado, por exemplo, artéria aorta (BRAGATO, 2013).

b) *Parabólico*: ocorre em artérias menores, onde o centro do vaso estudado possui o fluxo sanguíneo mais rápido comparado a parede do vaso, por exemplo, artéria renal (CARVALHO; CHAMMAS; CERRI, 2008).

c) *Semi-Parabólico*: ocorre em artérias de tamanho intermédio. O fluxo é similar ao do centro do vaso, por exemplo, artéria celíaca, onde o fluxo é mais similar ao perfil nas regiões periféricas (CARVALHO; CHAMMAS; CERRI, 2008).

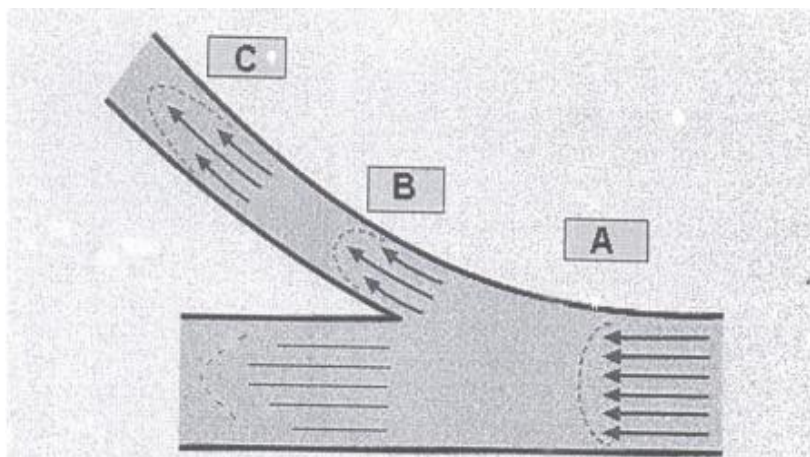


Figura 15 - Desenho esquemático ilustrando o fluxo sanguíneo dentro de um vaso. Perfil de velocidade do fluxo achatado (A). Perfil de velocidade do fluxo semi-parabólico (B). Perfil de velocidade do fluxo parabólico (C). Fonte: CARVALHO; CHAMMAS; CERRI, 2008.

Para avaliação da velocidade do fluxo sanguíneo do vaso estudado por meio do Doppler espectral, é necessário estudar algumas variáveis, entre elas são: velocidade sistólica (VS), velocidade diastólica (VD), velocidade máxima (VM), índice de resistividade (IR) e índice de pulsatilidade (IP), entre outros. Para cada contração cardíaca há um fluxo que resulta em distensão das artérias, a qual alcança seu pico, no qual é denominado de VS. Já o VD avalia o fluxo sanguíneo no momento em que antecede uma nova contração cardíaca. É importante salientar que não necessariamente esse valor será o menor encontrado durante o ciclo cardíaco (CARVALHO; CHAMMAS; CERRI, 2008; BRAGATO, 2013).

Graficamente as artérias apresentam um traçado espectral, onde o fluxo sistólico se observa em forma de picos e o fluxo diastólico com um declive próximo da linha da base. Dependendo da resistividade do fluxo sanguíneo (alta, intermédia ou baixa), o mapeamento espectral apresenta diferentes padrões (CASTELLO *et al.*, 2015).

O diâmetro do vaso e a velocidade do sangue podem variar durante o ciclo cardíaco ou com a respiração do animal. No caso de animais taquipneicos ou dispneicos, alteram o traçado espectral, dificultando o sinal Doppler e causando artefatos nas imagens (CARVALHO, 2009).

O Doppler espectral permite avaliar a resistência e a velocidade do fluxo sanguíneo, por meio, do cálculo do IR e o IP. Esse procedimento permite quantificar a impedância ou a resistência do fluxo sanguíneo sobre o vaso. A

impedância vascular está representada como a rigidez do vaso. Os baixos valores de IR apontam alto metabolismo, já, IR altos indicam baixo metabolismo. O IR altos ilustram ondas pulsáveis com diferença significativa entre o VS e o VD (CARVALHO; CHAMMAS; CERRI, 2008; HEDRICK, HYKES, STARCHMAN, 1995).

Os índices hemodinâmicos, como o, VS, IR e IP, permitem a comparação do fluxo durante a fase sistólica e diastólica. Esses índices permitem uma avaliação quantitativa da análise espectral e são aplicados para auxiliar na detecção de estenose, trombose, ou, mais comumente, nos vasos periféricos com fluxo de resistência aumentada (HEDRICK, HYKES, STARCHMAN, 1995).

A baixa resistência indica proximidade de valores entre o valor de velocidade de fluxo sanguíneo mais baixo e o valor mais alto, variando de 0 a 1. Índices de resistências aumentados reduzem o fluxo diastólico e dependendo da alteração que está ocasionando o aumento da resistência pode ser observada ausência de fluxo diastólico (CARVALHO, 2009).

O VS é a variável mais confiável para determinar o grau de obstrução do vaso estudado. Pois a redução do fluxo sanguíneo ocorre pós-estenose, mas, também pode ser observado quando existe redução do débito cardíaco, ou seja, volume diastólico. As variáveis do Doppler são adquiridos pelo o próprio equipamento de ultrassom, pois são adquiridas pelo cálculo da velocidade da onda espectral (Figura 16). Esse procedimento permite avaliar o fluxo sanguíneo e estimar qualquer alteração hemodinâmica do vaso (BRAGATO, 2013).

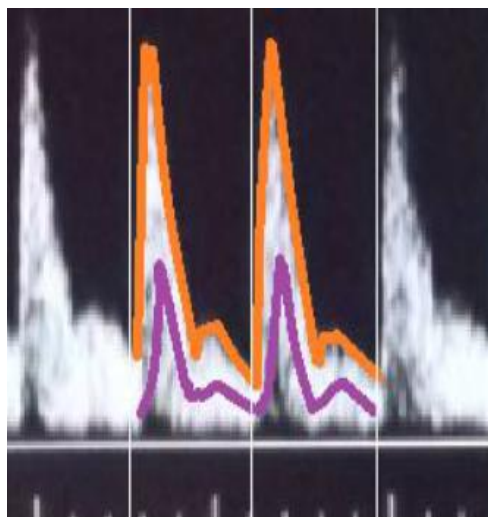


Figura 16 - Imagem do Doppler espectral de uma artéria. A TAMAX (média da velocidade máxima) é observada a partir da linha laranja e a TAMEAN (média da velocidade média), da linha roxa. Fonte: BRAGATO, 2013.

Os índices baseados nos valores do VS, VD e VM podem ser utilizados como o IR e IP (Figura 17). Entretanto, a vantagem de se calculá-los é que eles anulam os efeitos decorrentes de variação na angulação do vaso (ângulo de insonação) e do tamanho do mesmo. Também dão informação do fluxo sanguíneo e da resistividade, que não são adquiridos somente por mensuração da velocidade absoluta (VEIGA *et al.*, 2011; BRAGATO, 2013).

$IR = \frac{PSV - EnDV}{PSV}$	$IP = \frac{PSV - EnDV}{TAMAX}$
-------------------------------	---------------------------------

Figura 17 - Observa-se os métodos para se calcular os índices de resistividade (IR) e pulsatilidade (IP). Fonte: BRAGATO, 2013.

O IP tem sido sugerido para padronização do fluxo sanguíneo, pois é mais sensível para diferenciar ondas anormais (Figura 18). Esse procedimento é realizado no próprio equipamento de ultrassonografia (MOREIRA *et al.*, 2008; BRAGATO, 2013) e permite a obtenção dos valores de IR, IP, VS, VD, VM e FVI (CARVALHO, 2009).

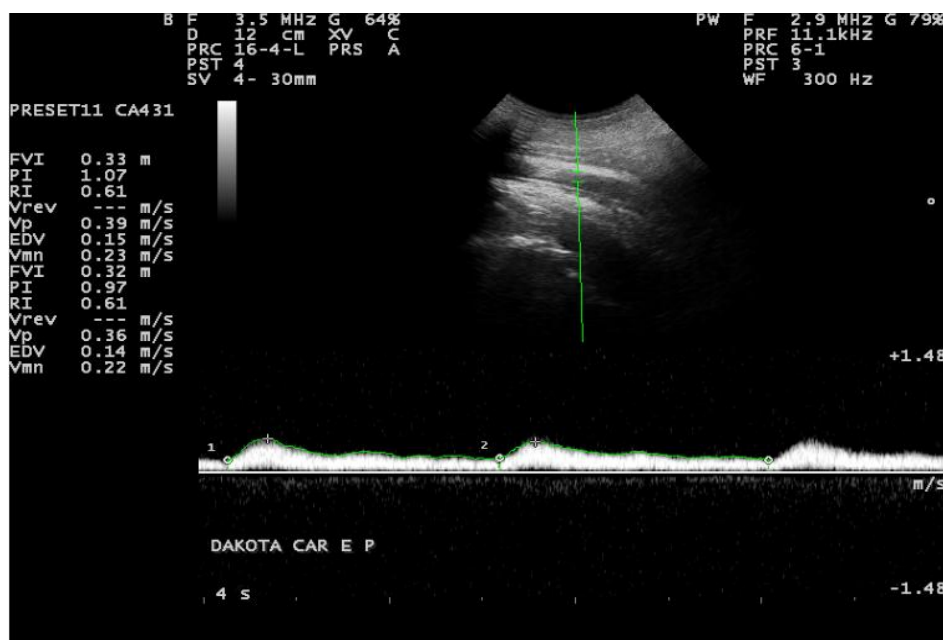


Figura 18 - Imagem Duplex. Nota-se o contorno do espectro para determinar os valores do IP, IR, VS, VD, VM e FVI da artéria carótida comum de um equino. Fonte: FOGAÇA, 2018.

2.6 Enfermidades da artéria carótida comum

Os seres humanos apresentam um elevado índice de doenças cerebrovasculares e muitas vezes, essas enfermidades estão relacionadas a placas ateroscleróticas e estenose das artérias carótidas comuns. Por consequência, as avaliações desses vasos se tornaram de rotina na medicina humana (CANTÚ-BRITO *et al.*, 1999; DAMIANI; GAGLIARDI; SCAFF, 2004; SOUZA; CASTRO; CERRI, 2005; BONAMIGO; LUCAS, 2007; FREITAS *et al.*, 2008).

As placas ateroscleróticas são consideradas gorduras depositadas nas camadas interna e média das paredes dos vasos. As deposições dessas placas podem causar obstrução total ou parcial do lúmen, podendo prejudicar seriamente o órgão ou tecido suprido pela circulação sanguínea (AGUIAR *et al.*, 2014; HENRIQUES, 2015). Por tanto, a avaliação da EIM e do diâmetro das artérias carótidas comuns são considerados essenciais para diagnosticar a presença de placas ateroscleróticas por imagens ultrassonograficas Modo-B (AGUIAR, 2015).

A EIM e o diâmetro fornecem informações estruturais e anatômicas do vaso, enquanto, o modo como variam ao longo de um ciclo cardíaco fornecem

informações funcionais (ROSA, KRAMER, CASTRO, 2003; COLL *et al.*, 2013; KIYOTA, 2014; AGUIAR, 2015).

Na medicina veterinária as placas ateroscleróticas não são tão frequentes como na medicina humana, o qual é considerado uma das maiores causas de mortalidade no mundo (ROSA; KRAMER; CASTRO, 2003; RIBEIRO; SHINTAKU, 2004), mas já há relatos em cães e equinos (HESS; KASS; WINKLE, 2003; AGUIAR *et al.*, 2014)

As enfermidades que acometem frequentemente essas artérias nos animais e em humanos, são as estenoses, devido às doenças secundárias como, por exemplo, neoplasias e traumas (BONAMIGO; LUCAS, 2007; FREITAS *et al.*, 2008; KANDIAH *et al.*, 2014). Outras enfermidades que podem acometer também essas grandes artérias, são os envelhecimento arterial ou secundário a processos lesivos crônicos (MENDES; THEMUDO, 2008). Devido a isso, existe a necessidade de avaliação desses vasos e estudos que permitam incrementar os conhecimentos dos profissionais quanto à hemodinâmica normal e alterada, permitindo assim o diagnóstico dessas enfermidades (CIPONE *et al.*, 1997; BERSI *et al.*, 2014).

2.6.1 Enfermidades da bolsa gutural

A bolsa gutural é uma estrutura existente unicamente nos equinos e muares e está posicionada entre a base do crânio e ao atlas, dorsalmente. Essa estrutura consiste em divertículos cheios de ar das trompas auditivas (Eustáquio), que se comunicam entre o ouvido médio e a faringe (BORGES *et al.*, 2005; NURUL HAYAL, 2011).

A função da bolsa gutural permanece em estudo atualmente, alguns trabalhos relatam que o papel fundamental dessa estrutura a regulação da pressão de ar de ambos os lados da membrana timpânica (FREEMAN, 1991), já outros, descrevem o aquecimento do ar inspirado, função do leito da mucosa faringiana e a vocalização (LANE; HOWARTH, 1990).

Existem doenças que acometem à bolsa gutural e algumas delas estão relacionadas as artérias carótidas como, por exemplo, a aneurisma e a erosão fúngica da artéria carótida interna, no qual, pode comprometer seriamente essa estrutura e levando até mesmo a morte do animal. Por isso, os métodos de

diagnósticos, como por exemplo, a ultrassonografia modo-B e Doppler, podem auxiliar no controle dessas alterações (NURUL HAYAL, 2011, AGUIAR, 2015).

2.7 Histogramas das imagens de ultrassonografia

A impressão visual muitas vezes é insuficiente para determinar a ecogenicidade exata dos tecidos avaliados. Devido a isso, foram criadas técnicas que permitem quantificar a ecogenicidade e ecotextura da região avaliada, permitindo assim minimizar possíveis erros de interpretação (SILVA *et al.*, 2015).

O histograma em escala de cinza (HEC) permite uma avaliação da quantidade e distribuição da frequência em tonalidades de cinza que formam a imagem ultrassonográfica de uma determinada região estudada. Esse procedimento é eficiente e permite a obtenção de valores fidedignos à realidade (LEE *et al.*, 2006; VESCOVI *et al.*, 2009; PEREIRA *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2015; DANTAS *et al.*, 2016).

O HEC tem sido aplicado para avaliação da ecogenicidade da textura de diversos órgãos, revelando importante aplicabilidade clínica. O estudo do tecido de um determinado órgão tem uma densidade aparente ao modo-B, que é determinada pela distribuição de refletores ecogênicos dentro do órgão e pela amplitude do eco que retorna do parênquima. Os mesmos são alterados por estados da doença, fornecendo ao examinador uma análise subjetiva da área estudada (ROSENFELD; TAYLOR; JAFFE, 1980; ARMSTRONG; HANSEN; VOORHIS; SYROP, 2003; QUEIROZ, GOMES, 2001).

Para realização do HEC é necessário realizar a captura da imagem e selecionar a região de interesse (ROI) a ser estudada. O HEC fornece representação gráfica com refletividade e quantidade de pixels presentes nessa área. Cada pixel armazena sinal digital determinado pela intensidade do eco referente ao ponto anatômico tecidual. Alguns equipamentos de ultrassonografia já possuem a função do HEC acoplado as ferramentas, permitindo a elaboração de gráficos para a interpretação numérica de pixels associado a níveis de cinza na imagem (ROSENFELD; TAYLOR; JAFFE, 1980; ARMSTRONG; HANSEN; VOORHIS; SYROP, 2003; QUEIROZ, GOMES, 2001), entretanto, os profissionais que não possuem esses

equipamentos sofisticados, podem recorrer ao uso do programa de computação Image J, no qual, possui a ferramenta do HEC disponível (DANTAS *et al.*, 2016).

O HEC é realizado pela mensuração do nmost, que se refere ao número de pixels que mais se repete na imagem visualizada, do nall, que representa os pontos luminosos totais (pixels) de uma região selecionada da imagem, o SD, que refere ao desvio padrão e trata-se da amplitude do eco, e o lmean, que apresenta o valor médio do número de tons de cinza que formam o local avaliado na imagem (DANTAS *et al.*, 2016).

A ecotextura é avaliada, por meio, da relação nmost/nall, sendo que a ecotextura será homogênea quando a relação (nmost/nall) for maior que o valor do desvio padrão dos tecidos, e heterogênea quando essa relação for menor (SANTOS *et al.*, 2009; SVICERO, 2014; ALBINO *et al.*, 2015).

Estruturas que tem alto poder de refletir as ondas sonoras (tecido adiposo) são denominadas de hiperecóticas e, portanto, apresentam maiores valores de pixels. As imagens com baixa capacidade de reflexão são denominadas como hipoecóticas e tem valores baixos de pixels (VESCOVI *et al.*, 2009; MAEDA, UTSU, KIHAIL, 1998; ALBINO *et al.*, 2015).

A tonalidade de cinza nas imagens ultrassonográfica é extremamente importante na medicina humana como na veterinária, e vem sendo explorado em vários estudos para a padronização da tonalidade em tons de cinza (DANTAS *et al.*, 2014; DANTAS *et al.*, 2016).

2.8 Rebanho equídeo

O Brasil possui o quarto maior rebanho de equinos do mundo, cerca de 5,3 milhões de cabeças. Os equinos possuem capacidade de desempenhar diversas funções, por exemplo, transporte, lazer, esporte e terapia. Esses animais tem sido de grande importância no manejo de gado, e devido à variedade de desempenhos, os estudos com esses animais aumentaram (VIEIRA, 2015; VIANA *et al.*, 2016).

A equideocultura atualmente representa um setor da economia que envolve milhões de reais por ano, havendo no mercado animais com genéticas superiores e de alto custo financeiro. Existem testes que permitem otimizar os

programas de melhoramento genético e maximizar a probabilidade de produção de animais superiores (FONSECA, 2014).

Os equinos destinados as práticas de esportes, possuem necessidade de serem identificados, principalmente quanto à sua descendência. Esse procedimento é realizado para garantir a ascendência dos animais, mas também o *pedigree* confiável, para assim o criador identificar a origem de problemas genéticos em seu rebanho e reduzi-los ao máximo (FONSECA, 2014).

Os equinos são animais domesticados e vivem em grupos, normalmente esses animais fogem de predadores, mas podem dotar de comportamento de luta. A vida em grupo é uma estratégia de sobrevivência, no qual, permite reduzir o risco de ser capturado por predadores. Contudo, existe o risco de doenças infecciosas, estouro de manada e competição por recursos limitados, podendo prejudicar a convivência em grupo (VIEIRA, 2015).

Os equinos possuem diversos repertórios de comportamento para comunicação, entre elas, está a orelha do animal, na qual, dependendo do seu ângulo, indica curiosidade, atenção, estresse e relaxamento. Os equinos possuem ampla e boa visão noturna, e também preferem realizar a autolimpeza com auxílio de troncos, galhos e se espojando no chão (VIEIRA, 2015).

Os muares não são considerados equinos, pois são híbridos resultantes do cruzamento entre equídeos e asininos. Acredita-se que esse cruzamento era realizado desde a antiguidade, no intuito de obter uma raça com características desejáveis ao serviço de tração, lazer ou esporte, pois esses animais possuem maior longevidade, boa adaptabilidade ao trabalho rural, não exigindo tantos cuidados com a alimentação, diferente dos equinos (SALLES *et al.*, 2013).

Os muares são animais bastante amigáveis e calmos, possuindo como característica comum a inteligência. Esses animais são pequenos e robustos, e possuem diferença de comportamento com os equinos, sendo muitas vezes preferido por adultos e crianças (CHIRGWIN; ROOVER; DIJKMAN, 2000).

Um manejo inadequado de equinos e muares resultam em lesões corporais e doenças, patologias comportamentais e supressão do comportamento normal, imunossupressão e alteração do desenvolvimento

anatômico. Um manejo adequado com esses animais, visão a melhoria do bem-estar e das condições nutricionais, juntamente com o manejo sanitário e reprodutivo (GRADELA *et al.*, 2017).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Comissão de ética no uso de animais

Essa pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética no uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu (FMVZ/UNESP) (Protocolo nº 0100/2017).

3.2 Local do estudo

Essa pesquisa foi desenvolvida na fazenda Edgárdia – UNESP Campus Botucatu (Figura 19), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ).

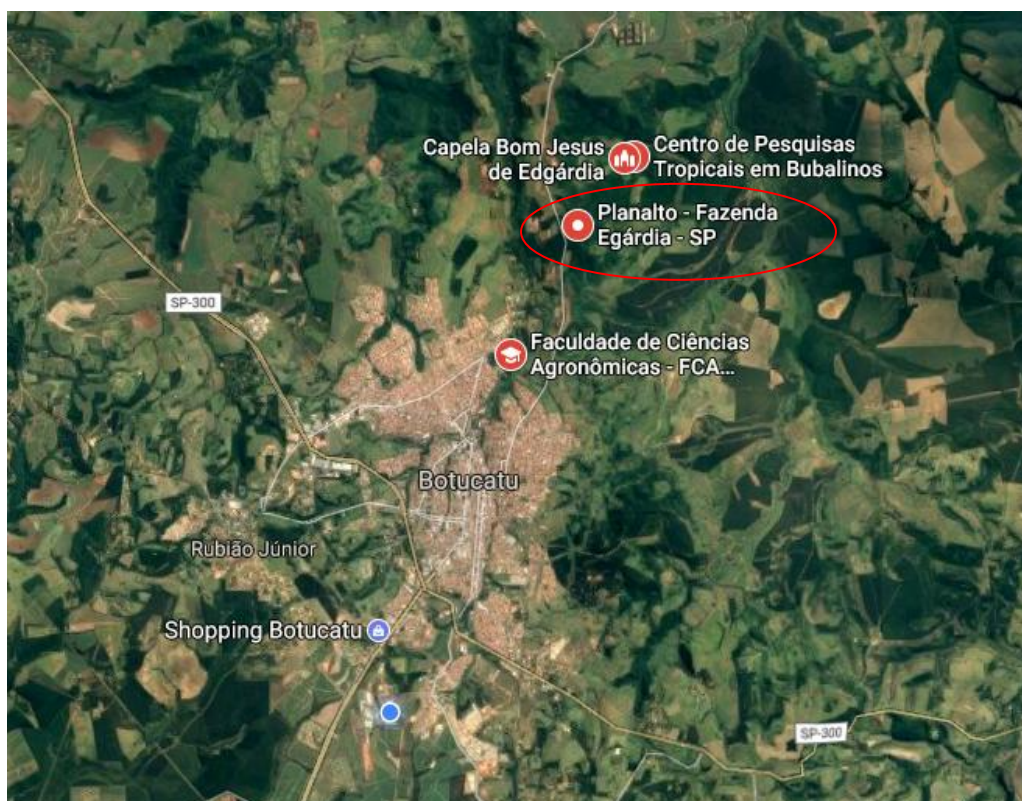


Figura 19 - Fazenda Edgárdia - UNESP Botucatu. Fonte: <https://www.google.com.br/maps/>

3.3 Animais

No presente estudo foram utilizados 11 fêmeas equina saudáveis, com massa corpórea de 348 a 486 quilogramas (Kg) e idade de 5 a 25 anos. Utilizou-se também 11 muares saudáveis (seis machos e cinco fêmeas), com massa corpórea de 350 a 462 Kg e idade de 4 a 12 anos.

Para a obtenção da massa corpórea dos animais foi utilizado uma trena métrica (marca: Vetnil) (Figura 20), posicionada atrás da cernelha e ajustada pela circunferência torácica.



Figura 20 - O perímetro torácico de um mular fêmea e equina fêmea, são adquiridos posicionando a fita pela cernelha e ajustada pela circunferência torácica. Fonte: FOGAÇA, 2018.

3.4 Medições das circunferências dos pescoços

Foram adquiridas com a mesma trena métrica as medições das circunferências (centímetros) da base do pescoço, porção médio e cranial, além do comprimento dos pescoços para a avaliação da correlação com o diâmetro e EIM das artérias carótidas comuns direita e esquerda das fêmeas equina e dos muares (Figura 21).



Figura 21 - Fêmea equina: circunferência cranial (A), médio (B), base do pescoço (C) e comprimento (D). Muar: circunferência cranial (E), médio (F), base do pescoço (G) e comprimento (H). Fonte: FOGAÇA, 2018.

3.5 Preparação para os exames ultrassonográficos modo-B e Doppler espectral

Para realização das imagens ultrassonográficas modo-B e Doppler espectral, os animais não foram submetidos a jejum de hídrico e sólido, e nem a procedimentos sedativos para evitar alterações hemodinâmicas.

Os animais foram contidos em troncos na sala de palpação para aquisição das imagens ultrassonográficas (Figura 22). Durante os procedimentos, os animais foram contidos manualmente, por uma equipe de profissionais capacitados para o manejo dos mesmos.



Figura 22 - Animais em troncos individuais para realização das imagens ultrassonográficas. Fonte: FOGAÇA, 2018.

3.6 Realização das imagens ultrassonográficas modo-B e Doppler

Os exames ultrassonográficos foram realizados utilizando-se equipamento da modelo MyLab®30 da marca Esaote, Itália (Figura 23 A). Para a análise do fluxo sanguíneo, foi utilizado um *pre-set* cardíaco para a avaliação das artérias carótidas comuns. O *pre-set* permite avaliar estruturas de elevado fluxo sem alteração do ângulo de insonação. Utilizou-se um transdutor linear (3,0 a 11,0 MHz) (Figura 23 B) para obtenção das imagens do modo-B e um convexo (1,0 a 8,0 MHz) (Figura 23 C) para imagens do Doppler colorido e espectral. As imagens modo-B e Doppler espectral, foram realizados nas fêmeas equina e muares em três regiões diferentes denominadas de: cranial, médio e caudal (Figura 24).



Figura 23 - Equipamento ultrassom (A), transdutor linear (B) e convexo (C).
Fonte: FOGAÇA, 2018.



Figura 24 - Fêmea equina: cranial (A), médio (B) e caudal (C). Muar: cranial (D), médio (E) e caudal (F). As imagens foram obtidas no plano longitudinal e transversal, tanto nas fêmeas equina quanto nos muar. Fonte: FOGAÇA, 2018.

Os pontos anatômicos dessas regiões foram classificadas como ponto de mensuração cranial, médio e caudal. O ponto cranial foi identificado como uma linha tangenciando os côndilos do osso occipital dorsalmente e o ângulo da mandíbula ventralmente. O ponto médio foi considerado uma linha dorso-ventral que tangência caudalmente a fôvea articular da quarta vértebra cervical.

O ponto caudal estabeleceu uma linha dorso-ventral caudalmente que tangência a sétima vértebra cervical.

3.7 Processamento das imagens de ultrassonografia modo-B e Doppler espectral

As imagens do modo-B, tanto no plano longitudinal (Figura 25 A) quanto no transversal (Figura 25 B), foram utilizadas para as medições das EIM (milímetros) e dos diâmetros (milímetros) das artérias carótidas comuns direita e esquerda das fêmeas equina e dos muare.

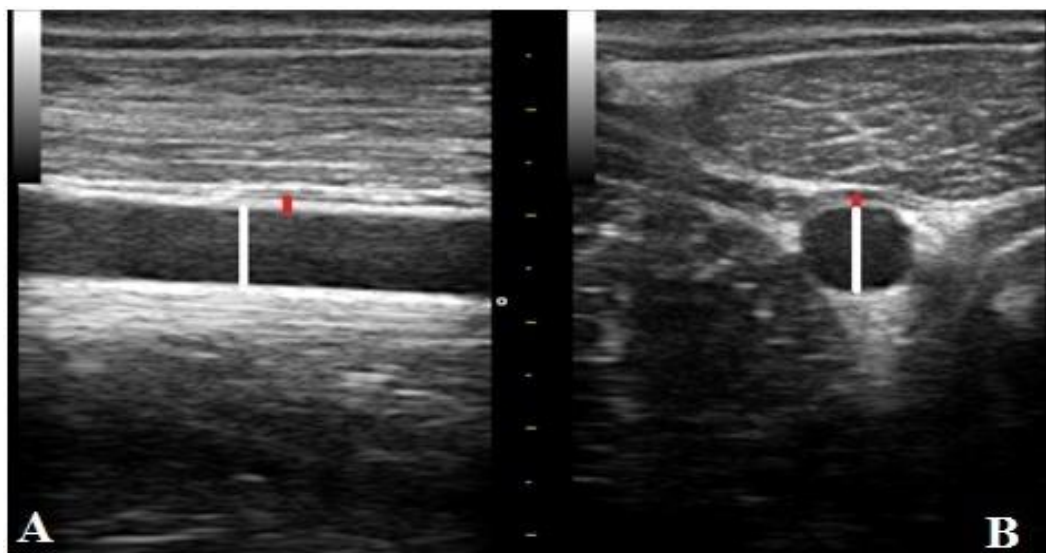


Figura 25 - Imagem de ultrassonografia modo-B em plano longitudinal (A) e transversal (B). Nota-se a flecha vermelha indicando à espessura da túnica interna e média, já, a branca é referente ao diâmetro do lúmen do vaso. Fonte: FOGAÇA, 2018.

Foi selecionado a opção do IP para as imagens de ultrassonografia Doppler espectral, para obtenção das variáveis do fluxo sanguíneo, tais como: IP, IR, VS, VD, VM e FVI (Figura 26).

A unidade de medida das variáveis VS, VD e VM foi em metros por segundo (m/s), já o FVI em metros (m).

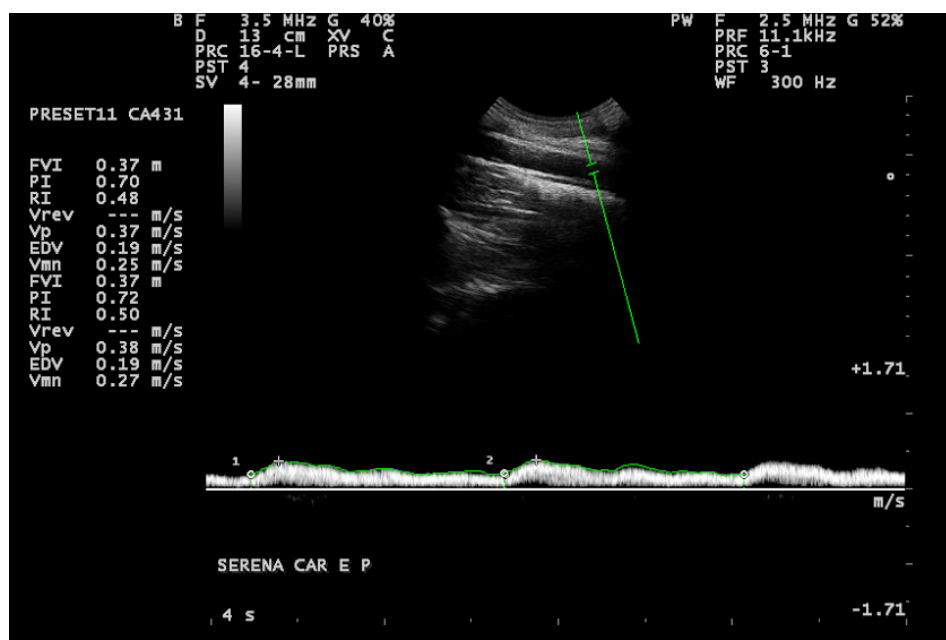


Figura 26 - Imagem do Doppler espectral de uma artéria carótida comum de híbrido luar. Nota-se o contorno do espectro para determinar os valores do IP, IR, VS, VD, VM e FVI do fluxo sanguíneo. Fonte: FOGAÇA, 2018.

Todos os valores do IP, IR, VS, VD, VM, FVI, EIM e os diâmetros das artérias carótidas comuns direita e esquerda, foram analisados e em seguida, inseridos em uma tabela elaborada no Microsoft Excel 2013 para a análise estatística.

Foi utilizado o software The Sas System 9.0 para o cálculo da média, mediana e desvio padrão em cada grupo. Posteriormente foi aplicado o teste de Mann-Whitney, Sperman e Wilcoxon.

3.8 Procedimentos do histograma

Devido à diferença no tamanho e massa corpórea dos animais, as técnicas das imagens (ganho de brilho e profundidade) foram diferentes, visando maximizar a qualidade das imagens em cada caso. Posteriormente aos exames, as imagens de ultrassonografia de todos os animais foram avaliadas por meio de um software específico (ImageJ® - National Institutes of Health), no qual, utilizou-se a ferramenta de HEC em todas as imagens, em plano longitudinal das artérias carótidas comuns direita e esquerda.

Para as medições do HEC, foram delimitadas no centro da imagem uma área de 2 cm x 2 milímetros (mm) na parede superior das artérias carótidas

comuns nas três regiões (caudal, médio e cranial). Optou-se por realizar a mensuração na parede superior do vaso para evitar possível artefato de reforço posterior. Considerou-se um intervalo de 770 a 1000 pixels para a coleta da amostra dentro da área delimitada. Foram obtidos os valores de Count, Mean, Max, Min, StdDev, Mode e Mode (Count) (Figura 27) das imagens e posteriormente foram inseridos em uma tabela elaborada no Microsoft Excel 2013 para a análise estatística. A ecotextura foi medida por meio da razão $\text{Mode (Count)} / \text{Count}$, em seguida multiplicado por 100, para transformar os valores em porcentagem (%). O resultado sendo próximo de 100% é mais homogêneo, já próximo de 0%, mais heterogêneo.

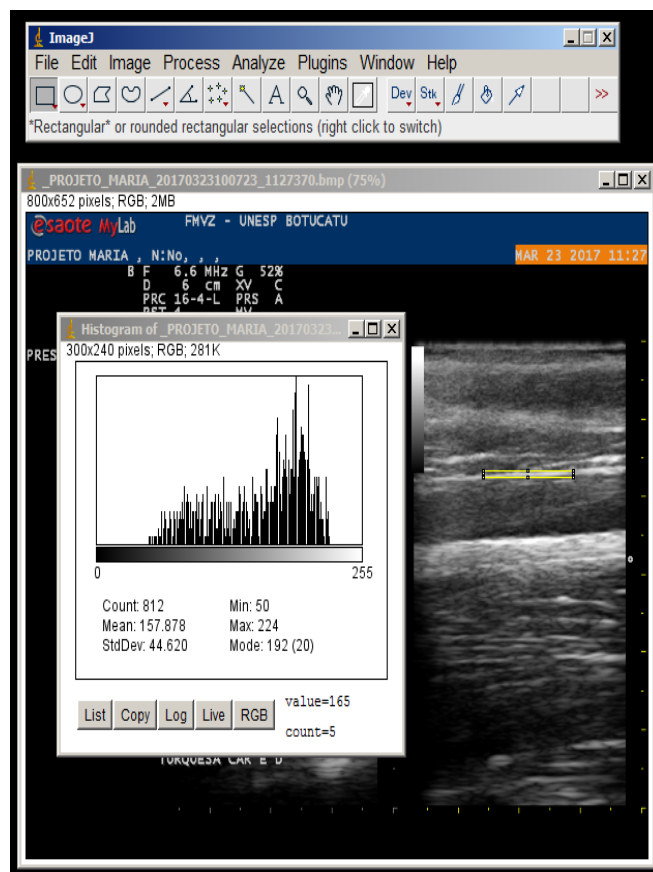


Figura 27 - Ultrassonografia da artéria carótida esquerda na porção cranial de um equino. Nota-se o total de pixels selecionados (Count), ao qual nesse estudo variou de 770 a 1000 em cada imagem; a média de tons de cinza (Mean) dos pixels selecionados e o desvio padrão (StdDev), onde zero (0) representa um pixel de tonalidade totalmente preta (hipoecóico/hipoecogênico), e 255, um pixel de tonalidade totalmente branca (hiperecóico/hiperecogênico); o valor mais hiperecogênico (Max) e o valor mais hiporecogênico (Min) que apareceram na amostra, a moda (Mode), que representa a tonalidade de cinza mais frequente da amostra e em parêntese, a quantidade de pixel equivalente ao valor de cinza da moda Mode (Count). Fonte: FOGAÇA, 2018.

3.9 Análise estatística

A análise estatística foi realizada com o software The Sas System 9.0 e os procedimentos foram rigorosamente seguidos conforme: Lehman (1975) Moore (2005) e Melone (2009).

Na análise dos dados foram aplicadas, além da análise exploratória dos dados como média, mediana, desvio padrão, os testes de Mann-Whitney, Spearman e Wilcoxon.

Todos os testes de hipóteses desenvolvidos nesse trabalho consideraram uma significância de 5%, ou seja, a hipótese nula foi rejeitada quando p-valor foi menor ou igual a 0,05.

3.9.1 Mann-Whitney

O teste de Mann-Whitney é um teste não-paramétrico alternativo ao teste t-Student para comparar as médias de duas amostras independentes. A única suposição necessária para a aplicação desse teste é que as duas amostras sejam independentes e aleatórias, e que as variáveis em análise sejam numéricas, contínuas ou ordinais.

A estatística teste é calculada combinando as observações das duas amostras em uma única variável de tamanho N_1+N_2 , sendo identificadas as respectivas amostras. Feito isso, essa variável é ordenada (ordem crescente) e é atribuído ao posto 1 à primeira observação, 2 à segunda, e assim por diante. No caso de empates, é atribuído o posto médio que essas observações teriam se não fossem empates. Em seguida, calcula-se a soma dos postos das observações de cada amostra.

A hipótese a ser testada é:

H_0 : as distribuições das duas amostras são iguais ou rejeitar H_0 e concluir que as duas amostras apresentam distribuições significativamente distintas.

3.9.2 Coeficiente de correlação de Spearman

A medida de correlação mais usual é conhecida como Coeficiente de Correlação de Pearson, mede a relação linear entre duas variáveis. No entanto, quando essa relação não for linear, o Coeficiente de Correlação de Spearman pode ser utilizado.

Assim como no Coeficiente de Correlação de Pearson, o Coeficiente de Correlação de Spearman varia entre -1 e 1, sendo -1 a máxima correlação negativa, 1 a máxima correlação positiva e 0 a correlação nula.

Para realizar testes de hipóteses sobre o coeficiente de correlação de postos, em geral utiliza-se o procedimento assintótico aplicado ao coeficiente de correlação de Pearson, entretanto, tais procedimentos não são adequados quando o número de pares de variáveis é pequeno.

Nesses casos, é possível se obter o nível de significância (p-valor) exato para o coeficiente obtido ou ainda utilizar testes de permutação aleatórios para a obtenção de p-valores aproximada, nos casos em que o número de possíveis permutações é grande. A hipótese a ser testada é:

$H_0: r_s = 0$ (o Coeficiente de Correlação de Spearman é igual a zero)

$H_1: r_s \neq 0$ (o Coeficiente de Correlação de Spearman é diferente de zero)

Rejeitar a hipótese nula (H_0) significa que a correlação encontrada é significativamente diferente de zero ou, em outras palavras, significa que a correlação encontrada é estatisticamente significativa.

3.9.3 Teste de Wilcoxon para dados pareados

O teste T de Wilcoxon substitui o t de Student e é um método não-paramétrico para comparação de duas amostras pareadas. São calculados os valores numéricos da diferença entre cada par, em três condições: diminuição (-), aumento (+) ou igualdade (=). Quando calculadas, essa diferença é ordenada pelo seu valor absoluto (sem considerar o sinal), substituindo-se então os valores originais pelo posto que ocupam na escala ordenada.

O teste da hipótese de igualdade entre os grupos é baseado na soma dos postos e das diferenças negativas e positivas. O teste para dados pareados, ao invés de considerar apenas o sinal das diferenças entre os pares, considera o valor dessas diferenças, sendo assim um teste não Paramétrico.

Quando as suposições paramétricas estão atendidas, a eficiência do teste de Wilcoxon é de cerca de 95% tanto para pequenas como para grande amostras.

As exigências para se realizar o teste de Wilcoxon são as seguintes: os pares (X_i, Y_i) são mutuamente independentes; as diferenças d_i são variáveis contínuas, com distribuição simétrica; nível de mensuração em escala intervalar.

O teste de Wilcoxon é comparar as performances de cada sujeito (ou pares de sujeitos) no sentido de verificar se existem diferenças significativas entre os seus resultados.

Para avaliar se existe diferença entre dois momentos, basta criar uma variável de diferença e verificar se o número de valores positivos difere do número de valores negativos, ou seja, $\mu_0 = 0$, ou $\mu_0 \neq 0$.

4. RESULTADOS

4.1. Testes de Mann Whitney

4.1.1. Diâmetros dos pescoços dos animais

A Tabela 1 ilustra a média, mediana e desvio padrão das variáveis: massa corpórea, idade, base do pescoço, médio, porção próximo da cabeça (cranial) e comprimento dos pescoços das fêmeas equina e muares.

Tabela 1 - Média, mediana e desvio padrão das variáveis descritivas da amostra em fêmeas equina e muares.

amostra em fêmeas equina e muares.										
Espécies		Muares (N = 11)				Fêmeas Equina (N = 11)				
Variáveis	Média	Mediana	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Massa corpórea (Kg)	368	370	72	175	462	413	408	42	348	486
Idade (anos)	8	10	3	3	12	14	17	7	5	25
Base do pescoço (cm)	104	105	5	96	113	104	103	5	96	110
Médio (cm)	87	88	5	75	92	83	82	4	77	90
Cranial (cm)	71	73	7	52	77	71	71	6	63	83
Comprimento pescoço (cm)	39	39	3	36	48	44	43	3	38	50
	N	%				N	%			
Fêmea	5	45				11	100			
Macho	6	55				0	0			

Observa-se na Tabela 1 que essa amostra apresentou um massa corpórea médio de 368 quilogramas (Kg) nos muares e 413 Kg nas fêmeas equina, já, a média em relação à idade, foi de oito para os muares e 14 para as fêmeas equina.

Em relação às medidas dos pescoços, foi possível avaliar que a base do pescoço apresentou média de 104 centímetros (cm) nos muares e nas fêmeas equina, a variável médio apresentou média de 87 cm nos muares e 83 cm nas fêmeas equina, a variável cranial apresentou medida média de 71 cm tanto nos muares quanto nas fêmeas equina, já, o comprimento do pescoço foi de 39 cm nos muares e 44 cm nas fêmeas equina.

Quanto ao gênero, observamos que cinco muares são fêmeas, ou seja, 45% da amostra de luar.

4.1.2 Ultrassonografia modo-B (diâmetro e EIM das artérias carótidas comuns)

Para as variáveis de diâmetro e EIM das artérias carótidas comuns direita e esquerda, não foi observado significância estatística na comparação entre as fêmeas equina e os muares, uma vez que todos os p-valores foram superiores a 0.05 (Tabela 2 e 3).

Tabela 2 - Média, mediana e desvio padrão das variáveis: diâmetro longitudinal e diâmetro transversal, em cada região e lado, seguido do p-valor do teste de Mann-Whitney para comparação das fêmeas equina e os muares.

Main Whisker, para comparação das fêmeas equina e os muareos.									
Lado	Região	Espécie	Diâmetro longitudinal (mm)			Diâmetro transversal (mm)			
			Média	Mediana	Desvio padrão	Média	Mediana	Desvio padrão	
Direito	Cranial	Muare	12,09	11,90	1,04	12,28	12,10	1,31	
		Fêmeas equina	11,37	11,00	1,40	11,30	11,15	1,23	
	Médio	Muare	12,08	11,90	1,08	12,07	11,70	1,30	
		Fêmeas equina	11,29	11,20	1,50	11,10	10,70	1,55	
	Caudal	Muare	12,08	12,60	1,29	12,83	12,80	1,28	
		Fêmeas equina	12,05	12,50	1,28	12,07	12,20	1,42	
Esquerdo	Cranial	Muare	12,32	12,60	1,36	12,18	12,00	1,57	
		Fêmeas equina	11,48	11,10	1,46	11,41	11,35	1,39	
	Médio	Muare	12,37	12,10	1,46	12,04	12,00	1,42	
		Fêmeas equina	11,25	11,10	0,91	11,31	11,10	1,02	
	Caudal	Muare	12,68	13,00	1,40	12,79	12,90	1,32	
		Fêmeas equina	11,40	11,20	1,20	11,91	12,0	1,30	
	p-valor lado direito cranial					0,0995	0,0993		
	p-valor lado direito médio					0,1446	0,1153		
p-valor lado direito caudal					0,2630	0,2626			
p-valor lado esquerdo cranial					0,1452	0,3357			
p-valor lado esquerdo médio					0,0901	0,2760			
p-valor lado esquerdo caudal					0,1457	0,2766			

Tabela 3 - Média, mediana e desvio padrão das variáveis: parede longitudinal e parede transversal em cada região e lado, seguido do p-valor do teste de Mann-Whitney para comparação das fêmeas equina e os muares.

Lado	Região	Espécie	Parede longitudinal (mm)			Parede transversal (mm)			
			Média	Mediana	Desvio padrão	Média	Mediana	Desvio padrão	
Direito	Cranial	Muares	1,68	1,70	0,37	1,42	1,40	0,20	
		Fêmeas equina	1,53	1,55	0,30	1,44	1,40	0,30	
	Médio	Muares	1,55	1,50	0,31	1,41	1,40	0,28	
		Fêmeas equina	1,46	1,50	0,28	1,37	1,40	0,24	
	Caudal	Muares	1,65	1,50	0,30	1,28	1,30	0,42	
		Fêmeas equina	1,44	1,40	0,17	1,25	1,20	0,21	
Esquerdo	Cranial	Muares	1,52	1,50	0,36	1,53	1,50	0,28	
		Fêmeas equina	1,52	1,55	0,29	1,37	1,30	0,23	
	Médio	Muares	1,68	1,70	0,34	1,35	1,40	0,29	
		Fêmeas equina	1,57	1,50	0,27	1,43	1,40	0,27	
	Caudal	Muares	1,68	1,70	0,31	1,47	1,30	0,23	
		Fêmeas equina	1,40	1,40	0,21	1,40	1,40	0,18	
	p-valor lado direito cranial					0,4181	0,9718		
	p-valor lado direito médio					0,7682	0,6916		
p-valor lado direito caudal					0,0530	0,5345			
p-valor lado esquerdo cranial					0,9440	0,0887			
p-valor lado esquerdo médio					0,2448	0,6011			
p-valor lado esquerdo caudal					0,5128	0,4492			

Foi observada associação entre os gêneros somente muar (Tabela 4) com diâmetro longitudinal (p-valor 0,0294) e diâmetro transversal (p-valor 0,0192), sendo que as fêmeas apresentaram menores valores nas variáveis.

Tabela 4 - Média, mediana e desvio padrão das variáveis de interesse quanto ao gênero dos muare seguido do p-valor do teste de Mann-Whitney.

Variáveis	Sexo						
	Fêmea			Macho			p-valor
	Média	Mediana	Desvio padrão	Média	Mediana	Desvio padrão	
Diâmetro longitudinal (mm)	11,91	11,60	1,15	12,64	12,60	1,28	0,0294*
Diâmetro transversal (mm)	11,83	11,70	1,33	12,68	12,80	1,35	0,0192*
Parede longitudinal (mm)	1,64	1,70	0,33	1,64	1,65	0,34	0,9010
Parede transversal (mm)	1,38	1,40	0,25	1,43	1,40	0,33	0,4859

* p-valor (<0,05).

4.1.3 Variáveis do Doppler espectral

A Tabela 5 ilustra média, mediana e desvio padrão das variáveis do Doppler em cada lado e região, seguida do p-valor do teste de Mann-Whitney para comparação das fêmeas equina e muares.

Tabela 5 - Média, mediana e desvio padrão das variáveis IR, IP, VS, VD, VM e FVI em cada lado e região, seguido do p-valor do teste de Mann-Whitney para comparação das fêmeas equina e muares.

Lado	Região	Espécie	IR			IP		
			Média	Mediana	Desvio padrão	Média	Mediana	Desvio padrão
Direito	Cranial	Muares	0,63	0,63	0,05	1,09	1,10	0,16
		Fêmeas equina	0,68	0,68	0,05	1,28	1,30	0,22
	Médio	Muares	0,63	0,63	0,09	1,15	1,10	0,35
		Fêmeas equina	0,69	0,69	0,10	1,38	1,33	0,44
	Caudal	Muares	0,62	0,65	0,07	1,12	1,11	0,23
		Fêmeas equina	0,72	0,73	0,05	1,49	1,51	0,21
Esquerdo	Cranial	Muares	0,62	0,63	0,06	1,08	1,03	0,21
		Fêmeas equina	0,65	0,67	0,10	1,21	1,23	0,28
	Médio	Muares	0,65	0,64	0,05	1,17	1,13	0,17
		Fêmeas equina	0,68	0,7	0,11	1,33	1,36	0,41
	Caudal	Muares	0,66	0,66	0,06	1,27	1,25	0,26
		Fêmeas equina	0,73	0,75	0,07	1,60	1,67	0,32
p-valor lado direito cranial					0,0780		0,0980	
p-valor lado direito médio					0,1396		0,1661	
p-valor lado direito caudal					0,0016*		0,0031*	
p-valor lado esquerdo cranial					0,2178		0,1697	
p-valor lado esquerdo médio					0,1778		0,3933	
p-valor lado esquerdo caudal					0,0150*		0,0164*	

Lado	Região	Espécie	VS (m/s)			VD (m/s)		
			Média	Mediana	Desvio padrão	Média	Mediana	Desvio padrão
Direito	Cranial	Muares	0,37	0,36	0,09	0,16	0,15	0,07
		Fêmeas equina	0,45	0,45	0,10	0,15	0,14	0,05
	Médio	Muares	0,42	0,42	0,07	0,15	0,18	0,05
		Fêmeas equina	0,46	0,46	0,13	0,13	0,13	0,03
	Caudal	Muares	0,37	0,36	0,07	0,14	0,12	0,04
		Fêmeas equina	0,47	0,47	0,07	0,13	0,13	0,02
Esquerdo	Cranial	Muares	0,37	0,35	0,1	0,14	0,13	0,04
		Fêmeas equina	0,46	0,42	0,16	0,15	0,14	0,05

	Médio	Muares	0,43	0,41	0,11	0,14	0,14	0,03
		Fêmeas equina	0,47	0,45	0,07	0,15	0,13	0,05
	Caudal	Muares	0,42	0,42	0,06	0,14	0,15	0,03
		Fêmeas equina	0,54	0,60	0,15	0,14	0,13	0,04
p-valor lado direito cranial					0,0620			0,8602
p-valor lado direito médio					0,5588			0,2532
p-valor lado direito caudal					0,0126*			0,9215
p-valor lado esquerdo cranial					0,2177			0,4810
p-valor lado esquerdo médio					0,3579			0,9738
p-valor lado esquerdo caudal					0,0392*			0,8535

Lado	Região	Espécie	VM (m/s)			FVI (m)		
			Média	Mediana	Desvio padrão	Média	Mediana	Desvio padrão
Direito	Cranial	Muares	0,22	0,21	0,06	0,34	0,34	0,09
		Fêmeas equina	0,24	0,24	0,05	0,38	0,39	0,08
	Médio	Muares	0,24	0,26	0,06	0,37	0,36	0,08
		Fêmeas equina	0,23	0,22	0,05	0,36	0,36	0,07
	Caudal	Muares	0,21	0,20	0,05	0,32	0,31	0,08
		Fêmeas equina	0,23	0,24	0,03	0,37	0,39	0,07
Esquerdo	Cranial	Muares	0,21	0,20	0,06	0,33	0,32	0,10
		Fêmeas equina	0,25	0,23	0,09	0,41	0,37	0,13
	Médio	Muares	0,24	0,23	0,06	0,39	0,36	0,11
		Fêmeas equina	0,24	0,22	0,05	0,40	0,38	0,07
	Caudal	Muares	0,22	0,23	0,04	0,35	0,36	0,06
		Fêmeas equina	0,25	0,26	0,06	0,40	0,43	0,10
p-valor lado direito cranial					0,1806			0,1299
p-valor lado direito médio					0,8052			1,0000
p-valor lado direito caudal					0,2642			0,2122
p-valor lado esquerdo cranial					0,4812			0,2597
p-valor lado esquerdo médio					0,8438			0,7427
p-valor lado esquerdo caudal					0,2676			0,1481

* p-valor (<0,05).

Uma diferença significativa entre fêmeas equina e muare (Tabela 5) foi observada nas variáveis IR, IP e VS tanto no lado direito (IR: $p=0,0016$, IP: $p=0,0031$ e VS: $p=0,0126$) quanto esquerdo caudal (IR: $p=0,0150$, IP: $p=0,0164$ e VS: $0,0392$), sendo que os valores nas fêmeas equina foram maiores em todas estas variáveis.

Já para as variáveis VD, VM e FVI não foi observado nenhuma diferença significativa, uma vez que todos os p-valores foram superiores a 0.05. A Tabela 6 ilustra a diferença entre as variáveis do Doppler referente aos gêneros de muar.

Tabela 6 - Teste de Mann - Whitney referente ao gênero de muares.

Tabela 6: Resultados da análise estatística de comparação de gênero do macho.							
:	Muares			Sexo			
	Fêmea			Macho			
	Média	Mediana	Desvio padrão	Média	Mediana	Desvio padrão	p-valor
IR	0,64	0,65	0,06	0,63	0,63	0,07	0,3150
IP	1,13	1,12	0,19	1,16	1,11	0,27	0,7967
VS (m/s)	0,43	0,41	0,09	0,37	0,37	0,07	0,0201*
VD (m/s)	0,15	0,16	0,04	0,14	0,13	0,05	0,1932
VM (m/s)	0,25	0,24	0,06	0,20	0,19	0,04	0,0029*
FVI (m)	0,39	0,36	0,09	0,31*	0,31	0,06	0,0008*

* p-valor (<0,05).

Foi observada diferença entre os gêneros (Tabela 6) nas variáveis: VS (p-valor 0,0201), VM (p-valor 0,0029) e FVI (p-valor 0,0008), sendo que as fêmeas muar apresentaram maiores valores.

4.1.4 Histograma em Escala de Cinza (HEC)

A Tabela 7 ilustra média, mediana e desvio padrão das variáveis do HEC das paredes das artérias carótidas comuns direita e esquerda em cada lado e região, seguida do p-valor do teste de Mann-Whitney para comparação das fêmeas equina e muares.

Tabela 7 - Média, mediana e desvio padrão das variáveis de interesse quanto ao HEC, seguido pelo o p-valor do teste de Mann-Whitney para comparação de fêmeas equina e muares.

Fêmeas equina e Muareis:									
Lado	Região	Animais	Count			Mean			
			Média	Mediana	Desvio padrão	Média	Mediana	Desvio padrão	
Direito	Cranial	Muares	875	882	67	184	192	31	
		Fêmeas equina	852	866	59	146	153	63	
	Médio	Muares	863	837	63	201	208	24	
		Fêmeas equina	880	877	61	142	147	64	
	Caudal	Muares	850	848	56	173	175	24	
		Fêmeas equina	916	954	71	156	153	34	
Esquerdo	Cranial	Muares	930	944	59	173	192	53	
		Fêmeas equina	875	880	54	153	150	55	
	Médio	Muares	888	909	64	191	190	39	
		Fêmeas equina	892	924	56	145	143	50	
	Caudal	Muares	891	892	53	184	193	28	
		Fêmeas equina	929	955	64	148	144	25	
	p-valor lado direito cranial					0,5110	0,2880		
	p-valor lado direito médio					0,5850	0,0270*		

p-valor lado direito caudal	0,0391*	0,1156
p-valor lado esquerdo cranial	0,0625	0,3892
p-valor lado esquerdo médio	0,6049	0,0366*
p-valor lado esquerdo caudal	0,1704	0,0090*

Lado	Região	Animais	StdDev			Min			
			Média	Mediana	Desvio padrão	Média	Mediana	Desvio padrão	
Direito	Cranial	Muares	42	46	14	68	82	47	
		Fêmeas equina	39	34	16	39	22	47	
	Médio	Muares	35	35	13	93	82	35	
		Fêmeas equina	45	50	11	40	31	41	
	Caudal	Muares	28	25	13	93	90	29	
		Fêmeas equina	26	26	10	76	80	34	
Esquerdo	Cranial	Muares	39	41	10	63	57	42	
		Fêmeas equina	36	40	11	60	44	63	
	Médio	Muares	40	41	13	70	62	43	
		Fêmeas equina	41	28	36	62	59	49	
	Caudal	Muares	31	33	11	96	88	39	
		Fêmeas equina	28	27	9	69	65	25	
	p-valor lado direito cranial					0,5112	0,1367		
	p-valor lado direito médio					0,1046	0,0219*		
p-valor lado direito caudal					0,8457	0,1298			
p-valor lado esquerdo cranial					0,6273	0,7545			
p-valor lado esquerdo médio					0,3358	0,5394			
p-valor lado esquerdo caudal					0,3817	0,0543			

Lado	Região	Animais	Max			Mode		
			Média	Mediana	Desvio padrão	Média	Mediana	Desvio padrão
Direito	Cranial	Muares	248	255	15	219	225	43
		Fêmeas equina	212	239	54	163	183	99
	Médio	Muares	244	255	30	226	255	36
		Fêmeas equina	233	235	24	167	146	80
	Caudal	Muares	226	224	23	190	185	43
		Fêmeas equina	214	215	33	162	160	43
Esquerdo	Cranial	Muares	239	255	27	195	203	76
		Fêmeas equina	224	230	32	157	160	89
	Médio	Muares	252	255	7	216	222	53
		Fêmeas equina	215	219	36	150	151	62
	Caudal	Muares	242	252	22	200	206	31
		Fêmeas equina	208	204	25	158	142	46
	p-valor lado direito cranial				0,1738	0,3167		
	p-valor lado direito médio				0,1976	0,0807		
p-valor lado direito caudal				0,3999	0,0959			

p-valor lado esquerdo cranial	0,2140	0,3951
p-valor lado esquerdo médio	0,0093*	0,0310*
p-valor lado esquerdo caudal	0,0140*	0,0350*

Lado	Região	Espécie	Mode (Count)			Mode (Count)/Count (%)		
			Média	Mediana	Desvio padrão	Média	Mediana	Desvio padrão
Direito	Cranial	Muares	74	49	85	8	6	9
		Fêmeas equina	70	34	80	8	4	10
	Médio	Muares	43	26	32	5	3	4
		Fêmeas equina	42	23	43	5	2	5
	Caudal	Muares	50	25	64	6	3	7
		Fêmeas equina	29	29	12	3	3	1
Esquerdo	Cranial	Muares	72	32	82	7	3	8
		Fêmeas equina	59	19	102	7	2	11
	Médio	Muares	55	20	50	6	3	5
		Fêmeas equina	25	23	5	3	3	1
	Caudal	Muares	25	22	10	3	2	1
		Fêmeas equina	27	26	5	3	3	1
	p-valor lado direito cranial					0,9169	0,8620	
	p-valor lado direito médio					0,4314	0,2670	
p-valor lado direito caudal					0,4775	0,4029		
p-valor lado esquerdo cranial					0,1277	0,1849		
p-valor lado esquerdo médio					1,0000	0,8968		
p-valor lado esquerdo caudal					0,1160	0,3817		

* p-valor (<0,05).

Estatisticamente foi observada uma diferença significativa entre fêmeas equina e muare quanto à variável Count ($p=0,0391$) no lado direito região caudal, sendo que as fêmeas equina apresentaram maiores pontuações que os muare. Isso significa que a quantidade de pixels adquiridos nesta região foi superior ao das amostras das outras regiões.

Foi observada uma diferença significativa entre a variável Mean no lado direito médio ($p=0,0270$), lado esquerdo médio ($p=0,0366$) e lado esquerdo caudal ($p=0,0090$), sendo que a pontuação dos muare foram superiores a das fêmeas equina. Isso significa que as fêmeas equina obtiveram a média de tons de cinza diferente dos muare nas regiões citadas, ou seja, mais hipoecogênica.

Foi observada também diferença significativa na variável Min no lado direito médio ($p=0,0219$), sendo que os muare apresentaram maiores

pontuações, ou seja, as fêmeas equina apresentaram pixels mais hipoecogênica do que os muares nesta região.

Foi analisado também diferença quanto Max e Mode no lado esquerdo médio ($p=0,093$ para Max e $p=0,00310$ para Mode) e caudal ($p=0,0140$ para Max e $p=0,0350$ para Mode), sendo que os muares apresentaram maiores pontuações que as fêmeas equina, isso significa que nestas regiões os muares apresentam maior ecogenicidade que as fêmeas equina.

Resumidamente conforme as médias da variável Mean os muares apresentaram maior ecogenicidade em todas as regiões e lados avaliados. Com relação à ecotextura, obtida por meio da razão Mode (Count)/Count (%), foi quantificada como heterogênea, pois as porcentagens obtidas foram baixas (3 – 8 %) nas fêmeas equina e muares. Quanto às porções e lados de cada animal, não houve diferença significativa na ecotextura das paredes dos vasos. A Tabela 8 representa a análise do HEC das paredes das artérias carótidas comuns direita e esquerda e nas três regiões de interesse, devido à diferença de gênero dos muares.

Tabela 8 - Média, mediana e desvio padrão das variáveis do histograma (Count, Mean, StdDev, Min, Max, Mode, Mode (Count) E Mode (Count)/Count (%)) em cada categoria de sexo seguido pelo p-valor do teste de Mann-Whitney.

Muare		Sexo						
		Fêmeas			Machos			
Variáveis	Média	Mediana	Desvio padrão	Média	Mediana	Desvio padrão	p-valor	
Count	864,29	848,5	69,47	898,72	902,5	54,51	0,0447*	
Mean	189,12	191,9	26,26	174,85	188,65	37,2	0,1651	
StdDev	36,24	36,45	11,72	36,99	35,65	13,41	0,8979	
Min	80,71	78,5	34,41	71,36	75,5	38,46	0,4875	
Max	240,58	253,5	25,08	240,28	255	22,85	0,8074	
Mode	217,71	215,5	35,97	193,75	192	54,98	0,0895	
Mode (Count)	56,17	25,5	70,39	46,42	22	55,19	0,4500	
Mode (Count)/ Count (%)	6,24	2,91	7,21	5,05	2,49	5,7	0,1744	

Sexo		Fêmeas			Machos				
Lado	Região	Variáveis	Média	Mediana	Desvio padrão	Média	Mediana	Desvio padrão	p-valor
	Cranial	Count	878,25	875,5	87,47	889,5	883,5	45,82	0,8307
		Mean	191,15	196,2	28,31	170,77	173,15	24,89	0,3374
		StdDev	46,23	47,45	5,58	43,32	44,05	15,17	0,7491
		Min	65,75	63,5	29,59	53	56	42,55	0,6689
		Max	255	255	0	241,83	250	19,6	0,1491
		Mode	247,5	255	15	194,17	198,5	43,75	0,0477*

Direito	Médio	Mode (Count)	124,75	70,5	123,4	31,67	21,5	24,35	0,0700
		Mode (Count)/Count (%)	13,54	8,15	12,25	3,56	2,33	2,75	0,0700
		Count	815,25	812	15,9	890,33	891,5	70,07	0,1098
		Mean	207,98	210,9	24,87	192,1	190,25	22,41	0,4555
		StdDev	31,03	28,55	16,02	39,1	37,85	12,08	0,3374
		Min	105	83,5	47,48	80,67	81,5	26,24	0,6689
		Max	228,75	252,5	49,2	251,67	255	8,16	0,1495
		Mode	226,25	235,5	36,47	221,5	234,5	40,35	0,9095
		Mode (Count)	45,75	25	45,85	37,5	25	24,84	0,7476
		Mode (Count)/Count (%)	5,66	3,03	5,76	4,31	2,97	3,13	0,7491
	Caudal	Count	823,75	810	56,78	878	869,5	45,14	0,1098
		Mean	160*	165,65	19,57	177,23*	183,15	25,27	0,2410
		StdDev	26,73	26,65	2,4	26,97	20,1	18,16	0,3374
		Min	82,25	86	19,16	98,33	105,5	35,06	0,5940
		Max	214,5	215,5	18,91	228	225	24,31	0,3909
		Mode	171,75	182	31,4	191,17	189	44,74	0,7491
		Mode (Count)	22	21,5	2,16	64,83	33,5	84,66	0,0871
		Mode (Count)/Count (%)	2,67	2,65	0,08	7,11	3,89	8,83	0,1098
Esquerdo	Cranial	Count	917,75	906	67,68	932,83	928	61,36	0,9151
		Mean	197,5	196,55	12,58	152,32	163,05	65,23	0,2410
		StdDev	41,5	42,25	4,82	36,5	33,8	12,51	0,4555
		Min	63,5	65	11,9	59	42,5	57,43	0,2395
		Max	252,5	255	5	226,5	238,5	32,27	0,1393
		Mode	227	229	32,5	164,33	180,5	90,7	0,2263
		Mode (Count)	79,25	39	95,7	72	26	88,45	0,9141
		Mode (Count)/Count (%)	8,25	4,4	9,42	7,48	2,67	8,85	0,9151
	Médio	Count	890	921	72,72	893,5	905,5	67,86	0,7491
		Mean	198,53	201,1	28,53	179,02	188,9	44,8	0,5940
		StdDev	39,48	39,15	17,14	42,28	44	8,99	0,7491
		Min	78,75	78,5	52,26	52,17	50	26,23	0,4555
		Max	254,5	255	1	250,67	255	9,22	0,6940
		Mode	232,75	235	25,95	198,67	208,5	65,4	0,4414
		Mode (Count)	41,75	32,5	32,9	51	19	52,81	1,0000
		Mode (Count)/Count (%)	4,6	3,75	3,43	5,47	2,22	5,39	1,0000
	Caudal	Count	860,75	846,5	75,07	908,17	897,5	33,79	0,3374
		Mean	179,55	186,85	23,81	177,68	191,25	25,27	0,9148
		StdDev	32,48	34,25	9,13	33,8	32,95	9,81	0,9151
		Min	89	83	33,64	85	88	20,25	1,0000
		Max	238,25	241	13,94	243	255	27,95	0,1224
		Mode	201	207,5	27,6	192,67	187	33,28	0,7491
		Mode (Count)	23,5	24,5	4,8	21,5	22	3,21	0,2790
		Mode (Count)/Count (%)	2,72	2,91	0,4	2,37	2,43	0,37	0,1658

* p-valor (<0,05).

Comparando as variáveis de HEC entre os sexos (Tabela 8) apenas para os muare, foi possível observar à variável Count apresentou diferença significativa ($p=0,0447$), sendo que as muar fêmeas apresentaram média menor do que os muar machos, ou seja, a amostra coletada em muar machos obteve quantidade maior de pixels que as fêmeas.

Para o HEC da região cranial do lado direito foi possível analisar que à variável Mode apresentou diferença significativa ($p=0,0477$), sendo que as muar fêmeas apresentaram valores superiores, ou seja, as muar fêmeas apresentaram valores maiores de intensidade de cinza (hiperrecogênico) do que os muar machos.

Em relação as médias da variável Mean as muar fêmeas apresentaram ecogenicidade maior em 83,4% das porções (cranial, médio e caudal), menos do lado direito região caudal, onde os machos obtiveram valores mais altos, entretanto, não houve diferença significativa entre os gêneros, com exceção da região cranial do lado direito.

Em relação à ecotextura, obtida por meio da razão Mode (Count)/Count (%), foi quantificada como heterogênica, pois as porcentagens obtidas foram baixas (2 – 13 %), entretanto, não houve diferença significativa entre os gêneros.

4.2 Teste de correlação de Spearman

Em seguida foi realizada a análise da correlação com os muare em relação às variáveis de interesse: massa corpórea, idade, diâmetros e EIM das artérias carótidas comuns e todas as medidas do pescoço. Para tanto, foi aplicado à análise de correlação de Spearman.

A Tabela 9 ilustra duas estatísticas, o valor da correlação (r) e o p -valor. Os valores de correlação (r) indicam se a correlação é positiva, ou seja, o aumento em uma variável está associado ao aumento da variável associada, ou negativa. Sendo que o valor da correlação (r) só pode ser interpretado quando o p -valor for significativo menor que 0,05.

Tabela 9 - Teste de correlação de Sperman entre as variáveis de interesse: idade, massa corpórea, base pescoço, médio, cabeça, comprimento do pescoço, diâmetro longitudinal e transversal, parede longitudinal e transversal dos muares.

Variáveis	Estatística	Idade	Massa corpórea	Base pescoço	Médio	Cabeça	Comprimento pescoço
Idade	r	1,00	0,32	0,53	0,46	0,61	0,31
	p-valor		0,0140*	<0,001*	0,0003*	<0,0001*	0,0165*
Massa Corpórea	r	0,32	1,00	0,60	-0,04	-0,04	-0,02
	p-valor	0,0140*		<0,001*	0,7608	0,7623	0,8505
Base pescoço	r	0,53	0,60	1,00	0,60	0,65	0,69
	p-valor	<0,001*	<0,001*		<0,001*	<0,001*	<0,001*
Médio	r	0,46	-0,04	0,60	1,00	0,88	0,85
	p-valor	0,0003*	0,7608	<0,001*		<0,001*	<0,001*
Cranial	r	0,61	-0,04	0,65	0,88	1,00	0,83
	p-valor	<0,001*	0,7623	<0,001*	<0,001*		<0,001*
Comprimento pescoço	r	0,31	-0,02	0,69	0,85	0,83	1,00
	p-valor	0,0165	0,8505	<0,001*	<0,001*	<0,001*	

Variáveis	Estatística	Diâmetro longitudinal	Diâmetro transversal	Parede longitudinal	Parede transversal
Idade	r	0,70	0,63	0,09	0,08
	p-valor	<0,001*	<0,001*	0,5265	0,5824
Massa corpórea	r	0,29	0,29	-0,28	-0,06
	p-valor	0,0407*	0,0403*	0,0497*	0,6710
Base pescoço	r	0,64	0,71	-0,02	0,05
	p-valor	<0,001*	<0,001*	0,8925	0,7176
Médio	r	0,55	0,58	0,28	-0,02
	p-valor	<0,001*	<0,001*	0,0397*	0,8589
Cranial	r	0,58	0,62	0,19	0,03
	p-valor	<0,001*	<0,001*	0,1607	0,8322
Comprimento pescoço	r	0,49	0,57	0,21	0,04
	p-valor	0,0001*	<0,001*	0,1187	0,7719

* p-valor (<0,05).

Na Tabela 9 foi possível observar que a variável idade dos muares obteve correlações positivas com a massa corpórea ($p=0,0140$), base do pescoço ($p<0,001$), porção médio ($p=0,0003$), cranial ($p<0,001$), diâmetro longitudinal ($p<0,001$) e transversal do vaso ($p<0,001$).

Com a variável massa corpórea houve correlações positivas com a idade ($p=0,0140$), diâmetro longitudinal ($p=0,0407$), diâmetro transversal ($p=0,0403$) e base do pescoço ($p<0,001$). Também houve correlação negativa com a parede longitudinal ($p=0,0497$).

Para a variável da base do pescoço houve correlações positivas com idade ($p < 0,001$), massa corpórea ($p < 0,001$), porção médio ($p < 0,001$), cranial ($p < 0,001$), comprimento ($p < 0,001$), diâmetro longitudinal ($p < 0,001$), e diâmetro transversal ($p < 0,001$).

Com a variável da porção médio do pescoço houve correlações positivas com idade ($p = 0,0003$), base do pescoço ($p < 0,001$), cranial ($p < 0,001$) e comprimento do pescoço ($p < 0,001$), diâmetro longitudinal ($p < 0,001$) e transversal ($p < 0,001$), e parede longitudinal ($p = 0,0397$),.

Para a variável cranial houve correlações positivas com idade ($p < 0,001$), base do pescoço ($p < 0,001$), porção médio ($p < 0,001$) e comprimento do pescoço ($p < 0,001$), diâmetro longitudinal ($p < 0,001$) e transversal ($p < 0,001$).

A Tabela 10 representa a correlação das variáveis de interesse como: massa corpórea, idade, diâmetros e EIM dos vasos e medidas do pescoço para as fêmeas equina.

Tabela 10 - Teste de correlação de Sperman entre as variáveis de interesse: idade, massa corpórea, base do pescoço, médio, cranial, diâmetro longitudinal e transversal e parede longitudinal e transversal das fêmeas equina.

Variáveis	Estatística	Idade	Massa corpórea	Base pescoço	Médio	Cabeça	Comprimento pescoço
Idade	r	1,00	-0,34	-0,28	-0,22	-0,05	-0,21
	p-valor	—	0,0040*	0,0217*	0,0682	0,7097	0,0797
	r	-0,34	1,00	0,76	0,53	0,59	-0,20
	p-valor	0,0040*	—	<0,001*	<0,001*	<0,001*	0,1010
Base pescoço	r	-0,28	0,76	1,00	0,77	0,72	0,01
	p-valor	0,0217*	<0,001*	—	<0,001*	<0,001*	0,9535
Médio	r	-0,22	0,53	0,77	1,00	0,84	-0,16
	p-valor	0,0682	<0,001*	<0,001*	—	<0,001*	0,1808
Cabeça	r	-0,05	0,59	0,72	0,84	1,00	0,04
	p-valor	0,7097	<0,001*	<0,001*	<0,001*	—	0,7563
Comprimento pescoço	r	-0,21	-0,20	0,01	-0,16	0,04	1,00
	p-valor	0,0797	0,1010	0,9535	0,1808	0,7563	—

Variáveis	Estatística	Diâmetro longitudinal	Diâmetro transversal	Parede longitudinal	Parede transversal
Idade	r	0,07	0,08	0,28	0,09
	p-valor	0,6314	0,5602	0,0431*	0,5375
Massa Corpórea	r	0,41	0,35	0,11	-0,01
	p-valor	0,0022*	0,0122*	0,4435	0,9342

Base Pescoço	r	0,29	0,17	-0,06	-0,14
	p-valor	0,0364*	0,2148	0,6529	0,3171
Médio	r	0,01	0,03	-0,09	-0,14
	p-valor	0,9173	0,8397	0,5211	0,3221
Cabeça	r	0,22	0,17	0,10	-0,12
	p-valor	0,1212	0,2277	0,4788	0,4085
Comprimento Pescoço	r	0,11	-0,09	-0,05	-0,07
	p-valor	0,4401	0,5266	0,7367	0,6358

* p-valor (<0,05).

Na Tabela 10 observou que a idade das fêmeas equina obteve correlação positiva com parede longitudinal ($p=0,0431$) e correlações negativas com a massa corpórea ($p=0,0040$) e base do pescoço ($p=0,0217$).

Com a variável massa corpórea houve correlações positivas com base do pescoço ($p<0,001$), porção médio ($p<0,001$), cranial ($p<0,001$), diâmetro longitudinal ($p=0,0022$) e diâmetro transversal ($p=0,0122$), e correlação negativa com a idade ($p=0,0040$).

Para a variável base do pescoço houve correlações positivas com a massa corpórea ($p<0,001$), porção médio ($p<0,001$), cranial ($p<0,001$) e diâmetro longitudinal ($p=0,0364$), e correlação negativa com a idade ($p=0,0217$).

Com a variável porção médio do pescoço houve correlações positivas com a massa corpórea ($p<0,001$), base do pescoço ($p<0,001$) e a cranial ($p<0,001$).

Para a variável cranial houve correlações positivas para a massa corpórea ($p<0,001$), base do pescoço ($p<0,001$) e porção médio ($p<0,001$). Quanto à variável comprimento do pescoço das fêmeas equina não foi observado correlação significativa com as variáveis analisadas.

A Tabela 11 ilustra a correlação das variáveis de interesse: Doppler, idade, massa corpórea, diâmetro longitudinal e transversal, parede longitudinal e transversal dos mueres.

Tabela 11 - Teste de correlação de Sperman entre as variáveis de interesse: IR, IP, VS, VD, VM, FVI, idade, massa corpórea, diâmetro longitudinal e transversal, parede longitudinal e transversal dos mueres.

Variáveis	IR	IP	VS	VD	VM	FVI
IR	1,00	0,93 <0,001*	0,26 0,0367*	-0,40 0,0010*	-0,15 0,2352	-0,05 0,7107
IP	0,93 <0,001*	1,00	0,11 0,3703	-0,48 <0,001*	-0,35 0,0045*	-0,23 0,0579
VS	0,26 0,0367*	0,11 0,3703	1,00	0,61 <0,001*	0,85 <0,001*	0,84 <0,001*
VD	-0,40 0,0010*	-0,48 <0,001*	0,61 <0,001*	1,00	0,81 <0,001*	0,72 <0,001*
VM	-0,15 0,2352	-0,35 0,0045*	0,85 <0,001*	0,81 <0,001*	1,00	0,94 <0,001*
FVI	-0,05 0,7107	-0,23 0,0579	0,84 <0,001*	0,72 <0,001*	0,94 <0,001*	1,00

Variáveis	Idade	Massa corpórea	Diâmetro longitudinal	Diâmetro transversal	Parede longitudinal	Parede transversal
IR	-0,03 0,8309	0,36 0,0044*	-0,23 0,0945	-0,30 0,0254*	-0,11 0,4280	-0,22 0,1077
IP	0,14 0,2784	0,47 0,0002*	-0,07 0,6001	-0,17 0,2211	-0,17 0,2031	-0,18 0,1760
VS	-0,42 0,0008*	-0,12 0,3653	-0,43 0,0010*	-0,42 0,0011*	-0,06 0,6734	-0,18 0,1836
VD	-0,27 0,0336*	-0,29 *0,0264	-0,22 0,0992	-0,19 0,1504	0,04 0,7742	0,05 0,6948
VM	-0,52 <0,001*	-0,33 *0,0111	-0,42 0,0014*	-0,38 0,0036*	0,02 0,8829	-0,03 0,8053
FVI	-0,43 0,0006*	-0,18 0,1580	-0,37 0,0055*	-0,36 0,0063*	0,01 0,9437	-0,10 0,4603

* p-valor (<0,05).

Na Tabela 11 observou que a variável IR possui correlações positivas com o IP ($p < 0,001$), VS ($p = 0,0367$) e massa corpórea ($p = 0,0044$), negativas com diâmetro transversal ($p = 0,0254$) e VD ($p = 0,0010$).

Para a variável IP houve correlações positivas com o IR ($p < 0,001$), e massa corpórea ($p = 0,0002$), negativas com o VD ($p < 0,001$) e VM ($p = 0,0045$).

Com a variável VS houve correlações positivas com o VM ($p < 0,001$), FVI ($p < 0,001$), VD ($p < 0,001$) e com IR ($p = 0,0367$), negativas com idade ($p = 0,0367$), diâmetro longitudinal ($p = 0,0010$) e transversal ($p = 0,0011$).

Para a variável VD houve correlações positiva com VM ($p<0,001$), FVI ($p<0,001$), VS ($p<0,001$), e negativas com IR ($p=0,0010$), IP ($p<0,001$), massa corpórea ($p=0,0264$) e idade ($p=0,0336$).

Quanto a variável VM houve correlações positivas com FVI ($p<0,001$), VS ($p<0,001$) e VD ($p<0,001$), negativas com idade ($p<0,001$), massa corpórea ($p=0,0111$), diâmetro longitudinal ($p=0,0014$), diâmetro transversal ($p=0,0036$) e IP ($p=0,0045$).

De acordo com a variável FVI apresentou correlações positivas com o VM ($p<0,001$), VS ($p<0,001$) e VD ($p<0,001$), negativas com idade ($p=0,0006$), diâmetro longitudinal ($p=0,0055$) e transversal ($p=0,0055$). A Tabela 12 ilustra a correlação das variáveis: Doppler, idade, massa corpórea, diâmetro longitudinal e transversal, parede longitudinal e transversal das fêmeas equina.

Tabela 12 - Teste de correlação de Sperman entre as variáveis de interesse: IR, IP, VS, VD, VM, FVI, idade, massa corpórea, diâmetro longitudinal e transversal, parede longitudinal e transversal das fêmeas equina.

Variáveis	IR	IP	VS	VD	VM	FVI
IR	1,00	0,94	0,59	-0,36	0,21	0,26
	—	<0,001*	<0,001*	0,0029*	0,0845	0,0355*
IP	0,94	1,00	0,57	-0,34	0,14	0,17
	<0,001*	—	<0,001*	0,0043*	0,2545	0,1646
VS	0,59	0,57	1,00	0,44	0,84	0,81
	<0,001*	<0,001*	—	0,0002*	<0,001*	<0,001*
VD	-0,36	-0,34	0,44	1,00	0,72	0,65
	0,0029*	0,0043*	0,0002*	—	<0,001*	<0,001*
VM	0,21	0,14	0,84	0,72	1,00	0,91
	0,0845	0,2545	<0,001*	<0,001*	—	<0,001*
FVI	0,26	0,17	0,81	0,65	0,91	1,00
	0,0355*	0,1646	<0,001*	<0,001*	<0,001*	—

Variáveis	Idade	Massa corpórea	Diâmetro longitudinal	Diâmetro transversal	Parede longitudinal	Parede transversal
IR	0,34	0,06	0,53	0,50	0,30	0,19
	0,0045*	0,6376	<0,001*	0,0002*	0,0328*	0,1889
IP	0,37	0,01	0,55	0,48	0,21	0,16
	0,0020*	0,9339	<0,001*	0,0003*	0,1273	0,2641
VS	0,16	-0,15	0,04	0,12	0,16	0,26
	0,1960	0,2171	0,7947	0,4000	0,2504	0,0612
VD	-0,04	-0,25	-0,45	-0,34	-0,08	0,09
	0,7424	0,0392*	0,0009*	0,0123*	0,5860	0,5465
VM	-0,01	-0,17	-0,26	-0,13	0,13	0,26
	0,9491	0,1727	0,0623	0,3508	0,3482	0,0611
FVI	-0,05	-0,18	-0,21	-0,10	0,15	0,23
	0,6900	0,1524	0,1408	0,4639	0,2912	0,0958

* p-valor ($<0,05$).

A Tabela 12 observou que a variável IR obteve correlações positivas com o IP ($p<0,001$), VS ($p<0,001$), FVI ($p=0,0355$), diâmetro longitudinal ($p<0,001$) e transversal ($p=0,0002$), parede longitudinal ($p=0,0328$) e idade ($p=0,0045$), e negativa com VD ($p=0,0029$).

Com a variável IP houve correlações positivas em relação ao IR ($p<0,001$), VS ($p<0,001$), idade ($p=0,0020$), diâmetro longitudinal ($p<0,001$) e transversal ($p=0,0003$), e negativa com VD ($p=0,0043$).

De acordo com a variável VS houve correlações positivas com VM ($p<0,001$), FVI ($p<0,001$), IR ($p<0,001$), IP ($p<0,001$) e VD ($p=0,0002$).

Para a variável VD houve correlações positivas com VM ($p<0,001$), VS ($p=0,0002$) e FVI ($p<0,001$), negativas com IR ($p=0,0029$), IP ($p=0,0043$), massa corpórea ($p=0,0392$), diâmetro longitudinal ($p=0,0009$) e diâmetro transversal ($p=0,0123$).

Quanto à variável VM houve correlações positivas com FVI ($p<0,001$), VS ($p<0,001$) e VD ($p<0,001$).

De acordo com a variável FVI houve correlações positivas com VM ($p<0,001$), VS ($p<0,001$), VD ($p<0,001$) e IR ($p=0,0355$).

A Tabela 13 ilustra as correlações das variáveis do HEC com idade, massa corpórea, diâmetro e parede longitudinal dos vasos dos mueres.

Tabela 13 - Teste de correlação de Sperman entre as variáveis de interesse: Count, Mean, StdDev, Min, Max, Mode, Mode (Count), Mode (Count)/Count (%), idade, massa corpórea, diâmetro longitudinal e parede longitudinal dos muares.

	Count	Mean	StdDev	Min	Max	Mode	Mode (Count)	Mode (Count)/ Count (%)
Count	1,00	0,14	0,11	-0,11	0,19	0,10	0,23	0,10
		0,2725	0,3832	0,3985	0,1216	0,4091	0,0658	0,4276
Mean	0,14	1,00	-0,21	0,62	0,59	0,80	0,66	0,64
	0,2725		0,0841	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*
StdDev	0,11	-0,21	1,00	-0,78	0,43	0,23	-0,21	-0,22
	0,3832	0,0841		<0,001*	0,0003*	0,0575	0,0859	0,0822
Min	-0,11	0,62	-0,78	1,00	-0,01	0,25	0,44	0,44
	0,3985	<0,001*	<0,001*		0,9426	0,0418*	0,0002*	0,0002*
Max	0,19	0,59	0,43	-0,01	1,00	0,71	0,30	0,26
	0,1216	<0,001*	0,0003*	0,9426		<0,001*	0,0160*	0,0349*
Mode	0,10	0,80	0,23	0,25	0,71	1,00	0,69	0,69
	0,4091	<0,001*	0,0575	0,0418*	<0,001*		<0,001*	<0,001*
Mode (Count)	0,23	0,66	-0,21	0,44	0,30	0,69	1,00	0,98
	0,0658	<0,001*	0,0859	0,0002*	0,0160*	<0,001*		<0,001*
Mode (Count)/ Count (%)	0,10	0,64	-0,22	0,44	0,26	0,69	0,98	1,00
	0,4276	<0,001*	0,0822	0,0002*	0,0349*	<0,001*	<0,001*	

	Count	Mean	StdDev	Min	Max	Mode	Mode (Count)	Mode (Count)/ Count (%)
Idade	-0,05	-0,41	-0,09	-0,17	-0,11	-0,44	-0,36	-0,37
	0,7302	0,0011*	0,4728	0,1839	0,3873	0,0004*	0,0047*	0,0034*
Massa corpórea	0,00	-0,36	-0,03	-0,15	-0,29	-0,32	-0,11	-0,12
	0,9698	0,0045*	0,8140	0,2411	0,0253*	0,0135*	0,4037	0,3609
Diâmetro longitudinal	0,04	-0,08	-0,23	0,08	0,01	-0,26	-0,13	-0,14
	0,7943	0,5678	0,0896	0,5359	0,9264	0,0551	0,3388	0,2869
Parede longitudinal	-0,04	0,12	0,24	-0,07	0,36	0,20	-0,09	-0,09
	0,7741	0,3876	0,0690	0,6290	0,0072*	0,1415	0,5141	0,5009

* p-valor (<0,05).

Pela Tabela 13 observou correlações positivas com a variável Mean com Min ($p < 0,001$), Max ($p < 0,001$), Mode ($p < 0,001$) e Mode (Count) ($p < 0,001$).

Para a variável StdDev houve correlações positivas com o Max ($p = 0,0003$) e negativa com o Min ($p < 0,001$).

Com Min observou correlações positivas com Mode ($p = 0,0418$), Mode (Count) ($p = 0,0002$), Mode (Count)/Count (%) ($p = 0,0002$) e Mean ($p < 0,001$), ($p = 0,0002$), e negativa com StdDev ($p < 0,001$).

De acordo com Max, identificou correlações positivas com Mode ($p < 0,001$), Mode (Count) ($p = 0,0160$), Mode (Count)/Count (%) ($p = 0,0349$), Mean ($p < 0,001$) e StDev ($p = 0,0003$).

A MODE apresentou correlações positivas com Mode (Count) ($p < 0,001$), Mode (Count)/Count (%) ($p < 0,001$), Mean ($p < 0,001$), Max ($p < 0,001$) e Min ($p = 0,0418$).

Para Mode (Count), verificou correlações positivas com Mode ($p < 0,001$), Mode (Count)/Count (%) ($p < 0,001$), Mean ($p < 0,001$), Max ($p = 0,0160$) e Min ($p = 0,0002$).

De acordo com Mode (Count)/Count (%), demonstrou correlações positivas com Mode ($p < 0,001$), Mode (Count) ($p < 0,001$), Mean ($p < 0,001$), Min ($p = 0,0002$), e com Max ($p = 0,0349$).

Para idade, verificou correlações negativas com Mode ($p = 0,0004$), Mode (Count) ($p = 0,0047$), Mode (Count)/Count (%) ($p = 0,0034$), e Mean ($p = 0,0011$).

A massa corpórea houve correlações negativas com Mean ($p = 0,0045$), Max ($p = 0,0253$) e com Mode ($p = 0,0135$). Já parede longitudinal apresentou correlação positiva com Max ($p = 0,0072$).

Na Tabela 14 ilustra a correlação das variáveis do HEC com idade, massa corpórea, diâmetro e parede longitudinal dos vasos das fêmeas equina.

Tabela 14 - Teste de correlação de Sperman entre as variáveis de interesse: Count, Mean, StdDev, Min, Max, Mode, Mode (Count), Mode (Count)/Count (%), idade, massa corpórea, diâmetro longitudinal e parede longitudinal das fêmeas equina.

	Count	Mean	StdDev	Min	Max	Mode	Mode (Count)	Mode (Count)/ Count (%)
Count	1,00	0,09	-0,25	0,27	0,03	0,06	0,22	0,04
	—	0,4786	0,0392*	0,0267*	0,8287	0,6210	0,0705	0,7384
Mean	0,09	1,00	-0,03	0,64	0,82	0,94	0,47	0,46
	0,4786	—	0,7930	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*
StdDev	-0,25	-0,03	1,00	-0,63	0,39	0,14	-0,30	-0,30
	0,0392*	0,7930	—	<0,001*	0,0011*	0,2617	0,0140*	0,0152*
Min	0,27	0,64	-0,63	1,00	0,29	0,47	0,35	0,33
	0,0267*	<0,001*	<0,001*	—	0,0181*	<0,001*	0,0038*	0,0065*
Max	0,03	0,82	0,39	0,29	1,00	0,83	0,21	0,21
	0,8287	<0,001*	0,0011*	0,0181*	—	<0,001*	0,0834	0,0905
Mode	0,06	0,94	0,14	0,47	0,83	1,00	0,49	0,49
	0,6210	<0,001*	0,2617	<0,001*	<0,001*	—	<0,001*	<0,001*
Mode (Count)	0,22	0,47	-0,30	0,35	0,21	0,49	1,00	0,97
	0,0705	<0,001*	0,0140*	0,0038*	0,0834	<0,001*	—	<0,001*
Mode (Count)/ Count (%)	0,04	0,46	-0,30	0,33	0,21	0,49	0,97	1,00
	0,7384	<0,001*	0,0152*	0,0065*	0,0905	<0,001*	<0,001*	—

	Count	Mean	StdDev	Min	Max	Mode	Mode (Count)	Mode (Count)/ Count (%)
Idade	-0,02	-0,13	-0,03	0,01	-0,02	-0,16	-0,12	-0,10
	0,8972	0,3125	0,7868	0,9145	0,8442	0,2126	0,3245	0,4121
Massa corpórea	-0,05	0,30	0,14	0,05	0,22	0,31	0,14	0,14
	0,6690	0,0161*	0,2491	0,6733	0,0774	0,0105*	0,2595	0,2533
Diâmetro longitudinal	0,06	0,01	0,02	0,02	-0,05	-0,04	-0,15	-0,16
	0,6812	0,9446	0,8640	0,9076	0,7026	0,7718	0,2826	0,2462
Parede longitudinal	0,01	0,17	-0,19	0,24	0,09	0,09	-0,02	0,02
	0,9664	0,2255	0,1727	0,0807	0,5378	0,5352	0,9016	0,8894

* p-valor (<0,05).

Observou na Tabela 14 que a variável Count possui correlação positiva com Min ($p=0,0267$) e negativa com StdDev ($p=0,0392$).

Para a variável Mean demonstrou correlações positivas com o Mode ($p<0001$), Mode (Count) ($p<0001$), Mode (Count)/Count (%) ($p<0001$), e Max ($p<0,001$), Min ($p<0,001$).

Com StdDev, verificou-se correlações positivas com Max ($p=0,0011$), negativas com Min ($p<0,001$), Count ($p=0,0392$), Mode (Count) ($p=0,0140$) e Mode (Count)/Count (%) ($0,0152$).

Para Min houve correlações positivas com Count ($p=0,0267$), Mean ($p<0,001$), Mode ($<0,001$), Mode (Count) ($p=0,0038$) e Mode (Count)/Count ($p=0,0065$), Max ($p=0,0181$), e negativa com StdDev ($p<0,001$).

Quanto a Max, foi evidenciado correlações positivas com Min ($p=0,0181$), Mean ($p<0,001$), Mode ($p<0,001$), e o StdDev ($p=0,0011$).

Para Mode mostrou correlações positivas com Mean ($p<0,001$), Max ($p<0,001$), Min ($p<0,001$), Mode (Count) ($p<0,001$), e Mode (Count)/Count ($p<0,001$).

Já Mode (Count), houve correlações positivas com Mode ($p<0,001$), Mode (Count)/Count ($p<0,001$), Mean ($p<0,001$) e Min ($p=0,0038$) e negativa com StdDev ($p=0,0140$).

Para Mode (Count)/Count houve correlações positivas com Mode ($p<0,001$), Mode (Count) ($p<0,001$), Mean ($p<0,001$), Min ($p=0,0065$) e negativa fraca com StdDev ($p=0,0152$).

A massa corpórea apresentou correlações positivas com Mean ($p=0,0161$) e Mode ($p=0,0105$).

4.3 Teste de Wilcoxon e correlação de Spearman

4.3.1 Variáveis do Doppler espectral com diâmetro e EIM dos vasos

A Tabela 15 ilustra as diferenças das variáveis de ultrassonografia modo-B e Doppler entre os lados, regiões e gêneros dos muars, para avaliação das artérias carótidas comuns.

Tabela 15 - Comparação entre lados em cada região e sexo com p-valor do teste de Wilcoxon para dados pareados seguido da correlação Spearman da diferença entre os lados com a idade para a amostra de muare.

Região	Sexo	Variável	Direito			Esquerdo			Comparação entre lados	Correlação Spearman com idade	
			Média	Mediana	Desvio padrão	Média	Mediana	Desvio padrão	p-valor	r	p-valor
Cranial	Fêmea	IR	0,62	0,62	0,06	0,62	0,63	0,04	0,8125	-0,80	0,2000
		IP	1,06	1,03	0,15	1,05	1,09	0,14	0,6250	-0,40	0,6000
		VS (m/s)	0,45	0,45	0,10	0,42	0,38	0,12	0,6250	-0,40	0,6000
		VD (m/s)	0,17	0,17	0,05	0,16	0,15	0,05	0,4375	-0,20	0,8000
		VM (m/s)	0,27	0,26	0,07	0,25	0,23	0,08	0,8125	-0,20	0,8000
		FVI (m)	0,41	0,42	0,08	0,4	0,36	0,13	1,0000	-0,20	0,8000
		Diâmetro longitudinal (mm)	11,73	11,75	0,43	11,15	10,9	1,02	0,3750	-0,40	0,6000
		Diâmetro transversal (mm)	11,78	11,95	0,77	10,68	10,8	0,39	0,1875	0,00	1,0000
		Parede longitudinal (mm)	1,75	1,7	0,25	1,43	1,55	0,38	0,7500	0,00	1,0000
		Parede transversal (mm)	1,45	1,4	0,25	1,4	1,45	0,29	0,6875	0,00	1,0000
	Macho	IR	0,63	0,61	0,05	0,61	0,58	0,08	0,5625	0,23	0,6584
		IP	1,11	1,06	0,19	1,09	0,98	0,27	0,8438	0,41	0,4247
		VS (m/s)	0,32	0,31	0,04	0,34	0,34	0,09	0,6875	0,29	0,5774
		VD (m/s)	0,15	0,13	0,08	0,13	0,13	0,03	0,6875	0,78	0,0657
		VM (m/s)	0,18	0,17	0,03	0,19	0,19	0,04	0,6250	0,06	0,9131
		FVI (m)	0,29	0,27	0,07	0,29	0,31	0,06	1,0000	-0,23	0,6584
		Diâmetro longitudinal (mm)	11,84	11,80	1,14	12,97	13,20	1,15	0,0625	0,39	0,5108
		Diâmetro transversal (mm)	12,26	12,10	1,73	13,08	13,15	1,41	0,1250	0,76	0,1333
		Parede longitudinal (mm)	1,74	1,7	0,4	1,53	1,45	0,39	0,6250	0,87	0,0539
		Parede transversal (mm)	1,48	1,5	0,15	1,60	1,45	0,29	1,0000	-0,56	0,3217
Médio	Fêmea	IR	0,59	0,58	0,08	0,7	0,68	0,05	0,0625	-0,80	0,2000
		IP	0,96	0,98	0,16	1,30	1,26	0,20	0,0625	-0,80	0,2000
		VS (m/s)	0,42	0,41	0,09	0,53	0,53	0,07	0,4375	0,32	0,6838
		VD (m/s)	0,17	0,19	0,03	0,16	0,16	0,03	0,2500	0,40	0,6000
		VM (m/s)	0,26	0,26	0,06	0,29	0,28	0,06	1,0000	0,20	0,8000
		FVI (m)	0,40	0,39	0,10	0,47	0,45	0,11	0,8125	0,20	0,8000
		Diâmetro longitudinal (mm)	11,67	11,60	0,50	10,87	10,90	0,45	1,0000	1,00	.
		Diâmetro transversal (mm)	11,37	11,7	0,58	10,53	10,50	0,65	0,5000	1,00	.
		Parede longitudinal (mm)	1,73	1,6	0,42	1,53	1,50	0,15	1,0000	1,00	.
		Parede transversal (mm)	1,37	1,5	0,23	1,34	1,40	0,40	1,0000	1,00	.
	Macho	IR	0,66	0,65	0,1	0,62	0,63	0,03	0,3125	-0,20	0,6998
		IP	1,31	1,24	0,4	1,1	1,08	0,12	0,4375	-0,20	0,6998
		VS (m/s)	0,41	0,41	0,07	0,38	0,36	0,08	0,6875	-0,35	0,4993
		VD (m/s)	0,14	0,12	0,06	0,14	0,14	0,03	0,6875	-0,26	0,6175
		VM (m/s)	0,22	0,19	0,06	0,22	0,21	0,05	1,0000	-0,26	0,6175
		FVI (m)	0,33	0,30	0,07	0,34	0,34	0,10	1,0000	-0,26	0,6175

Caudal	Fêmea	Diâmetro longitudinal (mm)	12,16	11,90	1,39	13,08	13,65	1,35	0,2500	0,10	0,8696
		Diâmetro transversal (mm)	12,16	12,40	1,38	12,68	12,85	1,24	0,3750	0,05	0,9347
		Parede longitudinal (mm)	1,50	1,70	0,34	1,85	1,8	0,23	0,3750	0,29	0,6366
		Parede transversal (mm)	1,42	1,40	0,27	1,4	1,5	0,28	0,6875	0,36	0,5528
		IR	0,62	0,64	0,06	0,7	0,71	0,05	0,3125	-1,00	<0,001*
		IP	1,06	1,09	0,17	1,34	1,35	0,21	0,1250	-1,00	<0,001*
		VS (m/s)	0,38	0,35	0,07	0,44	0,43	0,06	0,6250	0,40	0,6000
		VD (m/s)	0,15	0,15	0,03	0,13	0,13	0,03	0,3125	0,80	0,2000
		VM (m/s)	0,23	0,22	0,05	0,23	0,23	0,05	0,8125	0,80	0,2000
		FVI (m)	0,34	0,32	0,09	0,38	0,38	0,07	1,0000	0,40	0,6000
	Macho	Diâmetro longitudinal (mm)	12,13	12,20	1,30	11,07	11,30	0,49	0,2500	-0,50	0,6667
		Diâmetro transversal (mm)	11,90	12,20	1,08	11,27	11,0	0,55	0,2500	-0,50	0,6667
		Parede longitudinal (mm)	1,93	2,00	0,40	1,60	1,40	0,44	0,2500	-0,50	0,6667
		Parede transversal (mm)	1,27	1,1	0,38	1,43	1,30	0,23	0,2500	-1,00	<0,001*
		IR	0,62	0,63	0,08	0,64	0,65	0,07	0,3438	0,81	0,0499*
		IP	1,15	1,18	0,29	1,23	1,27	0,32	0,3125	0,75	0,0835
		VS (m/s)	0,34	0,34	0,06	0,42	0,41	0,04	0,1563	0,32	0,5379
		VD (m/s)	0,13	0,12	0,04	0,15	0,16	0,02	0,1563	0,26	0,6175
		VM (m/s)	0,19	0,19	0,04	0,22	0,24	0,03	0,0938	0,41	0,4247
		FVI (m)	0,29	0,30	0,04	0,35	0,36	0,04	0,0625	0,35	0,4993
Todas as regiões	Fêmea	Diâmetro longitudinal (mm)	12,33	12,10	1,22	13,38	13,65	1,37	0,7500	0,50	0,6667
		Diâmetro transversal (mm)	12,65	12,60	1,35	13,25	13,30	1,35	0,7500	0,50	0,6667
		Parede longitudinal (mm)	1,43	1,50	0,15	1,75	1,80	0,41	0,5000	-1,00	<0,001*
		Parede transversal (mm)	1,00	1,20	0,47	1,58	1,55	0,32	0,2500	0,50	0,6667
		IR	0,61	0,63	0,06	0,67	0,67	0,06	0,0266*	-0,58	0,0467*
		IP	1,03	1,07	0,15	1,23	1,18	0,21	0,0084*	-0,54	0,0701
		VS (m/s)	0,42	0,39	0,08	0,46	0,44	0,09	0,4456	0,18	0,5673
		VD (m/s)	0,16	0,17	0,04	0,15	0,15	0,04	0,0402*	0,37	0,2405
		VM (m/s)	0,25	0,25	0,06	0,26	0,25	0,06	0,7726	0,30	0,3396
		FVI (m)	0,39	0,35	0,09	0,41	0,38	0,10	0,8469	0,19	0,5451
Macho	Diâmetro longitudinal (mm)	11,83	11,75	0,73	11,04	10,95	0,68	0,0864	-0,33	0,3869	
	Diâmetro transversal (mm)	11,69	11,75	0,77	10,81	10,85	0,56	0,0117*	0,16	0,6861	
	Parede longitudinal (mm)	1,80	1,70	0,32	1,51	1,45	0,32	0,2988	0,15	0,7053	
	Parede transversal (mm)	1,37	1,40	0,27	1,39	1,4	0,28	0,1191	0,14	0,7283	
	IR	0,64	0,63	0,08	0,62	0,63	0,06	0,5876	0,25	0,3082	
	IP	1,19	1,13	0,3	1,14	1,08	0,24	0,7660	0,29	0,2440	
	VS (m/s)	0,36	0,36	0,07	0,38	0,38	0,08	0,4171	0,12	0,6238	
	VD (m/s)	0,14	0,12	0,06	0,14	0,14	0,03	0,5798	0,18	0,4795	
	VM (m/s)	0,2	0,18	0,05	0,21	0,21	0,04	0,2417	0,02	0,9401	
	FVI (m)	0,3	0,29	0,06	0,33	0,32	0,07	0,2645	-0,08	0,7538	
Diâmetro longitudinal (mm)	12,09	11,90	1,18	13,11	13,65	1,21	0,0044*	0,27	0,3809		

Diâmetro transversal (mm)	12,34	12,3	1,40	12,98	13,0	1,26	0,0632	0,33	0,2779
Parede longitudinal (mm)	1,56	1,55	0,33	1,71	1,70	0,35	0,4238	0,19	0,5315
Parede transversal (mm)	1,32	1,40	0,35	1,52	1,50	0,29	0,1147	-0,07	0,8284

* p-valor (<0,05).

Observou na Tabela 15 que a idade obteve correlações negativas com IR (<0,001), IP (<0,001) e parede transversal (<0,001), na porção caudal das muar fêmeas, sendo que esses valores foram maiores para o lado esquerdo. Isso significa que a medida que a idade aumenta, menor é a diferença dessas variáveis entre os lados.

Para os muar machos foi observado correlação positiva entre a variável idade com o IR ($p=0,0499$), sendo que esse valor foi maior para o lado esquerdo, ou seja, quando maior a idade maior é a diferença dessa variável entre os lados. Houve também correlação negativa da variável idade com a parede longitudinal (<0,001) para os muar machos, o que significa que quanto maior a idade, menor é a diferença de parede longitudinal entre os lados.

Verificou diferença entre os lados na amostra de todas as regiões conjuntamente para as fêmeas quanto a IR ($p=0,0266$), IP ($p=0,0084$), VD ($p=0,0402$) e diâmetro transversal ($p=0,0117$), sendo que os valores de IR e IP são maiores no lado esquerdo e de VD e diâmetro transversal são maiores no lado direito. Para IR ($p=0,0467$), observou associação negativa com idade, sendo que quanto maior a idade menor a diferença de IR entre os lados.

Para todas as regiões avaliadas conjuntamente nos muar machos, observou uma diferença significativa entre os lados quanto ao diâmetro longitudinal ($p=0,0044$), sendo que o lado esquerdo apresentou maior valor.

A Tabela 16 ilustra as diferenças entre as artérias carótidas comuns em relação as variáveis de ultrassonografia Doppler e modo-B entre os lados e regiões, das fêmeas equina.

Tabela 16 - Comparação entre lados em cada região com p-valor do teste de Wilcoxon para dados pareados seguido da correlação Spearman da diferença entre os lados com a idade para a amostra de fêmeas equina.

Região	Variável	Direito			Esquerdo			Comparação entre lados	Correlação Spearman com idade	
		Média	Mediana	Desvio padrão	Média	Mediana	Desvio padrão		r	p-valor
Cranial	IR	0,68	0,68	0,05	0,65	0,67	0,10	0,3750	0,33	0,3481
	IP	1,28	1,30	0,22	1,21	1,23	0,28	0,6250	0,20	0,5855
	VS (m/s)	0,45	0,45	0,10	0,46	0,42	0,16	0,8457	0,55	0,1012
	VD (m/s)	0,15	0,14	0,05	0,15	0,14	0,05	0,8457	0,46	0,1793
	VM (m/s)	0,24	0,24	0,05	0,25	0,23	0,09	0,9219	0,51	0,1313
	FVI (m)	0,38	0,39	0,08	0,41	0,37	0,13	0,6250	0,51	0,1313
	Diâmetro longitudinal (mm)	10,98	11,00	0,69	11,16	11,10	0,98	0,7422	-0,76	0,0299*
	Diâmetro transversal (mm)	11,01	10,70	0,87	11,00	11,00	1,16	0,9219	-0,81	0,0148*
	Parede longitudinal (mm)	1,48	1,40	0,26	1,46	1,40	0,29	0,8125	-0,53	0,1815
	Parede transversal (mm)	1,44	1,40	0,32	1,31	1,30	0,20	0,4063	0,50	0,2103
Médio	IR	0,69	0,69	0,1	0,68	0,7	0,11	0,8501	0,07	0,8358
	IP	1,38	1,33	0,44	1,33	1,36	0,41	0,7910	-0,08	0,8017
	VS (m/s)	0,46	0,46	0,13	0,47	0,45	0,07	0,7910	0,23	0,4797
	VD (m/s)	0,13	0,13	0,03	0,15	0,13	0,05	0,5181	0,35	0,2615
	VM (m/s)	0,23	0,22	0,05	0,24	0,22	0,05	0,9248	0,33	0,3025
	FVI (m)	0,36	0,36	0,07	0,4	0,38	0,07	0,5186	0,27	0,4051
	Diâmetro longitudinal (mm)	11,29	11,2	1,5	11,3	11,1	0,97	0,9102	-0,58	0,1024
	Diâmetro transversal (mm)	11,10	10,70	1,55	11,31	10,80	1,13	0,9102	-0,19	0,6295
	Parede longitudinal (mm)	1,46	1,50	0,28	1,62	1,50	0,28	0,1563	-0,16	0,6793
	Parede transversal (mm)	1,37	1,40	0,24	1,43	1,40	0,26	0,7891	0,10	0,8013
Caudal	IR	0,72	0,73	0,05	0,73	0,75	0,07	0,5049	-0,29	0,3829
	IP	1,49	1,51	0,21	1,60	1,67	0,32	0,3203	-0,47	0,1424
	VS (m/s)	0,47	0,47	0,07	0,54	0,6	0,15	0,0830	-0,79	0,0040*
	VD (m/s)	0,13	0,13	0,02	0,14	0,13	0,04	0,4131	-0,66	0,0279*
	VM (m/s)	0,23	0,24	0,03	0,25	0,26	0,06	0,1748	-0,54	0,0884
	FVI (m)	0,37	0,39	0,07	0,40	0,43	0,10	0,1182	-0,59	0,0540
	Diâmetro longitudinal (mm)	12,41	12,70	1,16	11,6	11,15	1,24	0,3125	-0,06	0,9131
	Diâmetro transversal (mm)	12,51	12,30	1,45	12,23	11,80	1,30	0,8438	0,23	0,6584
	Parede longitudinal (mm)	1,43	1,40	0,15	1,56	1,50	0,37	0,8125	0,03	0,9559
	Parede transversal (mm)	1,26	1,20	0,26	1,55	1,50	0,23	0,1563	0,78	0,0657
Todas as regiões	IR	0,7	0,71	0,07	0,69	0,71	0,1	0,8068	0,04	0,8363
	IP	1,39	1,34	0,32	1,39	1,36	0,37	0,8682	-0,14	0,4303
	VS (m/s)	0,46	0,47	0,1	0,49	0,49	0,13	0,1813	0,01	0,9768
	VD (m/s)	0,14	0,14	0,03	0,15	0,13	0,04	0,4246	0,05	0,7651
	VM (m/s)	0,23	0,24	0,04	0,24	0,25	0,06	0,2745	0,15	0,4043
	FVI (m)	0,37	0,39	0,07	0,4	0,41	0,10	0,1068	0,06	0,7196
	Diâmetro longitudinal (mm)	11,48	11,1	1,29	11,35	11,1	1,04	0,5747	-0,53	0,0093*
	Diâmetro transversal (mm)	11,44	11,60	1,44	11,5	11,5	1,26	0,9296	-0,21	0,3308

Parede longitudinal (mm)	1,46	1,5	0,24	1,55	1,5	0,31	0,3266	-0,23	0,2805
Parede transversal (mm)	1,37	1,4	0,27	1,43	1,4	0,24	0,6412	0,33	0,1199

* p-valor (<0,05).

Para comparações entre lados das artérias carótidas comuns das fêmeas equina não foi identificada diferença significativa. Porém, notou-se associação negativa com idade e o diâmetro longitudinal ($p=0,0299$) e transversal ($p=0,0148$) para a região cranial, o que significa que quando maior a idade, menor é a diferença dessas variáveis entre lados.

Para a região caudal foi observado correlação negativa da variável idade com VS ($p=0,0040$) e VD ($0,0279$), isso significa que a medida que a idade aumenta, menor é a diferença de VS e VD entre os lados.

Para todas as regiões foi observado correlação negativa entre a variável idade com diâmetro longitudinal ($p=0,0093$), o que significa que a medida que a idade aumenta menor é a diferença de diâmetro longitudinal entre os lados.

5. DISCUSSÃO

Estudos com ultrassonografia modo-B e Doppler espectral nas artérias carótidas comuns de equinos já foram desenvolvidos (Cipone *et al.*, 1997; Schmucker *et al.*, 2000; Aguiar, 2015), entretanto, ainda não existem relatos envolvendo muares na literatura consultada.

Krejza *et al.* (2006) realizaram uma pesquisa envolvendo a ultrassonografia modo-B e Doppler espectral para a avaliação das artérias carótidas comuns de 306 mulheres e 194 homens. Foram realizadas as medições da circunferência e comprimento dos pescoços para a correlação com o diâmetro e EIM das artérias carótidas comuns. As mulheres apresentaram o diâmetro das artérias carótidas comuns direita maiores que o lado esquerdo, já, os homens não apresentaram diferença significativa entre os lados. Verificou-se também que as mulheres apresentaram valores mais baixos referente ao diâmetro, EIM, massa corpórea, circunferência e comprimento dos pescoços.

Em relação a esse estudo foram avaliados nas fêmeas equina e nos muares a massa corpórea, circunferências dos pescoços, por meio, de três regiões denominadas de: base do pescoço, médio e cranial, além do comprimento dos pescoços. Esse procedimento foi realizado devido ao fato das artérias carótidas comuns em fêmeas equina e muares variarem ao longo do seu comprimento (FARUHATA, 1964; KHAMAS, AL-HALLAK, GHOSHAL, 2002).

Os muares apresentaram valores maiores referentes a circunferência da região médio, já, em relação a base do pescoço e cranial, tanto os muares quanto as fêmeas equina apresentaram valores semelhantes. Provavelmente os muares apresentaram valores maiores de circunferências dos pescoços, devido ao fato de ser pequenos e robustos (CHIRGWIN; ROOVER; DIJKMAN, 2000), já, em relação a massa corpórea, idade e comprimento dos pescoços dos animais em estudo, as fêmeas equina apresentaram valores maiores.

Para as variáveis de diâmetro e EIM das artérias carótidas comuns direita e esquerda das fêmeas equina e muares, não houve significância estatística na comparação. Em relação ao gênero dos muares foi possível observar que as fêmeas muar apresentaram menores valores em relação ao

diâmetro longitudinal e transversal, similar aos estudos de Krejza *et al.* (2006) e Denarie *et al.* (2000) em humanos e Cipone *et al.* (1997) com equinos, já, em relação ao estudo de Aguiar (2015) com equinos da raça quarto de milha, não houve diferença significativa entre os gêneros.

Em relação à EIM das artérias carótidas comuns dos muare, não houve diferença significativa entre os gêneros, similar ao descrito por Aguiar (2015) com equinos da raça quarto de milha, porém, em humanos, as mulheres apresentam valores menores, como descrito por Denarie *et al.* (2000) e Krejza *et al.* (2006).

As artérias carótidas comuns direita avaliada por Aguiar (2015) apresentaram valores maiores nos diâmetros e EIM que as artérias carótidas comuns esquerda, sendo que essa diferença estava relacionado à maior idade dos animais e não ao gênero. Em relação ao presente estudo, verificou-se que não houve diferença significativa entre os lados nas fêmeas equina, equivalente ao explanado por Schmuck *et al.* (2000) com equinos sedados, entretanto, os animais na atual pesquisa não foram anestesiados e nem sedados.

As diferenças encontradas neste trabalho e o de Aguiar (2015), podem estar relacionadas com a variedade de raças e de animais castrados, pois essa pesquisa limitou-se a animais sem raça definida (SRD) e as informações de castração dos mesmos não foram inclusas, o que pode ter limitado outros conhecimentos. Apesar disso, as variáveis de diâmetros e EIM das artérias carótidas comuns, em conjunto com as circunferências dos pescoços podem possuir diferença entre cada animal, pois existem várias variáveis que podem interferir como, por exemplo, a raça, massa corpórea, idade, castração e o gênero.

As fêmeas muar apresentaram diferenças entre os lados das artérias carótidas comuns, ou seja, o diâmetro transversal foi maior para o lado direito, já, os machos muar apresentaram diferença significativa entre os lados quanto ao diâmetro longitudinal, sendo que, o lado esquerdo apresentou maior valor. Contudo, podem existir diferenças em relação ao diâmetro e EIM das artérias carótidas comuns em plano longitudinal e transversal, pois o recomendado é obter imagens em plano longitudinal para avaliação do diâmetro, EIM e das variáveis do Doppler nas artérias carótidas comuns. O plano transversal pode

ser utilizado, porém, exige cautela, pois pode subestimar ou superestimar os valores verdadeiros (LIGUORI, PAOLILLO, PIETROSANTO, 2002; BROOM, 2011; ZANINI, 2012; FREIRE *et al.*, 2015), no entanto, obter informações somente pelo o plano transversal não são totalmente precisas.

Na avaliação da idade, os muares apresentaram correlações positivas com a massa corpórea, diâmetro longitudinal e transversal, e com circunferências dos pescoços (base do pescoço, região médio e cranial). Em relação as fêmeas equina, a idade, possuiu correlação positiva com a parede longitudinal, equivalente ao proposto por Aguiar (2015), e negativas com a massa corpórea e a porção da base do pescoço. Notou-se que a idade das fêmeas equina não apresentou correlação significativa com os diâmetros das artérias carótidas comuns, contrapondo os resultados divulgados por Aguiar (2015) com equinos e Krejza *et al.* (2006); Torres *et al.* (2007); Freitas *et al.* (2008) e Coll *et al.* (2013) em humanos. Verificou também que a idade das fêmeas equina não apresentaram correlação com circunferências dos pescoços, com exceção da base do pescoço que apresentou correlação negativa.

Para variável massa corpórea dos muares houve correlações positivas com a idade, diâmetro longitudinal e transversal, e com a base do pescoço. Já as fêmeas equina, apresentaram correlações positivas com diâmetro longitudinal e transversal, e com as circunferências dos pescoços, incluindo o comprimento. Dessa forma foi possível avaliar que a massa corpórea dos animais influenciaram no diâmetro longitudinal e transversal das artérias carótidas comuns, semelhantes aos explicitados por Higa (2009), Denarie *et al.* (2000) e Zanini (2012) em humanos e por Cipone *et al.* (1997) e Aguiar (2015) com equinos.

A massa corpórea influenciou também em relação as circunferências dos pescoços das fêmeas equina, sendo que nos muares foi à idade. Essa correlação de massa corpórea com a circunferência dos pescoços, já, foi salientado por Krejza *et al.* (2006) em humanos.

Para as variáveis do Doppler, observou-se diferença significativa entre as variáveis IR, IP e VS, tanto no lado direito quanto no esquerdo caudal, sendo que as fêmeas equina apresentaram valores maiores que os muares. Em relação ao gênero dos muares notou-se que as fêmeas apresentam valores

maiores entre as variáveis VS, VM e FVI, semelhante a Barbosa *et al.* (2006) em humanos e contrapondo o resultado apresentado por Cipone *et al.* (1997) com equinos, onde os machos apresentaram valores maiores de VS.

A variável IR dos muares, apresentou correlações positivas com IP, VS e massa corpórea, e correlações negativas com o VD e o diâmetro transversal. Em relação às fêmeas equina houve correlações positivas com IP, VS, FVI, idade, diâmetro longitudinal e transversal, e negativa com VD, ou seja, encontrou-se uma correlação positiva da variável IR com a massa corpórea para os muares, já, em relação às fêmeas equina é com a idade, assim como obtidos por Aguiar (2015) em equinos e por Barbosa *et al.* (2006) em humanos. Houve também correlação positiva de IR com diâmetro longitudinal e transversal para as fêmeas equina, enquanto, que nos muares foi negativa.

O IP tem sido sugerido para a padronização do fluxo sanguíneo, pois é mais sensível para diferenciar ondas anormais (MOREIRA *et al.*, 2008), e tanto o IP como o IR, são medidas independente do ângulo de insonação (POZOR, MCDONNELL, 2004; BAILEY *et al.*, 2012). Por consequência, esse trabalho utilizou o IP para obter as variáveis do Doppler espectral, devido a sua sensibilidade e independência do ângulo de insonação.

Em relação à variável IP dos muares notou-se correlações positivas com IR e massa corpórea, e negativas com VD e VM. Já as fêmeas equina a variável IP apresentou correlações positivas com o IR, VS, idade, diâmetro longitudinal e transversal, e correlação negativa com VD, ou seja, observou-se correlação positiva entre a variável IP com a massa corpórea para os muares, já, em relação as fêmeas equina é com a idade, assim como declarado por Aguiar (2015) com equinos e Barbosa *et al.* (2006) em humanos.

O IR normalmente possui correlação positiva com IP e negativa com VD (CARVALHO, 2009; KIYOTA, 2014), e essa analogia foi verificada em fêmeas equina e muares, pois esse procedimento permite avaliar a resistência do vaso e a velocidade do fluxo sanguíneo. Altos índices de IR indicam menor elasticidade arterial, ou seja, maior resistência vascular da região irrigado. Contudo, existe uma similitude entre o aumento do IR carotídeo e fatores de risco para aterosclerose (CARVALHO, 2009; KIYOTA, 2014).

Para a variável VS notou-se correlações positivas com VM, FVI, VD e IR, e negativas com idade, diâmetro longitudinal e transversal para os muares. Já

em relação às fêmeas equina, observou-se correlações positivas com VM, FVI, VD, IP e IR e nenhuma negativa, ao contrário de Cipone *et al.* (1997), onde teve correlação negativa com os diâmetros dos vasos em equinos. Neste estudo, isso foi visualizado estatisticamente apenas nos muares, contrapondo os resultados de Hansen *et al.* (1995) em humanos, onde existe correlação positiva entre essas variáveis.

Segundo Appleton e Hatle (1992), em humanos o VS apresenta correlação negativa com a idade, e nesta pesquisa, isso foi evidenciado estatisticamente somente nos muares, quanto as fêmeas equina não foi significativamente considerável.

Em relação à variável VD dos muares houve correlações positivas com VM, FVI e VS, e negativas com IR, IP e massa corpórea. Para as fêmeas equina notou-se correlações positivas com VM, FVI e VS, e negativas com IR, IP, massa corpórea e diâmetro transversal. Observou-se que tanto nos muares quanto nas fêmeas equina, a massa corpórea apresentou correlação negativa com a variável VD, dado equivalente a Appleton e Hatle (1992) em humanos.

A variável VM dos muares apresentou correlações positivas com as variáveis FVI, VS e VD, e negativas com IP, idade, massa corpórea, diâmetro longitudinal e transversal. Quanto às fêmeas equina, notou-se correlações positivas com FVI, VS e VD e nenhuma negativa, ao contrário de Cipone *et al.* (1997), que observou correlação negativa com os diâmetros dos vasos em equinos. Neste estudo, isso foi visualizado estatisticamente apenas nos muares.

Conforme Schmidt-Trucksass *et al.* (1999) verificaram-se correlação negativa de VM e a idade em estudo realizado em humanos, semelhante aos resultados encontrados em muares, entretanto, a associação dessas variáveis tem sido estudada e correlacionada com a idade (BARBOSA *et al.*, 2006).

Em relação à variável FVI notou correlações positivas entre VM, VS, e VD, e negativas com idade, diâmetro longitudinal e transversal para muares. Quanto às fêmeas equina, notou apenas correlações positivas com VM, VS, VD e IR. Apesar dos resultados apontados sobre o FVI, não há relatos na literatura consultada de correlação envolvendo essa variável em equinos.

Em comparação entre os lados das artérias carótidas comuns dos muares observou que a idade teve correlações negativas com IR, IP, e parede

transversal, na porção caudal das fêmeas. Isso significa que a medida que a idade aumenta, menor é a diferença dessas variáveis entre os lados, contrapondo os resultados apresentados por Denarié *et al.* (1999) e Barbosa *et al.* (2006) em humanos.

Em comparação entre os lados para os machos foi observado correlação positiva entre a variável idade com o IR. Isso significa que a medida que a idade aumenta, maior é a diferença dessa variável entre os lados, semelhante o resultado apresentados por Barbosa *et al.* (2006) em humanos e contraponto o resultado descrito das fêmeas muar. Houve também correlação negativa da variável idade com a parede longitudinal para os machos, o que significa que quanto maior a idade, menor é a diferença de parede longitudinal entre os lados.

Verificou diferença entre os lados na amostra de todas as regiões conjuntamente para as fêmeas muar quanto a IR, IP, VD e diâmetro transversal, sendo que os valores de IR e IP são maiores no lado esquerdo e de VD e diâmetro transversal são maiores no lado direito, entretanto, não é totalmente confiável adquirir informações apenas pelo o plano transversal, pois não são totalmente precisas (LIGUORI, PAOLILLO, PIETROSANTO, 2002; BROOM, 2011; ZANINI, 2012; FREIRE *et al.*, 2015).

Os machos muar apresentaram o diâmetro longitudinal das artérias carótidas comuns esquerda maior que a direita, contrapondo o resultado apresentado por Krejza *et al.* (2006) com homens que não possuem diferença significativa entre os lados e contrapondo também os resultados apresentados por Denarié *et al.* (1999), com homem que apresentaram os diâmetros das artérias carótidas comuns do lado direito maiores que o esquerdo.

Para os lados das artérias carótidas comuns das fêmeas equina não foi identificada diferença significativa, contrapondo o resultado apresentado por Aguiar (2015) com equinos da raça quarto de milha e Krejza *et al.* (2006) com mulheres, onde o lado direito dos vasos apresentaram maiores valores.

Observou associação negativa da variável idade com o diâmetro longitudinal e transversal para a região cranial e todas as regiões conjuntamente, o que significa que quando maior a idade, menor é a diferença dessas variáveis entre lados das fêmeas equina. Para a região caudal houve correlação negativa da variável idade com VS e VD, isso significa que a medida

que a idade aumenta, menor é a diferença dessas variáveis entre os lados, similar ao relatado por Barbosa *et al.* (2006) em humanos.

A ultrassonografia na medicina humana é amplamente utilizada como estimativa do grau de estenose e avaliação quanto à ecogenicidade das placas ateroscleróticas depositadas nas artérias carótidas comuns (SUMER, 1999). A ecogenicidade e a ecotextura das paredes tem sido confiável para determinar o conteúdo de tecido mole e a quantidade de calcificação depositadas, segundo o Baroncini *et al.* (2006).

As imagens adquiridas nesta pesquisa procuraram manter melhor qualidade, necessitando a alteração na técnica (ganho de brilho e na profundidade) em cada caso. Segundo Sarmiento *et al.* (2014), esses parâmetros, mesmo alterados, não interferem significativamente nos resultados do HEC.

Conforme Lima *et al.* (2013) o artefato de reforço acústico representa um determinado aumento localizado na amplitude do eco que ocorre posterior a uma estrutura de baixa atenuação, como por exemplo, o líquido. Em avaliação ultrassonográfica o reforço aparece como uma área de claridade mais intensa. Neste trabalho as mensurações foram realizadas na parede superior para evitar possível artefato. Contudo a maioria dos estudos com o HEC nas artérias carótidas comuns em humanos (WOHLIN *et al.*, 2009; NOTO *et al.*, 2012; SARMENTO *et al.*, 2014), as medidas são realizada na parede inferior (distal), devido à presença de placas ateroscleróticas. Porém não é possível afirmar se o artefato de reforço interfere (positivamente ou negativamente) ou não, significativamente nos resultados do HEC.

Existem estudos do HEC com humanos (LIND *et al.*, 2008; SARMENTO *et al.*, 2014; NOTO *et al.*, 2012) para avaliação de placas ateroscleróticas, sendo que trabalhos com HEC na parede dos vasos em pacientes saudáveis ainda são poucos encontrados, o que torna importante novos estudos sobre esse assunto.

Não visualizou-se alterações nos vasos analisados, o que torna imperativo um trabalho mais detalhado do HEC nesses casos de placas ateroscleróticas, pois essas alterações tem se tornado frequentes em animais de companhia (HESS *et al.*, 2013). Segundo Ribeiro e Shintaku (RIBEIRO, SHINTAKU, 2004) o surgimento de placas ateroscleróticas em seres humanos esta relacionada à má

alimentação. Supõe-se que os aparecimentos de placas ateroscleróticas em animais estejam relacionados à humanização dos mesmos.

Aguiar et al. (2014) explanou um caso de placa aterosclerótica na artéria carótida comum de um equino com 32 anos com histórico de cardiopatia, onde foi observado uma massa ecóica obstruindo 40% da luz do vaso e prejudicando a passagem do fluxo sanguíneo. Em situações como a anterior, o HEC, assim como, na medicina humana (WOHLIN *et al.*, 2009; SARMENTO *et al.*, 2014; BARONCINI *et al.*, 2006; NOTO *et al.*, 2012), pode complementar a avaliação de forma quantitativa, permitindo assim, a diferenciação espacial da distribuição em níveis de cinza em uma imagem ou textura.

Nesse estudo, foram utilizados apenas animais saudáveis, e conforme o HEC, as paredes dos vasos apresentaram ecotextura heterogênea nos muares e fêmeas equina, sendo que a heterogenicidade das fêmeas equina foi superior que a de muares. Já em relação à ecogenicidade os muares demonstraram valores maiores do que as fêmeas equina.

O HEC apresentou diferença significativa entre os gêneros de luar, onde as fêmeas demonstraram parede mais hiperecogênica e ecotextura menos heterogenia que os machos.

Para os muares observou-se correlação positiva da parede longitudinal com Max, o que significa que quanto maior a parede longitudinal, maior a possibilidade de pixels hiperecogênicos, sendo que essa informação não foi significativa para as fêmeas equina.

Nos muares houve também correlação negativa de peso com as variáveis Mean, Max e Mode, significando que quanto menor o peso dos animais, maior a possibilidade de pixels hiperecogênico, o que diferencia das fêmeas equina, pois o peso apresentou correlação positiva com Mean e Mode, ou seja, quanto maior o peso maior a possibilidade de pixels hiperecogênicos.

A correlação positiva entre Mean e Mode é consideravelmente normal, e essa similaridade está presente em grandes partes dos estudos envolvendo HEC (SANTOS et al., 2009; SVICERO, 2014), e neste trabalho esta similaridade foi observada tanto nos muares quanto nas fêmeas equina. É importante salientar que o Mean e Mode podem diferenciar estatisticamente (SANTOS, 2017), o que pode dificultar a interpretação dos resultados obtidos pelo HEC.

Em relação à ecotextura dos muares foi identificado que quanto mais jovem o animal for, maior será a homogenicidade da parede do vaso, entretanto, nas fêmeas equina essa afirmação não foi relevante.

Segundo Bersi et al. (2014) e Kiyota (2014), o enrijecimento das artérias carótidas comuns está relacionado com o envelhecimento. O enrijecimento, assim como a calcificação de artérias, faz com que a parede dos vasos apresente um aspecto hiperecogênico na ultrassonografia acompanhada de sombra acústica, devido impedância acústica grande, o que pode também estar relacionado com o aumento da idade (PARK *et al.*, 1993; SHAW *et al.*, 2006; SAIJO *et al.*, 2006; SAIJO *et al.*, 2006; KIYOTA, 2014; SOARES *et al.*, 2015). Porém, neste estudo, a idade dos muares tiveram correlação negativa com as variáveis Mode e Mode (Count)/Count(%). Isso significa que à medida que o animal envelhece, as paredes dos vasos apresentarão mais quantidade de pixels hipoecogênico, já, as fêmeas equina essa afirmação não foi significativo.

Devido à ausência de estudos na literatura com HEC em paredes de vasos com muares e fêmeas equina, não é possível afirmar se ocorre essa diferença de ecogenicidade e ecotextura entre esses animais, o que realça a importância de novos estudos com o HEC.

6. CONCLUSÃO

Existem diferenças entre fêmeas equina e muares nas variáveis do Doppler, HEC, e nas correlações realizadas, assim como, entre os gêneros dos muares, quanto as variáveis do modo-B, Doppler e HEC.

7. ARTIGOS CIENTÍFICOS

7.1 Artigo 1

As normas de submissão do artigo científico 1, estão de acordo com o periódico “Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia” (*Brazilian Journal of Veterinary and Animal Sciences*) e está disponível no site (<<http://www.scielo.br/revistas/abmvz/pinstruc.htm>>).

Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia - Manuscript ID ABMVZ-2018-10507



Secretaria ABMVZ <onbehalf@manuscriptcentral.com>

sex 05/01, 17:25

Você; m_vettorato@hotmail.com; maria.cast@fmbz.unesp.br; m_vettorato@hotmail.com; je_jeana@hotmail.com; marfernandes@fmbz.unesp.br; mais 2



Responder | v

05-Jan-2018

Dear Mr. Vettorato:

Your manuscript entitled "Avaliação ultrassonográfica, modo-B e Doppler espectral, das artérias carótidas comuns em equinos e muarees" has been successfully submitted online and is presently being given full consideration for publication in the Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.

Your manuscript ID is ABMVZ-2018-10507.

Please mention the above manuscript ID in all future correspondence or when calling the office for questions. If there are any changes in your street address or e-mail address, please log in to ScholarOne Manuscripts at <https://mc04.manuscriptcentral.com/abmvz-scielo> and edit your user information as appropriate.

You can also view the status of your manuscript at any time by checking your Author Center after logging in to <https://mc04.manuscriptcentral.com/abmvz-scielo>.

Thank you for submitting your manuscript to the Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.

Sincerely,

Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia Editorial Office

ScholarOne Manuscripts™
Michel Vettorato
Instructions & Forms
Help
Log Out

Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia

Home
Author

Author Dashboard

1 Submitted Manuscripts
2 Manuscripts with Decisions
Start New Submission
Legacy Instructions
5 Most Recent E-mails

Submitted Manuscripts

STATUS	ID	TITLE	CREATED	SUBMITTED
ADM: ABMVZ, Secretaria	ABMVZ-2018-10507	Avaliação ultrassonográfica, modo-B e Doppler espectral, das artérias carótidas comuns em equinos e muarees	05-Jan-2018	05-Jan-2018
Awaiting Admin Processing		View Submission		

Avaliação ultrassonográfica, modo-B e Doppler espectral, das artérias carótidas comuns em equinos e muares

[Ultrasound, B-mode and spectral Doppler evaluation of common carotid arteries in horses and mules]

J.L. Fogaça¹, M.C.R. Castiglioni², M.C. Vettorato³, J.P. Silva⁴, M.A. R. Fernandes⁵
J.N.P.P. Filho⁶, V.M.V. Machado⁷

¹Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Distrito de Rubião Junior, S/N, Botucatu - São Paulo – Brasil. E-mail: jessicaleite@hotmail.com

²Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Distrito de Rubião Junior, S/N, Botucatu - São Paulo – Brasil. E-mail: maria.cast@fmvz.unesp.br

³Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Distrito de Rubião Junior, S/N, Botucatu - São Paulo – Brasil. E-mail: m_vettorato@hotmail.com

⁴Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Distrito de Rubião Junior, S/N, Botucatu - São Paulo – Brasil. E-mail: je_jeana@hotmail.com

⁵Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” - Faculdade de Medicina Campus de Botucatu, Departamento de Dermatologia e Radioterapia Distrito de Rubião Junior, S/N, Botucatu - São Paulo – Brasil.
E-mail: marfernandes@fmb.unesp.br

⁶Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Distrito de Rubião Junior, S/N, Botucatu - São Paulo – Brasil. E-mail: jnppf@fmvz.unesp.br

⁷Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Distrito de Rubião Junior, S/N, Botucatu - São Paulo – Brasil. E-mail: vaniamvm@fmvz.unesp.br

RESUMO

A ultrassonografia convencional e Doppler espectral nas artérias carótidas comuns em equinos e muares são considerados escassos, diferente da medicina humana. Esse trabalho propôs comparar as variáveis de ultrassonografia modo-B e Doppler espectral em 11 equinos e 11 muares, além de verificar as diferenças dessas variáveis entre os gêneros dos muares. Os procedimentos avaliados foram: diâmetro, espessura da camada íntima - média (EIM), índice de resistividade (IR), índice de pulsatilidade (IP), velocidade sistólica (VS), velocidade diastólica (VD), velocidade máxima (VM) e índice de vascularização de fluxo (FVI). Essas variáveis foram avaliados em três regiões: cranial, médio e caudal nas artérias carótidas dos animais. O diâmetro e EIM não possuem diferença entre equinos e muares. As variáveis IR, IP e VS, tanto para o lado direito e esquerdo caudal, apresentaram diferença, sendo em equinos maiores valores. Quanto aos gêneros de muares, houve diferença entre o diâmetro no plano longitudinal e transversal, sendo nos machos maiores valores. Encontrou diferença para as variáveis do Doppler espectral, no VS, VM e FVI apresentaram maiores valores para as fêmeas. Existe desigualdade entre equinos e muares nas variáveis do Doppler espectral, e entre os gêneros de muares nas variáveis de ultrassonografia modo-B e Doppler espectral.

Palavras chaves: Ultrassonografia. Doppler. Artérias carótidas comuns. Equinos. Muares.

ABSTRACT

Conventional ultrasound and spectral Doppler in the common carotid arteries in horses and mules are considered scarce, different from human medicine. This work proposes to compare the B-mode and Doppler spectral Doppler ultrasound variables in 11 horses and 11 mules, in addition to verifying the differences of these variables among the muares genres. The procedures evaluated were: diameter, intima - media thickness (EIM), resistivity index (IR), pulsatility index (PI), systolic velocity (VS), diastolic velocity (VD), maximum velocity of flow vascularization (FVI). These variables were evaluated in three regions: cranial, middle and caudal in the carotid arteries of the animals. The diameter and EIM have no difference between horses and mules. The variables IR, IP and VS, both for the right and left caudal, presented difference, being in equines greater values. Regarding the muares genus, there was a difference between the

diameter in the longitudinal and transverse plane, being in males greater values. It found difference for spectral Doppler variables, in VS, MV and FVI presented higher values for females. There is inequality between horses and mules in the spectral Doppler variables, and between muar types in the B-mode and spectral Doppler ultrasound variables.

Keywords: Ultrasonography. Doppler. Common carotid arteries. Horses. Mules.

INTRODUÇÃO

As artérias carótidas comuns em equinos e muares são descritas como ambas originadas do tronco bicarótideo e se estendem dorsalmente à traquéia na região cervical. Esses vasos apresentam diversos ramos colaterais, entre eles, os principais são: os musculares, traqueais, esofágicos, artéria tireóidea cranial e caudal, artéria faríngea ascendente e artéria parótidea (Getty, 1981).

As artérias carótidas comuns em equinos e muares na extremidade cranial ramificam-se em artéria carótida externa, interna e artéria occipital, na altura do músculo cricofaríngeo. A artéria carótida externa, é considerada a maior artéria dos três ramos e compõe a continuação da artéria carótida comum. Já a artéria occipital é geralmente o segundo maior ramo da trifurcação, e origina-se na artéria carótida externa (Nurul e Hayal, 2011).

A artéria carótida interna é responsável por conduzir o fluxo sanguíneo rico em oxigênio diretamente para o cérebro, já, a artéria carótida externa é responsável por emitir ramos para a irrigação sanguínea das estruturas da face (Getty, 1981; Soares e Frigueredo, 2010). A artéria occipital é responsável pela irrigação da região occipital e as áreas caudais das meninges, anastomosa-se com a artéria espinhal mediana e a artéria vertebral, além de contribuir com o suprimento do sistema nervoso central (Konig e Liebich, 2004).

As doenças que acometem o sistema nervoso central (SNC) em equinos e muares representam uma parcela relativamente importante das afecções (Pessoa *et al.*, 2014; Aguiar *et al.*, 2014; Aguiar, 2015). Na medicina veterinária, as placas ateroscleróticas depositadas nas artérias carótidas comuns não são tão frequentes como na medicina humana, o qual é considerado uma das maiores causas de mortalidade no mundo (Rosa; Kramer; Castro, 2003; Ribeiro e Shintaku, 2004), entretanto, Aguiar *et*

al. (2014) descreveram um caso de placas ateroscleróticas depositadas nas artérias carótidas comuns de um equino da raça Quarto de Milha, de 32 anos de idade com histórico de cardiopatia, sendo que o exame ultrassonográfico convencional ou modo bidimensional (modo-B), permitiu a avaliação precoce dessa enfermidade.

Outras alterações que acometem frequentemente as artérias carótidas comuns nos humanos e animais, são as estenoses, devido às doenças secundárias como, por exemplo, neoplasias e traumas (Bonamigo; lucas, 2007; Freitas *et al.*, 2008; Svicero *et al.*, 2013; Kandiah *et al.*, 2014). Outras alterações que podem acometer também essas grandes artérias são os enrijecimentos devido à senilidade arterial ou secundário a processos lesivos crônicos, e dissecação (Mendes; Themudo, 2008), além da malformação, aneurisma e acidentes cirúrgicos. Segundo Aguiar (2015) a ultrassonografia Doppler espectral é uma ferramenta acoplada ao modo-B e avalia a hemodinâmica do fluxo sanguíneo, permitindo deste modo o diagnóstico de diversas enfermidades.

Pesquisas de ultrassonografia modo-B e Doppler espectral nas artérias carótidas comuns, já, foram relatados em equinos (Cipone *et al.*, 1997; Schumucker *et al.*, 2000; Aguiar, 2015), entretanto, não tem estudo com os muares na literatura consultada. Os muares não são considerados equinos, pois são resultantes do cruzamento entre equinos e asininos (Salles *et al.*, 2013). Os equinos e muares compartilham uma ascendência comum, mas evoluíram morfologicamente, apresentando algumas características distintas (Alsafy *et al.*, 2008). Devido a isso, esse trabalho propôs comparar as variáveis de ultrassonografia modo-B e Doppler espectral nas artérias carótidas comuns em equinos e muares, além de verificar as diferenças dessas variáveis entre os gêneros dos mesmos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Essa pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética no uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu (FMVZ/UNESP) (Protocolo nº 0100/2017) e foi desenvolvida na fazenda Edgárdia – UNESP Campus Botucatu, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ).

Foram utilizados 22 animais pertencentes à área de ensino, pesquisa e extensão em equídeos da FMVZ, UNESP Botucatu. Os mesmos foram distribuídos em dois grupos, 11 fêmeas equina saudáveis, sem raça definida (SRD), com massa corpórea de

348 a 486 quilogramas (Kg) e idade de 5 a 25 anos, e 11 muareas (seis machos e cinco fêmeas) saudáveis, com massa corpórea de 350 a 462 Kg e idade de 4 a 12 anos. Ainda, os muareas foram divididos em machos e fêmeas, por gênero.

Os animais para realização dos exames ultrassonográficos foram conduzidos até os troncos individuais por um guia capacitado para o manejo. Os troncos foram utilizados para permitir a segurança dos profissionais e do conforto dos animais. O posicionamento dos animais foi respeitado de acordo com a acomodação dos mesmos, entretanto, todos permaneceram com a cabeça acima da linha de cernelha, no qual se tornou um posicionamento padrão e confortável. Os animais durante os exames ultrassonográficos não foram submetidos a jejum hídrico e sólido, e nem a procedimentos sedativos para evitar alterações hemodinâmicas.

Para a execução dos exames ultrassonográficos aplicou-se álcool isopropílico na concentração de 30% água e 70% álcool na região a ser examinada, seguido de gel de silicone para a proteção dos transdutores. O álcool dispensa a tricotomia e junto com o gel melhora a condução das ondas ultrassonográficas.

O aparelho utilizado no referido experimento foi do modelo MyLab®30 da marca (Esaote, Italia). Para a análise do fluxo, foi utilizado um *pre-set* cardíaco para a avaliação do fluxo sanguíneo das artérias carótidas comuns. O *pre-set* permite avaliar estruturas de elevado fluxo sem alteração do ângulo de insonação. Utilizou-se um transdutor linear (3,0 a 11,0 megahertz (MHz) da marca Esaote, Italia) para obtenção das imagens do modo-B e um convexo (1,0 a 8,0 MHz da marca Esaote, Italia) para imagens do Doppler espectral. Essas imagens foram adquiridas em três regiões denominadas: cranial, médio e caudal (Fig. 28). Esse procedimento foi realizado, devido ao fato das artérias carótidas comuns em equinos e muareas variarem ao longo do seu comprimento.

Os pontos anatômicos dessas regiões foram classificadas como ponto de mensuração cranial, médio e caudal. O ponto cranial foi identificado como uma linha tangenciando os côndilos do osso occipital dorsalmente e o ângulo da mandíbula ventralmente. O ponto médio foi considerado uma linha dorso-ventral que tangência caudalmente a fôvea articular da quarta vértebra cervical. O ponto caudal estabeleceu uma linha dorso-ventral caudalmente que tangência a sétima vértebra cervical.



Figura 28 - Fêmea equina: cranial (A), médio (B) e caudal (C). Muar fêmea: cranial (D), médio (E) e caudal (F). As imagens foram obtidas no plano longitudinal e transversal, tanto nas fêmeas equina quanto nos muares.

Posteriormente, foi selecionada a opção do IP para as imagens de ultrassonografia Doppler espectral (Fig. 29), para obtenção das variáveis: índice de resistividade (IR), índice de pulsatilidade (IP), velocidade sistólica (VS), velocidade diastólica (VD), velocidade máxima (VM) e índice de vascularização-fluxo (FVI). Adicionalmente, o IR e IP, além de fornecerem, concedem também informações sobre a impedância do vaso.

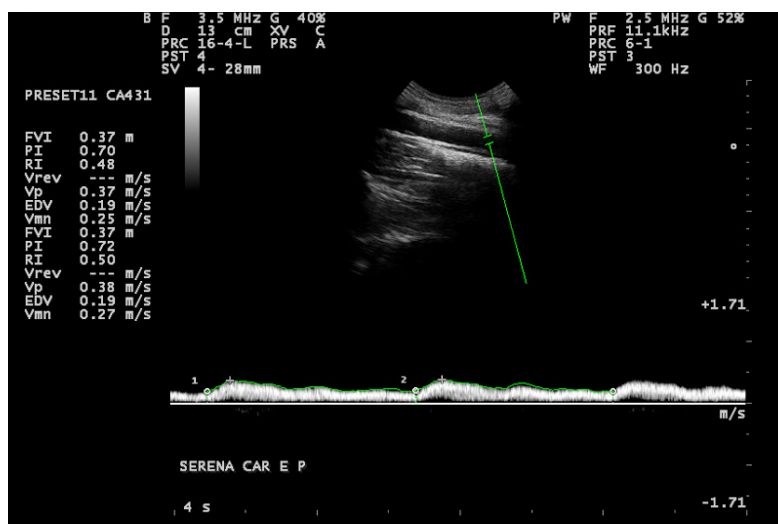


Figura 29 - Imagem do Doppler espectral de uma artéria carótida comum de um muar. Nota-se o contorno do espectro para determinar os valores do IP, IR, VS, VD, VM e FVI do fluxo sanguíneo.

As imagens do modo-B, tanto no plano longitudinal e transversal (Fig. 30), foram utilizadas para as medições dos diâmetros e das EIM das artérias carótidas comuns.

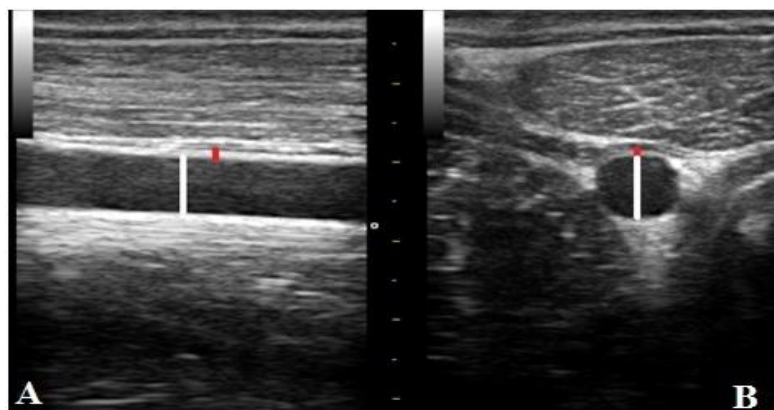


Figura 30 - Imagem de ultrassonografia modo-B em plano longitudinal (A) e transversal (B). Nota-se o traço vermelho indicando à espessura da túnica interna e média, já, a branca é referente ao diâmetro do lúmen do vaso.

Todos os valores do IP, IR, VS, VD, VM, FVI, EIM e os diâmetros das artérias carótidas comuns direita e esquerda, foram inseridos em uma tabela elaborada no Microsoft Excel 2013 para a análise estatística.

Foi utilizado o software The Sas System 9.0 para o cálculo da média e desvio padrão em cada grupo. Posteriormente foi aplicado o teste de Mann-Whitney para a comparação das duas amostras.

Nesse trabalho consideraram uma significância de 5%, ou seja, a hipótese nula foi rejeitada quando p-valor foi menor ou igual a 0,05.

RESULTADOS

Para as variáveis de diâmetro e EIM das artérias carótidas comuns direita e esquerda, não foi observado significância estatística na comparação entre as fêmeas equina e muare, uma vez que todos os p-valores foram superiores a 0.05.

As variáveis IR (Tab. 17), IP (Tab. 18) e VS (Tab. 19), tanto no lado direito (IR: $p=0,0016$, IP: $p=0,0031$ e VS: $p=0,0126$) quanto esquerdo caudal (IR: $p=0,0150$, IP: $p=0,0164$ e VS: $0,0392$), apresentaram diferença significativa, pois as fêmeas equina obtiveram maiores valores em todas estas variáveis. Quanto às variáveis VD, VM e FVI não foram observadas diferença significativa.

Tabela 17 - Comparação do índice de resistividade (IR) entre regiões e lados, das fêmeas equina e muares.

Lado	Região	Animais	Média	Desvio padrão	p-valor
Direito	Cranial	Muares	0,63	0,05	0,078
		Equinos	0,68	0,05	
	Médio	Muares	0,63	0,09	0,1396
		Equinos	0,69	0,1	
	Caudal	Muares	0,62	0,07	0,0016*
		Equinos	0,72	0,06	
Esquerdo	Cranial	Muares	0,62	0,06	0,2178
		Equinos	0,65	0,1	
	Médio	Muares	0,65	0,05	0,1778
		Equinos	0,58	0,11	
	Caudal	Muares	0,66	0,06	0,0150*
		Equinos	0,73	0,07	

Legenda: * diferença menor que 0.05 (p.valor) entre os animais.

Tabela 18 - Comparação do índice de pulsatilidade (IP) entre regiões e lados, das fêmeas equina e muares.

Lado	Região	Animais	Média	Desvio padrão	p-valor
Direito	Cranial	Muares	1,09	0,16	0,0980
		Equinos	1,28	0,22	
	Médio	Muares	1,15	0,35	0,1661
		Equinos	1,38	0,44	
	Caudal	Muares	1,12	0,23	0,0031*
		Equinos	1,49	0,21	
Esquerdo	Cranial	Muares	1,08	0,21	0,1697
		Equinos	1,21	0,28	
	Médio	Muares	1,17	0,17	0,3933
		Equinos	1,33	0,41	
	Caudal	Muares	1,27	0,26	0,0164*
		Equinos	1,60	0,32	

Legenda: * diferença menor que 0.05 (p.valor) entre os animais.

Tabela 19 - Comparação da velocidade sistólica (VS) entre regiões e lados, das fêmeas equina e muares.

Lado	Região	Animais	Média (m/s)	Desvio padrão	p-valor
Direito	Cranial	Muares	0,37	0,09	0,0620
		Equinos	0,45	0,10	
	Médio	Muares	0,42	0,07	0,5588
		Equinos	0,46	0,13	
	Caudal	Muares	0,37	0,07	0,0126*
		Equinos	0,47	0,07	
Esquerdo	Cranial	Muares	0,37	0,1	0,2177
		Equinos	0,46	0,16	
	Médio	Muares	0,43	0,11	0,3579
		Equinos	0,47	0,07	
	Caudal	Muares	0,42	0,06	0,0392*
		Equinos	0,54	0,15	

Legenda: * diferença menor que 0.05 (p.valor) entre os animais.

A Tab. 20 ilustra a média e desvio padrão para as variáveis do Doppler espectral, seguido do p-valor do teste de Mann-Whitney para comparação da amostra de sexo entre os muares.

Tabela 20 - Comparação referente ao gênero de luar.

	Fêmea		Macho		p-valor
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	
IR	0,64	0,06	0,63	0,07	0,3150
IP	1,13	0,19	1,16	0,27	0,7967
VS (m/s)	0,43	0,09	0,37	0,07	0,0201*
VD (m/s)	0,15	0,04	0,14	0,05	0,1932
VM (m/s)	0,25	0,06	0,20	0,04	0,0029*
FVI (m)	0,39	0,09	0,31*	0,06	0,0008*

Legenda: * diferença menor que 0.05 (p.valor) entre os animais.

Notou-se diferença significativa entre gênero na amostra de luar nas variáveis: VS (p= 0,0201), VM (p= 0,0029) e FVI (p= 0,0008), sendo que as fêmeas apresentaram valores maiores. A Tab. 21 ilustra a média, mediana e desvio padrão para as variáveis de ultrassonografia modo-B, seguido do p-valor do teste de Mann-Whitney para comparação da amostra de muares.

Tabela 21 - Média e desvio padrão das variáveis de interesse: diâmetros e EIM quanto ao gênero dos muares.

	Fêmea		Macho		p-valor
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	
Diâmetro longitudinal (mm)	11,91	1,15	12,64	1,28	0,0294*
Diâmetro transversal (mm)	11,83	1,33	12,68	1,35	0,0192*
Parede longitudinal (mm)	1,64	0,33	1,64	0,34	0,9010
Parede transversal (mm)	1,38	0,25	1,43	0,33	0,4859

Legenda: * diferença menor que 0.05 (p.valor) entre os animais.

Notou-se diferença significativa entre gênero nos muares, com diâmetro longitudinal ($p=0,0294$) e diâmetro transversal ($p=0,0192$), sendo que as fêmeas apresentaram valores menores nessas variáveis.

DISCUSSÃO

Diversos estudos das artérias carótidas comuns já tem sido relatados em inúmeros animais, por exemplo, camelos (Darweesh *et al.*, 1989); búfalos (Prakash e Rao, 1976), ovelhas (Khamas *et al.*, 1984), bovinos (Khamas e Mahdi, 1984; Braun e Fohn, 2005), cães (Hess *et al.*, 2003) entre outros animais, no entanto, as pesquisas envolvendo ultrassonografia modo-B e Doppler espectral são escassos.

Alguns estudos com ultrassonografia modo-B e Doppler espectral nas artérias carótidas comuns de equinos já foram desenvolvidos (Cipone *et al.*, 1997; Schmucker *et al.*, 2000; Aguiar, 2015), entretanto, ainda não existem relatos envolvendo muares na literatura consultada.

Neste presente estudo foi possível observar que os machos muar apresentaram diâmetros maiores das artérias carótidas comuns direita e esquerda, similar ao Cipone *et al.* (1997) com 63 equinos *saddlebred* americano saudáveis.

Pesquisa envolvendo equinos em diferentes gêneros e massa corpórea similares tem demonstrado que os machos possuem os diâmetros das artérias carótidas comuns superiores quanto comparado com as fêmeas, segundo Cipone *et al.* (1997). Já no estudo de Krejza *et al.* (2006) em 500 humanos saudáveis, os homens apresentam maiores diâmetros e EIM das artérias carótidas comuns, mesmo após os ajustes para o tamanho corporal. Em outro estudo realizado por Denarie *et al.* (2000) com 349 pacientes humanos saudáveis, averiguo-se que os homens possuem os diâmetros e EIM desses vasos maiores que as mulheres. Os diâmetros das artérias carótidas comuns são

influenciadas pela pressão sanguínea (Krejza *et al.*, 2006; Svicerio *et al.*, 2013), no entanto, essa variável não foi analisada no presente estudo.

Quanto à EIM das artérias carótidas comuns dos muare, não houve diferença significativa entre os gêneros, equivalente a Aguiar (2015) com 50 equinos da raça quarto de milha, e contrapondo os resultados de Denarie *et al.* (2000) e Krejza *et al.* (2006) em humanos, nos quais os homens apresentam paredes das artérias carótidas comuns mais espessas que as mulheres.

Neste trabalho, o plano longitudinal e transversal da ultrassonografia modo-B nas artérias carótidas comuns foram adquiridos conforme Schmucker *et al.* (2000), contudo, podem existir diferenças em relação ao diâmetro e EIM das artérias carótidas comuns em plano longitudinal e transversal, pois o recomendado é obter imagens em plano longitudinal para avaliação do diâmetro e EIM. O plano transversal pode ser utilizado, porém, exige cautela, pois pode subestimar ou superestimar os valores verdadeiros (Liguori *et al.*, 2002; Broom, 2011; Zanini, 2012; Freire *et al.*, 2015), mesmo assim, obter informações somente pelo o plano transversal não são totalmente precisas.

Para realização da ultrassonografia Doppler espectral, as imagens foram obtidas em plano longitudinal de acordo com o trabalho de Schmucker *et al.* (2000) envolvendo 17 equinos sangue quente (Danish Warmblood). Esses animais eram pacientes clínicos encaminhados para procedimentos cirúrgicos eletivos, incluindo castração, artroscopia, neurectomia ou excisão a laser de tumores. Para realização da ultrassonografia modo-B e Doppler espectral, esses animais foram anestesiados ou sedados, o que mudou relativamente à velocidade do fluxo sanguíneo e dos diâmetros dos vasos.

Em uma pesquisa avaliando as artérias carótidas de cabras saudáveis pela ultrassonografia modo-B e Doppler espectral, verificou-se que após a sedação, houve um aumento significativo no diâmetro vaso e que a velocidade do fluxo sanguíneo não teve alteração (Lee *et al.*, 1990). Já em vacas da raça *swiss braunvieh* verificou-se diminuição da velocidade do fluxo sanguíneo e do volume após a contenção química (Braun *et al.*, 2005). Conforme as contraditórias literárias, os animais do presente estudo, não foram submetidos a procedimentos anestésicos ou sedativos para evitar possíveis alterações na hemodinâmica dos vasos.

Quanto as variáveis de ultrassonografia Doppler espectral, observou-se diferença significativa entre as variáveis IR, IP e VS, tanto no lado direito quanto no esquerdo caudal, sendo que as fêmeas equina apresentaram valores maiores que os muare.

Em relação ao gênero dos muares notou-se que as fêmeas apresentam valores maiores entre as variáveis VS, VM e FVI, semelhante a Barbosa *et al.* (2006) em mulheres e contrapondo Cipone *et al.* (1997) com equinos, nos quais os machos apresentaram valores maiores de VS.

CONCLUSÃO

Averiguou desigualdades entre fêmeas equina e muares apenas nas variáveis do Doppler (IR, IP e VS) e para os gêneros de muares nas variáveis de ultrassonografia modo-B (plano diâmetro longitudinal e transversal) e Doppler (VS, VM e FVI).

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. et al. Ateroma em artéria carótida comum de equino detectado através de exame ultrassonográfico – relato de caso. In: *IV Simpósio Internacional de Diagnóstico por Imagem Veterinário* - Belo Horizonte – 2014.

AGUIAR, A. Avaliação ultrassonográfica da artéria carótida comum em equinos da raça quarto de milha. 2015. 77f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Animal). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária de Botucatu, 2015.

ALSAFY, M. A. M. et al. Topographical anatomy, computed tomography and surgical approach of the guttural pouches of the donkey. *J Equine Vet Science*. v. 28, n. 4, p. 215 - 222, 2008.

BARBOSA, M. F. et al. Doppler transcraniano convencional em voluntários assintomáticos. *Arquivo Neuropsiquiatria*. v. 64, n. 3 (B), p. 829 – 838, 2006.

BONAMIGO, T. P., LUCAS, M. L. Análise crítica das indicações e resultados do tratamento cirúrgico da doença carotídea. *J Vascular Bras*, v. 6, n. 4, p. 366-77, 2007.

BRAUN, U., FÖHN, J. (2005). Duplex ultrasonography of the common carotid artery and external jugular vein of cows. *Am Journal Vet Res*, v. 66, n. 6, p. 962-965, 2005.

BROOM, J. *Veterinary Ecocardiography*. Ed. 2ª Edição, 2011, p. 589.

CIPONE, M., PIETRA, M., GANDINI, G., BORAI, A. *et al.* Pulsed wave-doppler ultrasonographic evaluation of the common carotid artery in the resting horse: physiologic data. *Vet. Radiol Ultrasound*. v. 38, n. 3, p. 200-206, 1997.

DARWEESH, E. G., KHAMAS, W. A; Al-SHAIKHLY, A. K. Termination of the common carotid artery in one – humped camel (*Camelus dromedaries*). *Iraq J Vet Med*. v. 15, p. 1 - 10, 1989.

DENARIE, N., GARIEPY, J., CHIRONI, G., MASSONNEAU, M. *et al.* Distribution of ultrasonographically-assessed dimensions of common carotid arteries in healthy adults of both sexes. *Atherosclerosis*. v. 148, p. 297 - 302, 2000.

FREITAS, P. D., PICCINATO, C. E., MARTINS, W. D. P., & MAUAD FILHO, F. Aterosclerose carotídea avaliada pelo eco-Doppler: associação com fatores de risco e doenças arteriais sistêmicas. *J Vascular Bras*, v. 7, n. 4, p. 298-307, 2008.

FREIRE, C. M. V. et al. Recomendação para a quantificação pelo ultrassom da doença aterosclerótica das artérias carótidas e vertebrais: Grupo de trabalho do departamento de imagem cardiovascular da sociedade Brasileira de Cardiologia – DIC – SBC. *Arq Bras Cardiol Cardiovascular*. v. 28, n (nºespecial), p. 1 - 64, 2015.

GETTY, R. Anatomia dos animais domésticos. 5ª Ed. Rio de Janeiro: Interamericana, v.1, 1981, p. 923.

HESS, R. S., KASS, P. H., WINKLE, T. J. Association between diabetes mellitus, hypothyroidism or hyperadrenocorticism, and atherosclerosis in dogs. *J Vet Inter Med*. v. 17, n. 4, p. 489 – 494, 2003.

KANDIAH, N., GOH, O., MAK, E., MARMIN, M., & NG, A. Carotid stenosis: a risk factor for cerebral white-matter disease. *J Stroke Cerebrovasc Diseases*., v. 23, n. 1, p.136 - 139, 2014.

KÖNIG, H. E.; LIEBICH, H. G. Anatomia dos Animais Domésticos-: Texto e Atlas Colorido. Artmed Editora, 2004.

KHAMAS, W. A., N. G. GHOSHAL, H. S. BAL. Histomorphologic structure of the carotid rete-cavernous sinus complex and its functional importance in sheep (*Ovis aries*). *Am J Vet*. v.45, p.156 - 158, 1984.

KHAMAS, W. A., MAHDI, A. H. Light microscopic study of the internal carotid artery, carotid body of the bull. *Iraq J Vet Sciences*. v.8, p. 51-55, 1984.

KREJZA, J., ARKUSZEWSKI, M., KASNER, S. E., WEIGELE, J. *et al.* Carotid Artery Diameter in Men and Women and the Relation to Body and Neck Size. *J American Heart Association*. v.37, n.1, p. 1103 - 1105, 2006.

LEE, S. W. et al. Comparative study of ultrasonography and arteriography of the carotid artery of xylazine-sedated and halothane-anesthetized goats. *Am J Vet Res*, v. 51, n. 1, p. 109-113, 1990.

LIGUORI, C. PAOLILLO, A. PIETROSANTO, E. A. An automatic measurement system for the evaluation of carotid intima-media thickness, *EEE Transactions on Instrumentation and Measurement*. v. 50, n. 6, p. 1684 – 1691, 2002.

MENDES, R., THEMUDO. B. Envelhecimento e pressão arterial. *Acta Med Portuguesa*, v. 21, n. 2, p. 193-8, 2008.

NURUL - HAYAH. A study of the anatomical variations of the carotid arterial tree in Equidae. 2012. Tese de Doutorado. University of Glasgow.

PESSOA, A. F. A. PESSOA, C. R. M., NETO, E. G. M., RIET-CORREA, F. Doenças de asininos e muares no semiárido brasileiro. *Pesquisa Vet Bras*, v. 34, n. 12, p. 1210-1214, 2014.

PRAKASH, P., RAO, G. S. A morphological study of the carotid body and the fiber content of the carotid nerve in the buffalo. *Acta Anatômica*. v. 95, p. 249-259, 1976.

RIBEIRO, K. C. SHINTAKU, R. C. O. A influência dos lipídios da dieta sobre aterosclerose. *ConScientiae Saúde*. v. 3, n. 3, p. 73 – 83, 2004.

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. *Arq Bras Cardiol*. v. 80, n. 6, p. 589 - 592, 2003.

SCHMUCKER, N., SCHATZMANN, U., BUDDE, K., GUNDEL, M. *et al.* Duplex-ultrasonographic evaluation of the common carotid artery in the resting, sedated and anesthetized horse. *Vet. Radiol. Ultrasound*, v. 41, p. 168 - 171, 2000.

SALLES, P. A. *et al.* Analysis of the population of equidae in semiarid region of Paraíba. *J Biotechnol and Biodiversity*. v. 4, n. 3, p. 269 - 275, 2013.

SOARES, M. D. R., FRIGUEREDO, M. A. Frequency of carotico-basilar artery in crossbred horses: Anatomical study for experimental research. *Vet Bras*. v. 30, n. 8, p. 685 - 688, 2010.

SVICERO, D. J., DOICHE, D. P., MAMPRIM, M. J., HECKLER, C. M. T., AMORIM, R. M. Ultrasound evaluation of common carotid artery blood flow in the Labrador retriever. *BMC Vet Res*, v.9, n. 1, p. 1-5, 2013.

ZANINI, J. L. S. S. Características das artérias carótidas de adolescentes saudáveis ao ultrassom com Doppler. 2012. 87f. Dissertação (Mestrado Ciências da Saúde) - Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, 2012.

7.2 Artigo 2

As normas de submissão do artigo científico 2, estão de acordo com o periódico “Pesquisa Veterinária Brasileira (*Brazilian Journal of Veterinary Research*)” e está disponível no site (<<http://www.pvb.com.br/?link=trabalho>>).

Submission Confirmation

[Print](#)

Thank you for your submission

Submitted to
Pesquisa Veterinária Brasileira

Manuscript ID
PVB-5774

Title
Estudo de ultrassonografia modo-B e Doppler na avaliação das artérias carótidas comuns de equinos e muares e a relação com o peso, idade e a circunferência do pescoço

Authors
Fogaça, Jéssica
Castiglioni, Maria
Vettorato, Michel
Andrade, Danilo
Puoli-Filho, José
Fernandes, Marco
Machado, Vânia

Date Submitted
06-Jan-2018

Estudo de ultrassonografia modo-B e Doppler na avaliação das artérias carótidas comuns de equinos e muares e a relação com a massa corpórea, idade e a circunferência do pescoço

Jéssica L. Fogaça^{2*}, Maria C. R. Castiglioni³, Michel C. Vettorato³, Danilo G. A. Andrade³,
José N. P. Puoli- Filho³, Marco A. R. Fernandes⁴, Vânia M. V. Machado³.

ABSTRACT: Fogaça J.L., Castiglioni M.C.R., Vettorato M. C., Andrade D.G.A., Puoli-Filho J.N.P., Fernandes M.A.R., Machado V.M.V. 2018. **[B-mode and Doppler ultrasonography in the assessment of the common carotid arteries of equines and mules and the relation with weight, age and neck circumference]**. Estudo de ultrassonografia modo-B e Doppler na avaliação das artérias carótidas comuns de equinos e muares e a relação com a massa corpórea, idade e a circunferência do pescoço. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 00(0):000-000. Departamento de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Rua Prof. Dr. Walter Mauricio Correra, s/n, CEP: 18618-970, Rubião Junior, Botucatu, São Paulo, Brasil. Email: jesicaleite@hotmail.com.

As age increases, changes in cardiovascular anatomy and physiology occur, even in the absence of disease. Thus, studies of vessel hemodynamics are considered primordial to detect any cardiovascular changes. The aim of this study was to describe the B-mode and spectral Doppler ultrasound variables in the evaluation of the common carotid arteries of 11 equine and 11 mules, and to correlate with age, body mass and neck circumferences. The diameters, intima - media thickness (EIM), resistivity index (IR), pulsatility index (PI), systolic velocity (VS), diastolic velocity (VD), maximum velocity flow vascularization index (FVI), body mass, age, circumference and neck length. Ultrasonographic variables were evaluated in three different regions called: cranial, middle and caudal. Equine females presented higher values regarding body mass, age and neck length, as compared to the circumferences of the necks of the animals, those of the mules were superior. The age of the mules had positive correlations with body mass, diameter and neck circumferences, and, with equine females, it has a negative correlation between age and vessel diameters. The body mass of the mules had positive correlations with age and vessel diameters, as well as equine females, with vessel diameters and neck circumferences. The IR and IP variables had a positive correlation with body mass for mules, and with age for equine females. The RV had a negative correlation with body mass for both equine and mule females. Regarding the variables VM and FVI, age correlated negatively for mules, while it was not significant for equine females. It found differences between equine females and mules in the correlations performed on B-mode and Doppler ultrasound variables, with body mass, age and neck circumferences.

INDEX TERMS: Equine females, Muar, Common carotid arteries, Mode-B ultrasonography and Doppler ultrasonography.

RESUMO.- Com o aumento da idade ocorrem alterações na anatomia e fisiologia cardiovascular, mesmo na ausência de doenças. Assim, os estudos da hemodinâmica dos vasos são considerados primordiais para detectar quaisquer alterações cardiovasculares. Esse trabalho teve como objetivo descrever as variáveis de ultrassonografia modo-B e Doppler espectral na avaliação das artérias carótidas comuns de 11 fêmeas equina e 11 muares, e correlacionar com idade, massa corpórea e circunferências dos pescoços. Para tais procedimentos foram avaliados os diâmetros, espessura da camada íntima - média (EIM), índice de resistividade (IR), índice de pulsatilidade (IP), velocidade sistólica (VS), velocidade diastólica (VD), velocidade máxima (VM), índice de vascularização de fluxo (FVI), massa corpórea, idade, circunferência e comprimento dos pescoços. As variáveis ultrassonográficas foram avaliadas em três regiões diferentes denominados de: cranial, médio e caudal. As fêmeas equina apresentaram valores maiores referente a massa corpórea, idade e comprimento dos pescoços, já em relação às circunferências dos pescoços dos animais, as dos muares foram superiores. A idade dos muares possuiu correlações positivas com a massa corpórea, diâmetro e com as circunferências dos pescoços, já, com as fêmeas equina, possui correlação negativa entre idade e os diâmetros dos vasos. A massa corpórea dos muares teve correlações positivas com idade e diâmetros dos vasos, já às fêmeas equina, com diâmetros dos vasos e as circunferências dos pescoços. As variáveis IR e IP tiveram correlação positiva com a massa corpórea para os muares, e com idade para fêmeas equina. O VD teve correlação negativa com a massa corpórea tanto para as fêmeas equina quanto nos muares. Já as variáveis VM e FVI, a idade correlacionou negativamente para os muares, enquanto não foi significativo para as fêmeas equina.

Averiguou diferença entre fêmeas equina e muares nas correlações realizadas nas variáveis de ultrassonografia modo-B e Doppler, com massa corpórea, idade e circunferências dos pescoços.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: Cavalos, vasos, e Ultrassonografia Convencional e Doppler.

INTRODUÇÃO

A artéria carótida comum, é considerada um importante vaso que dá origem a três artérias nos equinos e nos muares: artéria carótida interna, externa e artéria occipital, como também a mesma emerge diversos ramos colaterais, entre eles: os ramos musculares, traqueais, esofágicos, artéria tireóidea cranial e caudal, artéria faríngea ascendente e artéria parótidea, além de apresentar importante função na irrigação do cérebro (Getty 1981, Khamas et al. 2002, Ozgel et al. 2004, Krupinski et al. 2006).

As doenças que acometem o sistema nervoso central (SNC) em equinos e muares representam uma parcela relativamente importante das afecções (Pessoa et al. 2014, Aguiar et al. 2014, Aguiar 2015). Na medicina veterinária as placas ateroscleróticas depositadas nas artérias carótidas comuns não são tão frequentes como na medicina humana (Rosa et al. 2003, Ribeiro & Shintaku 2004), entretanto, já existem relatos em cães e equinos (Hess et al. 2003, Aguiar et al. 2014).

Outras alterações que acometem as artérias carótidas comuns nos animais e nos seres humanos, são as estenoses, devido às doenças secundárias como, por exemplo, traumas e neoplasias (Bonamigo & Lucas 2007, Freitas et al. 2008, Kandiah et al. 2014). Outras enfermidades que podem acometer também essas grandes artérias são os enrijecimentos devido à senilidade arterial ou secundário a processos lesivos crônicos, e dissecação (Mendes & Themudo 2008).

A bolsa gutural é uma estrutura existente unicamente nos equinos e muares e esta posicionada entre a base do crânio e ao atlas. Essa estrutura consistem em divertículos cheios de ar das trompas auditivas (Eustáquio), que se comunica entre o ouvido médio e a faringe (Borges et al. 2005, Hayal 2011). Existem doenças que acometem a bolsa gutural e algumas delas estão relacionadas às artérias carótidas como, por exemplo, a aneurisma e a erosão fúngica da artéria carótida interna, nos quais, podem comprometer seriamente essa estrutura e levando até mesmo a morte do animal em poucos minutos. Devido a isso, os métodos de diagnósticos, como por exemplo, a ultrassonografia modo convencional ou modo bidimensional (modo-B) e Doppler, podem auxiliar no diagnóstico dessas enfermidades (Hayal 2011, Aguiar 2015).

A ultrassonografia modo-B é uma modalidade de imagens bidimensional, não invasiva e seguro para avaliar os órgãos e tecidos em tempo real. Essa técnica permite estudar o diâmetro e a espessura da camada íntima - média (EIM) das artérias carótidas comuns (Carvalho 2009). Já a ultrassonografia Doppler espectral é uma ferramenta acoplada a ultrassonografia convencional e permite a avaliação do fluxo sanguíneo, por meio, de algumas variáveis, tais como: índice de resistividade (IR), índice de pulsatilidade (IP), velocidade sistólica (VS), velocidade diastólica (VD), velocidade máxima (VM), índice de vascularização de fluxo (FVI) (Cipone et al. 1997, Khamas et al. 2002, Torres et al. 2007, Aguiar 2015). O IR e IP, além de fornecerem informações sobre o fluxo sanguíneo, concedem também sobre a impedância do vaso (Bailey et al. 2012, Aguiar 2015).

Com o aumento da idade ocorrem alterações na anatomia e fisiologia cardiovascular, mesmo na ausência de doenças (Mendes & Themudo 2008). Portanto, os estudos da hemodinâmica dos vasos são primordiais para detectar quaisquer alterações cardiovasculares que podem ser decorrentes da senilidade (Soares & Frigueredo 2010, Aguiar 2015). Esse trabalho teve como objetivo descrever as variáveis de ultrassonografia modo-B e Doppler nas artérias carótidas comuns de fêmeas equinas e muares, e correlacionar com idade, massa corpórea e circunferência dos pescoços.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu (FMVZ/UNESP) (Protocolo nº 0100/2017) e realizado na fazenda Edgárdia – UNESP Campus Botucatu, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ).

Foram utilizados 22 animais pertencentes à área de ensino, pesquisa e extensão em equídeos da FMVZ, UNESP Botucatu. Os mesmos foram classificados em dois grupos, 11 fêmeas equina saudáveis, sem raça definida (SRD), com a massa corpórea de 348 a 486 quilogramas (Kg) e idade de 5 a 25 anos, e 11 muar (seis machos e cinco fêmeas) saudáveis, com massa corpórea de 350 a 462 Kg e idade de 4 a 12 anos.

Os animais para realização dos exames ultrassonográficos foram conduzidos até os troncos individuais por meio de profissionais capacitados para o manejo. Os animais durante os exames não foram submetidos a jejum hídrico e sólido, e nem a procedimentos sedativos para evitar alterações hemodinâmicas. Para a execução dos exames ultrassonográficos aplicou-se álcool isopropílico na concentração de 30% água e 70% álcool na região a ser examinada, seguido de gel de silicone para a proteção dos transdutores. O álcool dispensa a tricotomia e junto com o gel melhora a condução das ondas ultrassonográficas.

O posicionamento dos animais foi respeitado de acordo com a acomodação dos mesmos, entretanto, todos permaneceram com a cabeça acima da linha de cernelha, no qual se tornou um posicionamento padrão e confortável. Os exames ultrassonográficos foram realizados utilizando-se equipamento modelo MyLab@30 da marca Esaote, Itália. Para a análise do fluxo, foi utilizado um *pre-set* cardíaco para a avaliação do fluxo sanguíneo das artérias carótidas comuns. O *pre-set* permite avaliar estruturas de elevado fluxo sem alteração do ângulo de insonação. Utilizou-se um transdutor linear (3,0 a 11,0 megahertz (MHz) da marca Esaote, Italia) para obtenção das imagens do modo-B e um convexo (1,0 a 8,0 MHz da marca Esaote, Italia) para imagens do Doppler espectral.

As imagens modo-B e Doppler espectral foram realizados em três regiões: cranial, médio e caudal (Fig.31.). Em seguida foram analisadas e processadas, as quais possibilitaram selecionar o IP para as imagens de ultrassonografia Doppler espectral, para obtenção das variáveis do fluxo sanguíneo (IP, FVI, IR, VS, VD e VM). As imagens do modo-B, tanto no plano longitudinal e transversal, foram utilizadas para as medições das EIM e dos diâmetros das artérias carótidas comuns nos animais.



Figura 31 – Muar fêmea: caudal (A), médio (B) e cranial (C). Fêmea equina: caudal (D), médio (E) e cranial (F). As imagens foram obtidas no plano longitudinal e transversal.

Os pontos anatômicos dessas regiões foram classificadas como ponto de mensuração cranial, médio e caudal. O ponto cranial foi identificado como uma linha tangenciando os côndilos do osso occipital dorsalmente e o ângulo da mandíbula ventralmente. O ponto médio foi considerado uma linha dorso-ventral que tangência caudalmente a fôvea articular da quarta vértebra cervical. O ponto caudal estabeleceu uma linha dorso-ventral caudalmente que tangência a sétima vértebra cervical.

Todos os valores do IP, IR, VS, VD, VM, FVI, EIM e os diâmetros das artérias carótidas comuns direita e esquerda, foram analisados e posteriormente, inseridos em uma tabela elaborada no Microsoft Excel 2013 para a análise estatística, utilizando-se o software The Sas System 9.0 para o cálculo da média e desvio padrão em cada grupo. Foi aplicado o teste de correlação de Sperman entre as variáveis de interesse.

Foram medidas com uma drena milimétrica (marca: Vetnil) as circunferências dos pescoços denominados de: base do pescoço, região médio, cranial (próximo da cabeça) e comprimento do pescoço para a avaliação da correlação com a massa corpórea, idade, diâmetro e EIM das paredes das artérias carótidas comuns direita e esquerda dos animais (Fig.32.) e logo após foram exploradas estatisticamente.

Nesse trabalho consideraram uma significância de 5%, ou seja, a hipótese nula foi rejeitada quando p-valor foi menor ou igual a 0,05.



Figura 32 - Fêmea equina: circunferência cranial (A), médio (B), base do pescoço (C) e comprimento (D). Muar fêmea: circunferência cranial (E), médio (F), base do pescoço (G) e comprimento (H).

RESULTADOS

A tabela 22 ilustra a média e desvio padrão das variáveis: massa corpórea, idade, circunferências dos pescoços: base do pescoço, médio e cranial nas fêmeas equina e muares.

Tabela 22 - Média e desvio padrão das variáveis descritivas das fêmeas equina e muares.

Variáveis	Muares (N=11)				Fêmeas Equina (N=11)			
	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Massa corpórea (Kg)	368	72	175	462	413	42	348	486
Idade (anos)	8	3	3	12	14	7	5	25
Base do pescoço (cm)	104	5	96	113	104	5	96	110
Médio (cm)	87	5	75	92	83	4	77	90
Cranial (cm)	71	7	52	77	71	6	63	83
Comprimento pescoço (cm)	39	3	36	48	44	3	38	50

Observa-se que essa amostra apresentou um massa corpórea médio de 368 Kg nos muares e 413 Kg nas fêmeas equina, já, a média em relação à idade, foi de oito para os muares e 14 para as fêmeas equina.

Em relação à circunferência do pescoço, foi possível avaliar que a base apresentou média de 104 centímetros (cm) tanto nos muares quanto nas fêmeas equina. Quanto à região médio apresentou média de 87 cm nos muares e 83 cm nas fêmeas equina, a variável cranial apresentou medida média de 71 cm tanto nos muares quanto nas fêmeas equina. Já, o comprimento do pescoço foi de 39 cm nos muares e 44 cm nas fêmeas equina. A tabela 23 ilustra duas estatísticas, o valor da correlação (r) e o p-valor. Os valores de correlação (r) indicam se a correlação é positiva, ou seja, o aumento em uma variável está associado ao aumento da variável associada, ou negativa, quando as variáveis são indiretamente proporcionais.

Tabela 23 - Teste de correlação de Sperman entre as variáveis de interesse: idade, massa corpórea, base pescoço, médio, cranial, comprimento do pescoço, diâmetro longitudinal e transversal, parede longitudinal e transversal dos muare.

Variáveis	Estatística	Idade	Massa corpórea	Base pescoço	Médio	Cranial	Comprimento pescoço
Idade	R	1,00	0,32	0,53	0,46	0,61	0,31
	p-valor		0,0140*	<0,001*	0,0003*	<0,001*	0,0165*
Massa corpórea	R	0,32	1,00	0,60	-0,04	-0,04	-0,02
	p-valor	0,0140*		<0,001*	0,7608	0,7623	0,8505
Base pescoço	R	0,53	0,60	1,00	0,60	0,65	0,69
	p-valor	<0,001*	<0,001*		<0,001*	<0,001*	<0,001*
Médio	R	0,46	-0,04	0,60	1,00	0,88	0,85
	p-valor	0,0003*	0,7608	<0,001*		<0,001*	<0,001*
Cranial	R	0,61	-0,04	0,65	0,88	1,00	0,83
	p-valor	<0,001*	0,7623	<0,001*	<0,001*		<0,001*
Comprimento pescoço	R	0,31	-0,02	0,69	0,85	0,83	1,00
	p-valor	0,0165	0,8505	<0,001*	<0,001*	<0,001*	

Variáveis	Estatística	Diâmetro longitudinal	Diâmetro transversal	Parede longitudinal	Parede transversal
Idade	R	0,70	0,63	0,09	0,08
	p-valor	<0,0001*	<0,0001*	0,5265	0,5824
Massa corpórea	R	0,29	0,29	-0,28	-0,06
	p-valor	0,0407*	0,0403*	0,0497*	0,6710
Base pescoço	R	0,64	0,71	-0,02	0,05
	p-valor	<0,0001*	<0,0001*	0,8925	0,7176
Médio	R	0,55	0,58	0,28	-0,02
	p-valor	<0,001*	<0,001*	0,0397*	0,8589
Cranial	R	0,58	0,62	0,19	0,03
	p-valor	<0,001*	<0,001*	0,1607	0,8322
Comprimento pescoço	R	0,49	0,57	0,21	0,04
	p-valor	0,0001*	<0,001*	0,1187	0,7719

* p.valor <0.05

Na tabela 23 foi possível observar que a variável idade dos muare obteve correlações positivas com a massa corpórea ($p=0,0140$), base do pescoço ($p<0,001$), porção médio ($p=0,0003$), cranial ($p<0,001$), diâmetro longitudinal ($p<0,001$) e transversal do vaso ($p<0,001$).

Com a variável massa corpórea houve correlações positivas com a idade ($p=0,0140$), diâmetro longitudinal ($p=0,0407$), diâmetro transversal ($p=0,0403$) e base do pescoço ($p<0,001$). Também houve correlação negativa com a parede longitudinal ($p=0,0497$).

Para a variável da base do pescoço houve correlações positivas com idade ($p<0,001$), massa corpórea ($p<0,001$), porção médio ($p<0,001$), cranial ($p<0,001$), comprimento ($p<0,001$), diâmetro longitudinal ($p<0,001$), e diâmetro transversal ($p<0,001$).

Com a variável da porção médio do pescoço houve correlações positivas com idade ($p=0,0003$), base do pescoço ($p<0,001$), cranial ($p<0,001$) e comprimento do pescoço ($p<0,001$), diâmetro longitudinal ($p<0,001$) e transversal ($p<0,001$), e parede longitudinal ($p=0,0397$).

Para a variável cranial houve correlações positivas com idade ($p<0,001$), base do pescoço ($p<0,001$), porção médio ($p<0,001$) e comprimento do pescoço ($p<0,001$), diâmetro longitudinal ($p<0,001$) e transversal ($p<0,001$).

A tabela 24 representa a correlação das variáveis de interesse como: massa corpórea, idade, diâmetros e EIM dos vasos e medidas do pescoço para as fêmeas equina.

Tabela 24 - Teste de correlação de Sperman entre as variáveis de interesse: idade, massa corpórea, base do pescoço, médio, cabeça, diâmetro longitudinal e transversal e parede longitudinal e transversal das fêmeas equina.

Variáveis	Estatística	Idade	Massa corpórea	Base pescoço	Médio	Cranial	Comprimento pescoço
Idade	r	1,00	-0,34	-0,28	-0,22	-0,05	-0,21
	p-valor	-	0,0040*	0,0217*	0,0682	0,7097	0,0797
Massa corpórea	r	-0,34	1,00	0,76	0,53	0,59	-0,20
	p-valor	0,0040*	-	<0,001*	<0,001*	<0,001*	0,1010
Base pescoço	r	-0,28	0,76	1,00	0,77	0,72	0,01
	p-valor	0,0217*	<0,001*	-	<0,001*	<0,001*	0,9535
Médio	r	-0,22	0,53	0,77	1,00	0,84	-0,16
	p-valor	0,0682	<0,001*	<0,001*	-	<0,001*	0,1808
Cranial	r	-0,05	0,59	0,72	0,84	1,00	0,04
	p-valor	0,7097	<0,001*	<0,001*	<0,001*	-	0,7563
Comprimento pescoço	r	-0,21	-0,20	0,01	-0,16	0,04	1,00
	p-valor	0,0797	0,1010	0,9535	0,1808	0,7563	-
Variáveis	Estatística	Diâmetro longitudinal	Diâmetro transversal		Parede longitudinal		Parede transversal
Idade	r	0,07	0,08		0,28		0,09
	p-valor	0,6314	0,5602		0,0431*		0,5375
Massa corpórea	r	0,41	0,35		0,11		-0,01
	p-valor	0,0022*	0,0122*		0,4435		0,9342
Base pescoço	r	0,29	0,17		-0,06		-0,14
	p-valor	0,0364*	0,2148		0,6529		0,3171
Médio	r	0,01	0,03		-0,09		-0,14
	p-valor	0,9173	0,8397		0,5211		0,3221
Cranial	r	0,22	0,17		0,10		-0,12
	p-valor	0,1212	0,2277		0,4788		0,4085
Comprimento pescoço	r	0,11	-0,09		-0,05		-0,07
	p-valor	0,4401	0,5266		0,7367		0,6358

* p.valor <0.05

Na tabela 24 observou que a idade das fêmeas equina obteve correlação positiva com parede longitudinal ($p=0,0431$) e correlações negativas com a massa corpórea ($p=0,0040$) e base do pescoço ($p=0,0217$). Com a variável massa corpórea houve correlações positivas com base do pescoço ($p<0,001$), porção médio ($p<0,001$), cranial ($p<0,001$), diâmetro longitudinal ($p=0,0022$) e diâmetro transversal ($p=0,0122$), e correlação negativa com a idade ($p=0,0040$).

Para a variável base do pescoço houve correlações positivas com a massa corpórea ($p<0,001$), porção médio ($p<0,001$), cranial ($p<0,001$) e diâmetro longitudinal ($p=0,0364$), e correlação negativa com a idade ($p=0,0217$). Com a variável porção médio do pescoço houve correlações positivas com a massa corpórea ($p<0,001$), base do pescoço ($p<0,001$) e a cranial ($p<0,001$).

Para a variável cranial houve correlações positivas para a massa corpórea ($p<0,001$), base do pescoço ($p<0,001$) e porção médio ($p<0,001$). Quanto à variável comprimento do pescoço das fêmeas equina não foi observado correlação significativa com as variáveis analisadas. Na A tabela 25 ilustra a correlação das variáveis de interesse: Doppler, idade, massa corpórea, diâmetro longitudinal e transversal, parede longitudinal e transversal dos mueres.

Tabela 25 - Teste de correlação de Sperman entre as variáveis de interesse: IR, IP, VS, VD, VM, FVI, idade, massa corpórea, diâmetro longitudinal e transversal, parede longitudinal e transversal dos muares.

Variáveis	IR	IP	VS	VD	VM	FVI
IR	1,00	0,93 <0,001*	0,26 0,0367*	-0,40 0,0010*	-0,15 0,2352	-0,05 0,7107
IP	0,93 <0,001*	1,00	0,11 0,3703	-0,48 <0,001*	-0,35 0,0045*	-0,23 0,0579
VS	0,26 0,0367*	0,11 0,3703	1,00	0,61 <0,001*	0,85 <0,001*	0,84 <0,001*
VD	-0,40 0,0010*	-0,48 <0,001*	0,61 <0,001*	1,00	0,81 <0,001*	0,72 <0,001*
VM	-0,15 0,2352	-0,35 0,0045*	0,85 <0,001*	0,81 <0,001*	1,00	0,94 <0,001*
FVI	-0,05 0,7107	-0,23 0,0579	0,84 <0,001*	0,72 <0,001*	0,94 <0,001*	1,00

Variáveis	Idade	Massa corpórea	Diâmetro longitudinal	Diâmetro transversal	Parede longitudinal	Parede transversal
IR	-0,03 0,8309	0,36 0,0044*	-0,23 0,0945	-0,30 0,0254*	-0,11 0,4280	-0,22 0,1077
IP	0,14 0,2784	0,47 0,0002*	-0,07 0,6001	-0,17 0,2211	-0,17 0,2031	-0,18 0,1760
VS	-0,42 0,0008*	-0,12 0,3653	-0,43 0,0010*	-0,42 0,0011*	-0,06 0,6734	-0,18 0,1836
VD	-0,27 0,0336*	-0,29 *0,0264	-0,22 0,0992	-0,19 0,1504	0,04 0,7742	0,05 0,6948
VM	-0,52 <0,001*	-0,33 *0,0111	-0,42 0,0014*	-0,38 0,0036*	0,02 0,8829	-0,03 0,8053
FVI	-0,43 0,0006*	-0,18 0,1580	-0,37 0,0055*	-0,36 0,0063*	0,01 0,9437	-0,10 0,4603

* p.valor <0.05

Na tabela 25 observou que a variável IR possui correlações positivas com o IP ($p < 0,001$), VS ($p = 0,0367$) e massa corpórea ($p = 0,0044$), negativas com diâmetro transversal ($p = 0,0254$) e VD ($p = 0,0010$).

Para a variável IP houve correlações positivas com o IR ($p < 0,001$), e massa corpórea ($p = 0,0002$), negativas com o VD ($p < 0,001$) e VM ($p = 0,0045$).

Com a variável VS houve correlações positivas com o VM ($p < 0,001$), FVI ($p < 0,001$), VD ($p < 0,001$) e com IR ($p = 0,0367$), negativas com idade ($p = 0,0367$), diâmetro longitudinal ($p = 0,0010$) e transversal ($p = 0,0011$).

Para a variável VD houve correlações positiva com VM ($p < 0,001$), FVI ($p < 0,001$), VS ($p < 0,001$), e negativas com IR ($p = 0,0010$), IP ($p < 0,001$), massa corpórea ($p = 0,0264$) e idade ($p = 0,0336$).

Quanto a variável VM houve correlações positivas com FVI ($p < 0,001$), VS ($p < 0,001$) e VD ($p < 0,001$), negativas com idade ($p < 0,001$), massa corpórea ($p = 0,0111$), diâmetro longitudinal ($p = 0,0014$), diâmetro transversal ($p = 0,0036$) e IP ($p = 0,0045$).

De acordo com a variável FVI apresentou correlações positivas com o VM ($p < 0,001$), VS ($p < 0,001$) e VD ($p < 0,001$), negativas idade ($p = 0,0006$), diâmetro longitudinal ($p = 0,0055$) e transversal ($p = 0,0055$). A tabela 26 ilustra a correlação das variáveis: Doppler, idade, massa corpórea, diâmetro longitudinal e transversal, parede longitudinal e transversal das fêmeas equina.

Tabela 26 - Teste de correlação de Sperman entre as variáveis de interesse: IR, IP, VS, VD, VM, FVI, idade, massa corpórea, diâmetro longitudinal e transversal, parede longitudinal e transversal das fêmeas equina.

Variáveis	IR	IP	VS	VD	VM	FVI
IR	1,00	0,94	0,59	-0,36	0,21	0,26
	-	<0,001*	<0,001*	0,0029*	0,0845	0,0355*
IP	0,94	1,00	0,57	-0,34	0,14	0,17
	<0,001*	-	<0,001*	0,0043*	0,2545	0,1646
VS	0,59	0,57	1,00	0,44	0,84	0,81
	<0,001*	<0,001*	-	0,0002*	<0,001*	<0,001*
VD	-0,36	-0,34	0,44	1,00	0,72	0,65
	0,0029*	0,0043*	0,0002*	-	<0,001*	<0,001*
VM	0,21	0,14	0,84	0,72	1,00	0,91
	0,0845	0,2545	<0,001*	<0,001*	-	<0,001*
FVI	0,26	0,17	0,81	0,65	0,91	1,00
	0,0355*	0,1646	<0,001*	<0,001*	<0,001*	-

Variáveis	Idade	Massa corpórea	Diâmetro longitudinal	Diâmetro transversal	Parede longitudinal	Parede transversal
IR	0,34	0,06	0,53	0,50	0,30	0,19
	0,0045*	0,6376	<0,001*	0,0002*	0,0328*	0,1889
IP	0,37	0,01	0,55	0,48	0,21	0,16
	0,0020*	0,9339	<0,001*	0,0003*	0,1273	0,2641
VS	0,16	-0,15	0,04	0,12	0,16	0,26
	0,1960	0,2171	0,7947	0,4000	0,2504	0,0612
VD	-0,04	-0,25	-0,45	-0,34	-0,08	0,09
	0,7424	0,0392*	0,0009*	0,0123*	0,5860	0,5465
VM	-0,01	-0,17	-0,26	-0,13	0,13	0,26
	0,9491	0,1727	0,0623	0,3508	0,3482	0,0611
FVI	-0,05	-0,18	-0,21	-0,10	0,15	0,23
	0,6900	0,1524	0,1408	0,4639	0,2912	0,0958

* p.valor <0.05

Na tabela 26 observou que a variável IR obteve correlações positivas com o IP ($p < 0,001$), VS ($p < 0,001$), FVI ($p = 0,0355$), diâmetro longitudinal ($p < 0,001$) e transversal ($p = 0,0002$), parede longitudinal ($p = 0,0328$) e idade ($p = 0,0045$), e negativa com VD ($p = 0,0029$).

Com a variável IP houve correlações positivas em relação ao IR ($p < 0,001$), VS ($p < 0,001$), idade ($p = 0,0020$), diâmetro longitudinal ($p < 0,001$) e transversal ($p = 0,0003$), e negativa com VD ($p = 0,0043$).

De acordo com a variável VS houve correlações positivas com VM ($p < 0,001$), FVI ($p < 0,001$), IR ($p < 0,001$), IP ($p < 0,001$) e VD ($p = 0,0002$).

Para a variável VD houve correlações positivas com VM ($p < 0,001$), VS ($p = 0,0002$) e FVI ($p < 0,001$), negativas com IR ($p = 0,0029$), IP ($p = 0,0043$), massa corpórea ($p = 0,0392$), diâmetro longitudinal ($p = 0,0009$) e diâmetro transversal ($p = 0,0123$).

Quanto à variável VM houve correlações positivas com FVI ($p < 0,001$), VS ($p < 0,001$) e VD ($p < 0,001$).

De acordo com a variável FVI houve correlações positivas com VM ($p < 0,001$), VS ($p < 0,001$), VD ($p < 0,001$) e IR ($p = 0,0355$).

DISCUSSÃO

Diversos estudos das artérias carótidas comuns já tem sido relatados em inúmeros animais, por exemplo, camelos (Darweesh *et al.*, 1989); búfalos (Prakash e Rao, 1976), ovelhas (Khamas *et al.*, 1984), bovinos (Khamas e Mahdi, 1984; Braun e Fohn, 2005), cães (Hess *et al.*, 2003) entre outros, no entanto, estudos envolvendo ultrassonografia modo-B e Doppler espectral são escassos, principalmente envolvendo esses animais e equinos.

Alguns estudos com ultrassonografia modo-B e Doppler espectral nas artérias carótidas comuns de equinos já foram realizadas (Cipone *et al.*, 1997; Schmucker *et al.*, 2000; Aguiar, 2015),

entretanto, não foram encontrados na literatura consultada relatos envolvendo os muares ou qualquer espécie de grande porte que não seja equinos.

Os equinos e muares compartilham uma ascendência comum, mas evoluíram morfologicamente, apresentando algumas características distintas (Alsafy *et al.*, 2008). Devido a isso, é importante que estudos sejam realizados nesses animais, principalmente com as artérias carótidas comuns, que são responsáveis por conduzir o fluxo sanguíneo rico em oxigênio diretamente para o cérebro. Quaisquer tipos de alteração no funcionamento desses vasos podem causar problemas neurológicos severos ao indivíduo (Rosa; Kramer; Castro, 2003; Chequer *et al.*, 2006; Kobayashi, Karino, 2016).

A EIM e o diâmetro das artérias carótidas comuns possibilitam informações estruturais e anatômicas, assim como a variação do ciclo cardíaco fornece informações funcionais (Caviezel *et al.* 2013, Aguiar, 2015). A EIM e o diâmetro das artérias carótidas comuns são variáveis essenciais para diagnosticar a presença de placas ateroscleróticas (Rosa *et al.* 2003; Coll *et al.* 2013, Kiyota 2014), pois essas variáveis permitiram que Aguiar *et al.* (2014) diagnosticassem placas ateroscleróticas depositadas nas artérias carótidas comuns de um equino da raça quarto de milha e Hess *et al.* (2003) em cães.

Krejza *et al.* (2006) realizaram um trabalho envolvendo a ultrassonografia modo-B e Doppler espectral, para a avaliação das artérias carótidas comuns em seres humanos (306 mulheres e 194 homens). Para realização foram utilizadas as medições das circunferências e comprimentos dos pescoços, para a correlação com o diâmetro e EIM das artérias carótidas comuns. Foi averiguado que as mulheres apresentaram valores mais baixos referente ao diâmetro, EIM, massa corpórea, circunferência e comprimento dos pescoços. Na atual pesquisa, foram avaliadas as artérias carótidas comuns em três regiões: cranial, médio e caudal. Essa etapa foi concretizada, por consequência das artérias carótidas comuns em equinos e muares variarem ao longo do comprimento (Faruhata 1964).

Os muares apresentaram valores maiores referentes à circunferência da porção médio, já, em relação à circunferência da base do pescoço e cranial, tanto os muares quanto as fêmeas equina apresentaram valores equivalentes. Provavelmente os muares apresentaram valores maiores de circunferências dos pescoços, devido ao fato desses animais serem pequenos e robustos (Chirgwin *et al.* 2000). Quanto a massa corpórea, idade e comprimento dos pescoços, verificou-se que as fêmeas equina demonstraram valores superiores.

Na avaliação da idade, os muares tiveram correlações positivas com massa corpórea, diâmetro longitudinal e transversal, e com circunferências dos pescoços (base do pescoço, região médio e cranial). Para as fêmeas equina, a idade, possuiu correlação positiva com a parede longitudinal, similar a Aguiar (2015) com equinos, e negativas com a massa corpórea e a porção da base do pescoço. Notou-se que a idade das fêmeas equina não apresentaram correlação significativa com os diâmetros das artérias carótidas comuns, contrapondo os resultados de Aguiar (2015) com equinos e Krejza *et al.* (2006); Torres *et al.* (2007); Freitas *et al.* (2008) e Coll *et al.* (2013) em seres humanos.

Para variável massa corpórea os muares, apresentaram correlações positivas com a idade, diâmetro longitudinal e transversal, e com a base do pescoço. Já as fêmeas equina, apresentaram correlações positivas com diâmetro longitudinal e transversal, e com as circunferências dos pescoços, incluindo o comprimento. Dessa forma foi possível identificar que a massa corpórea de todos os animais influenciaram no diâmetro longitudinal e transversal das artérias carótidas comuns, semelhante ao explanado por Higa (2009), Denarie *et al.* (2000) e Zanini (2012) em seres humanos e por Cipone *et al.* (1997) e Aguiar (2015) em equinos.

A massa corpórea influenciou também em relação aos diâmetros dos pescoços das fêmeas equina (região da base do pescoço e cabeça), sendo que nos muares foi à idade. Esta correlação de massa corpórea com a circunferência do pescoço já foi citada por Krejza *et al.* (2006) em seres humanos, sendo que os homens abrangeram maiores probabilidades.

Em relação as variáveis do Doppler espectral observou-se que a variável IR dos muares, evidenciou correlações positivas com IP, VS e massa corpórea, e correlações negativas com o VD e o diâmetro transversal. Para as fêmeas equina houve correlações positivas com IP, VS, FVI, idade, diâmetro longitudinal e transversal, e negativa com VD, ou seja, houve uma correlação positiva entre a variável IR com a massa corpórea para os muares, já, em relação às fêmeas equina é com a idade, assim como relatado por Aguiar (2015) com equinos e por Barbosa *et al.* (2006) com humanos. Teve também correlação positiva de IR com diâmetro longitudinal e transversal para as fêmeas equina, enquanto, que nos muares foi negativa.

Índices de IR muito elevados reduzem o VD, e dependendo da alteração que está ocasionando o aumento da resistência do vaso, pode ser observada ausência do VD (Carvalho 2009). O VS é a variável de mensuração mais confiável para determinar o grau de obstrução do vaso estudado, pois a redução do fluxo sanguíneo ocorre após a estenose, mas também, pode ser observado quando existe redução do VD (Bragato 2013). Com isso, os índices hemodinâmicos, como o IR, IP e VS contribuem para a comparação do VS e VD, colaborando com o diagnóstico de estenose ou trombose, de vasos periféricos com resistência aumentada (Hedrick et al. 1995).

O IP tem sido sugerido para a padronização do fluxo sanguíneo, pois é mais sensível para diferenciar ondas anormais (Moreira et al. 2008), e tanto o IP como o IR, são medidas independente do ângulo de insonação (Pozor & McDonnell 2004, Bailey et al. 2012). Por consequência, esse trabalho utilizou o IP para obter as outras variáveis do Doppler espectral, devido a sensibilidade e independência do ângulo de insonação.

Em relação à variável IP dos muareos notou-se correlações positivas com IR e massa corpórea, e negativas com VD e VM. Já as fêmeas equina a variável IP apresentou correlações positivas com o IR, VS, idade, diâmetro longitudinal e transversal, e correlação negativa com VD, ou seja, observou-se correlação positiva entre a variável IP e massa corpórea para os muareos. Quanto as fêmeas equina foi com a idade, assim como observado por Aguiar (2015) com equinos e Barbosa et al. (2006) em seres humanos.

O IR normalmente possui correlação positiva com IP e negativa com VD (Carvalho 2009, Kiyota, 2014), e essa correlação foi verificada em fêmeas equina e muareos, pois esse procedimento permite avaliar a resistência do vaso e a velocidade do fluxo sanguíneo. Altos índices de IR indicam menor elasticidade arterial, ou seja, maior resistência vascular da região irrigado. Contudo, existe uma correlação entre o aumento do IR carotídeo e fatores de risco para aterosclerose (Carvalho 2009, Kiyota 2014).

Para a variável VS notou-se correlações positivas com VM, FVI, VD e IR, e negativas com idade, diâmetro longitudinal e transversal para os muareos. Com referência às fêmeas equina, observou-se correlações positivas com VM, FVI, VD, IP e IR e nenhuma negativa, em contraste ao divulgado por Cipone et al. (1997), os quais observaram correlação negativa com os diâmetros dos vasos em equinos. Neste presente estudo, isso foi visualizado estatisticamente apenas nos muareos, diferente a Hansen et al. (1995) em seres humanos, onde há correlação positiva entre essas variáveis.

Segundo Appleton & Hatle (1992), em seres humanos o VS é inversamente proporcional a idade e neste trabalho, isto foi identificado estatisticamente apenas nos muareos, sendo que nas fêmeas equina isso não foi relevante.

Em relação à variável VD dos muareos houve correlações positivas com VM, FVI e VS, e negativas com IR, IP e massa corpórea. Para as fêmeas equina notou-se correlações positivas com VM, FVI e VS, e negativas com IR, IP, massa corpórea e diâmetro transversal. Averiguou que tanto os muareos quanto as fêmeas equina, a massa corpórea está inversamente proporcional a variável VD, idêntico ao evidenciado por Appleton & Hatle (1992) em seres humanos.

A variável VM dos muareos teve correlações positivas com as variáveis FVI, VS e VD, e negativas com IP, idade, massa corpórea, diâmetro longitudinal e transversal. Quanto às fêmeas equina, observou-se correlações positivas com FVI, VS e VD e nenhuma negativa, ao contrário de Cipone et al. (1997), onde a correlação foi negativa com os diâmetros dos vasos com equinos, entretanto, isso foi visualizado estatisticamente apenas nos muareos.

Conforme Schmidt-Trucksass et al. (1999) observaram correlação indiretamente proporcional entre VM e a idade em seres humanos, respostas idênticas aos encontrados em muareos, entretanto, a associação dessas variáveis tem sido estudada e correlacionada com a idade (Barbosa et al. 2006).

Em relação à variável FVI notou correlações positivas com VM, VS, e VD, e negativas com idade, diâmetro longitudinal e transversal para os muareos. Quanto às fêmeas equina, notou apenas correlações positivas com VM, VS, VD e IR. Apesar dos resultados apontados sobre o FVI, ainda não há relatos de correlação envolvendo essa variável em equinos.

CONCLUSÃO

Existem variações entre fêmeas equina e muareos nas correlações realizadas referentes as variáveis de ultrassonografia modo-B e Doppler espectral, com massa corpórea, idade e circunferências dos pescoços.

REFERÊNCIAS

- Aguiar A. Avaliação ultrassonográfica da artéria carótida comum em equinos da raça quarto de milha. 2015. 77f. Dissertação. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Medicina Veterinária de Botucatu.
- Aguiar, A. et al. 2014. Ateroma em artéria carótida comum de equino detectado através de exame ultrassonográfico – relato de caso. In: IV Simpósio internacional de diagnóstico por imagem veterinário. Belo Horizonte.
- Appleton M. D. C. P. & Hatle M. D. 1992. The natural history of left ventricular filling abnormalities: Assessment by two – dimensional and Doppler Echocardiography. *Am. J. Cardio. Ultrasound & Allied Techniques* 9(4):437-57.
- Bailey C.S. et al. 2012. Uterine artery blood flow remains unchanged in pregnant mares in response to short-term administration of pentoxifylline. *Theriogenol* 77(2):430-6.
- Barbosa M.F., Abdala N., Carrete-Junior H. & Nogueira R.G. 2006. Doppler transcraniano convencional em voluntários assintomáticos. *Arq Neuropsiquiatria* 64(3):829-38.
- Bonamigo T.P. & Lucas M.L. 2007 Análise crítica das indicações e resultados do tratamento cirúrgico da doença carotídea. *J Vascular Bras* 6(4):366-77.
- Borges M.C.B. et al. 2005. Timpanismo e empiema de bolsa gútural conseqüente a garrotilho. *Revista de Ciências Médicas e Biológicas* 4(2):125-30.
- Bragato N. 2013. Ultrassonografia Doppler vascular: aspectos importantes para aplicação da técnica. 2013. 62f. Dissertação. Disciplina de seminários aplicados do programa de pós-graduação em ciência animal da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás.
- Braun U. & Föhn J. 2005. Duplex ultrasonography of the common carotid artery and external jugular vein of cows. *Am. J. Vet. Research* 66(6):962-65.
- Carvalho C.F. 2009. Ultrassonografia Doppler em pequenos animais. São Paulo: Roca, 274p.
- Caviezel S. et al. 2013. Variability and reproducibility of carotid structural and functional parameters assessed with transcutaneous ultrasound - Results from the SAPALDIA. Cohort Study. *Atherosclerosis* 231(2):448-55.
- Chequer, G. et al. 2006. Espessamento Médio-Intimal da Carótida e Função Endotelial na Doença Arterial Coronariana. *Arq. Bras. de Cardiol.* 87, (2): 84-90.
- Chirgwin J.C., Roover P. & Dijkman J.T. 2000. El burro como animal de trabajo. Editora: Estudio FAO Producción y Sanidad Animal. 149p.
- Cipone M. et al. 1997. Pulsed wave-dopplerultrasonographic evaluation of the common carotid artery in the resting horse: physiologic data. *Vet. Radiol. &Ultrasound.* 38(3):200-6.
- Coll B. et al. 2013. The role of carotid ultrasound in assessing carotid atherosclerosis in individuals at low-to-intermediate cardiovascular risk. *Española de Cardiol.* 66(12):929-34.
- Darweesh E.G., Khamas W.A. & Al-Shaikhly A. K. 1989. Termination of the common carotid artery in one – humped camel (*Camelus dromedaries*). *Iraq. J. Vet. Med.* 15(1):1–10.
- Denarie N. et al. 2000. Distribution of ultrasonographically assessed dimensions of common carotid arteries in healthy adults of both sexes. *Atherosclerosis.* 148(2):297-302.
- Freitas P.D. et al. 2008. Aterosclerose carotídea avaliada pelo eco-Doppler: associação com fatores de risco e doenças arteriais sistêmicas. *J. Vascular Bras.* 7(4):298-307.

- Furuhata K. 1964. Morphological studies of the trifurcate portions of ohe common carotid arteries and the so-called intercarotid bone in the horse. *Japanese J. Vet. Res.* 12(3):47-59.
- Getty R. 1981. *Anatomia dos animais domésticos*. 5th Ed. Rio de Janeiro: Interamericana. 923p.
- Hayah N. 2012. A study of the anatomical variations of the carotid arterial tree in Equidae. Tese. University of Glasgow.
- Hansen F. et al. 1995. Diameter and compliance in the human common carotid artery—variations with age and sex. *Ultrasound Med. & Biol.* 21(1):1-9.
- Hedrick W.R., Hykes D.L. & Starchman D.E. 1995. *Ultrasound physics and instrumentation: practice examinations* 3rd Ed. St. Louis: Mosby-Year Book.
- Hess R.S., Kass P.H. & Winkle T.J. 2003. Association between diabetes mellitus, hypothyroidism or hyperadrenocorticism, and atherosclerosis in dogs. *J. Vet. Inter. Med.* 17(4):489-94.
- Higa M. 2009. Métodos para quantificação da artéria carótida em imagens de ultrassom modo-B e Doppler. 79f. Dissertação. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- Kandiah N. et al. 2014. Carotid stenosis: a risk factor for cerebral white-matter disease. *J. Stroke Cerebrovasc. Diseases* 23(1):136-9.
- Khamas W.A.H., Al- Hallak M.A., Ghoshal N. G. 2002. Terminal branches of the common carotid artery in mule with emphasis on the carotid body and carotid sinus. *Vet. Arc.* 72(1):1-10.
- Khamas W.A. & Mahdi A.H. 1984. Light microscopic study of the internal carotid artery, carotid body of the bull. *Iraq. J. Vet. Sciences* 8:51-5.
- Kiyota T.A. 2014. Idade pulmonar está relacionada a alterações estruturais carotídeas em indivíduos hipertensos. 61f. Dissertação. Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas.
- Krejza J. et al. 2006. Carotid artery diameter in men and women and the relation to body and neck size. *J. Am. Heart Association* 37(1):1103-5.
- Kobayashi, N. Karino, T. 2016. Flow behavior and distribution of embolus-model particles at the terminal bifurcation of the human internal cartotid artery. *Official Journal of the Word Federation of Neurosurgical Societies.* 90,(1) 469 – 477.
- Krupinski, J. et al. 2006. Endogenous expression of c-reactive protein is increased in active (ulcerated noncomplicated) human carotid artery plaques. *Stroke.* 37(1):1200-4.
- Mendes R. & Themudo B. 2008. Envelhecimento e pressão arterial. *Acta Med Portuguesa* 21(2):193-8.
- Moreira H.R. 2008. Complexo hiperplasia endometrial cística em uma cadela tratada com aspecto de medroxiprogesterona como método contraceptivo. *Portuguesa de Ciência Vet.* 103(1):233-8.
- Ozgel O., Kurtul I. & Dursun, N. 2004. On the gross anatomy of the cranial cervical ganglion of the donkey (*Equus asinus*) in turkey. *Vet. Res. Communications.* 28(1):261-6.
- Pessoa A.F.A., Pessoa C.R.M., Neto E.G.M. & Riet-Correa F. 2014. Doenças de asininos e muareos no semiárido brasileiro. *Pesquisa Vet. Bras.* 34(12):1210-4.
- Pozor M.A., McDonnell S.M. 2004. Color Doppler ultrasound evaluation of testicular blood flow in stallions. *Theriogenol.* 61(5):799-810.

Prakash P. & Rao G.S. 1976. A morphological study of the carotid body and the fiber content of the carotid nerve in the buffalo. *Acta Anatômica*. 95(2):249-59.

Ribeiro K.C. & Shintaku R.C.O. 2004. A influência dos lipídios da dieta sobre aterosclerose. *ConScientiae Saúde*. 3(3):73-83.

Rosa E.M., Kramer C. & Castro I. 2003. Association between coronary artery atherosclerosis and the intima-media thickness of the common carotid artery measured on ultrasonography. *Arq Bras Cardiol*. 80(6): 589-92.

Schmidt-Trucksäss A. et al. 1999. Structural, functional, and hemodynamic changes of the common carotid artery with age in male subjects. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biol*. 19(4):1091-7.

Soares M.D.R. & Friguereido M.A. 2010. Frequency of carotico-basilar artery in crossbred horses: Anatomical study for experimental research. *Vet Bras*. 30(8): 685- 8.

Torres F.S. et al. 2007. Medida da espessura das camadas íntima e média das artérias carótidas para avaliação do risco cardiovascular. *Bras de Hipertenso*. 14(3):167-97.

Zanini J.L.S.S. 2012. Características das artérias carótidas de adolescentes saudáveis ao ultrassom com Doppler. 87f. Dissertação. Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais.

7.3 Artigo 3

As normas de submissão do artigo científico 2, estão de acordo com o periódico “Arquivos Brasileiros de Cardiologia” e está disponível no site (<<http://www.arquivosonline.com.br/2017/revista-eletronica.asp> >).

Análise da ecogenicidade e ecotextura das paredes das artérias carótidas comuns de equinos e muare por histograma em escala de cinza (HEC)

[Echogenicity and ecotexture analysis of common carotid artery walls of equine and mule hybrid females by grayscale histogram]

Jéssica Leite Fogaça¹, Michel de Campos Vettorato²,
José Nicolau Próspero Puoli Filho³, Vânia Maria Vasconcelos Machado⁴

¹ Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Distrito de Rubião Junior, S/N, Botucatu - São Paulo – Brasil.
E-mail: jessicaleite@hotmail.com

² Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Distrito de Rubião Junior, S/N, Botucatu - São Paulo – Brasil.
E-mail: m_vettorato@hotmail.com

³ Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Distrito de Rubião Junior, S/N, Botucatu - São Paulo – Brasil.
E-mail: jnppf@fmvz.unesp.br

⁴ Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Distrito de Rubião Junior, S/N, Botucatu - São Paulo – Brasil.
E-mail: vaniamvm@fmvz.unesp.br

Resumo

Fundamentos: A impressão visual é insuficiente para determinar a ecogenicidade e ecotextura dos tecidos avaliados. Foram criadas técnicas para quantificar a região avaliada, permitindo minimizar erros de interpretação tais como, o histograma em escala de cinza (HEC), que tem sido utilizado para avaliar paredes dos vasos em humanos.

Objetivos: Comparar a ecogenicidade e ecotextura das paredes das artérias carótidas comuns das fêmeas equina e muars (machos e fêmeas), por HEC, e correlacioná-las com idade, massa corpórea, diâmetro e parede longitudinal dos vasos.

Métodos: Foi realizado a ultrassonografia modo-B nas artérias carótidas comuns esquerda e direita em três regiões (cranial, médio e caudal) em 11 fêmeas equina e 11 muars saudáveis.

Resultados: O HEC dos animais apresentou paredes heterogêneas, sendo que as fêmeas equina demonstraram valores maiores em relação aos muars. Quanto à ecogenicidade, os mesmos obtiveram valores superiores às fêmeas equina. A idade e a massa corpórea influenciaram inversamente na ecogenicidade e ecotextura dos muars, diferente das fêmeas equina. Entre o gênero de muars, verificou que as fêmeas apresentaram ecogenicidade maior em 83,4% das porções, exceto do lado direito região caudal, onde os machos obtiveram valores altos. A ecotextura foi quantificada como heterogênica, pois as porcentagens obtidas foram baixas. Quanto ao diâmetro e parede longitudinal não houve diferença estatística.

Conclusões: A ecogenicidade e ecotextura das paredes das artérias carótidas diferiram entre fêmeas equina, muars e entre gêneros dos mesmos. A idade e a massa corpórea influenciaram inversamente na ecogenicidade e ecotextura dos muars, enquanto que nas fêmeas equina não foi significativo.

Palavras chaves: Histograma em escala de cinza. Parede dos vasos sanguíneos. Artéria carótida comum. Equinos. Muar.

Abstract

Background: Visual impression is insufficient to determine the echogenicity and ecotexture of the evaluated tissues. Techniques were developed to quantify the assessed region, allowing to minimize errors of interpretation such as the gray scale histogram (HEC), which has been used to evaluate vessel walls in humans.

Objectives: To compare the echogenicity and echotexture of the walls of the common carotid arteries of equine females and mules (males and females) by HEC and to correlate them with age, body mass, diameter and longitudinal wall of vessels.

Methods: B-mode ultrasonography was performed in the left and right common carotid arteries in three regions (cranial, middle and caudal) in 11 equine females and 11 healthy mules.

Results: The HEC of the animals had heterogeneous walls, and the equine females showed higher values in relation to the mules. Regarding the echogenicity, they obtained higher values than the equine females. Age and body mass influenced inversely the echogenicity and ecotexture of mules, different from equine females. Among females, females showed greater echogenicity in 83.4% of the portions, except for the right side caudal region, where males obtained high values. The ecotexture was quantified as heterogenic, as the percentages obtained were low. There was no statistical difference between the diameter and longitudinal wall.

Conclusions: The echogenicity and ecotexture of the walls of the carotid arteries differed between equine females, mules and between their genera. Age and body weight had an inverse influence on the echogenicity and echotexture of the mules, while in the equine females it was not significant.

Key words: Histogram in grayscale. Wall of the blood vessels. Common carotid artery. Horses. Muar.

Introdução

A impressão visual pelo ultrassonografia é insuficiente para determinar a ecogenicidade e ecotextura exata dos tecidos avaliados. Foram criadas técnicas que permitem quantificar a região avaliada, permitindo assim minimizar possíveis erros de interpretação ¹⁻³.

O histograma em escala de cinza (HEC) avalia a distribuição da frequência em tonalidades de cinza e a quantidade que formam a imagem da região estudada ³⁻⁵.

O HEC tem sido aplicado para avaliação da ecogenicidade da textura de diversos órgãos, revelando importante aplicabilidade clínica. O estudo de um tecido tem uma densidade aparente ao modo-bidimensional (modo-B), são alterados por condições patológicas, fornecendo ao examinador uma análise subjetiva da área estudada ⁶⁻⁸.

O HEC tem sido utilizado na medicina humana ⁹⁻¹¹, principalmente nas paredes das artérias carótidas em pacientes com placas ateroscleróticas depositadas na camada íntima e média, pois a espessura do complexo íntimo e médio carotídeo é considerada um marcador da aterosclerose precoce, e a avaliação pela ultrassonografia permitem a inspeção visual da parede do vaso de espessura normal. Contudo, pode existir uma variação de textura e ecogenicidade o qual não é observado durante o exame pelo especialista, e o HEC pode acrescentar no diagnóstico ^{9,11-14}.

As placas ateroscleróticas depositadas nas artérias carótidas não são frequentes em animais como em humanos ^{11,15-16}. Embora existam relatos em cães ¹⁷ e equinos ¹⁸, a ultrassonografia possibilitou a avaliação subjetiva dessa enfermidade, entretanto, em situações como as anteriores, o HEC, assim como, em humanos ¹⁹, poderia complementar a avaliação.

Os muares não são considerados equinos, pois são resultantes do cruzamento entre equídeos e asininos ²⁰. Os médicos veterinários que trabalham com equinos, precisam se aperfeiçoar para atender as diferenças entre os muares. O HEC em fêmeas equina e muares é incipiente, especialmente nas paredes dos vasos. O objetivo foi comparar a ecogenicidade e ecotextura das paredes das artérias carótidas comuns das fêmeas equina e muares saudáveis por HEC, correlacioná-las com idade, massa corpórea, diâmetro e parede longitudinal do vaso, além de avaliar a ecogenicidade e ecotextura das paredes das artérias carótidas entre os gêneros de muar.

Métodos

Essa pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética no uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu (FMVZ/UNESP) (Protocolo nº 0100/2017) e foi desenvolvida na fazenda Edgárdia – UNESP Campus Botucatu, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ).

Foram utilizados 22 animais pertencentes à área de ensino, pesquisa e extensão em equídeos da FMVZ UNESP, Botucatu. Os mesmos foram classificados em dois grupos, 11 fêmeas equina saudáveis, sem raça definida (SRD), com massa corpórea de 348 a 486 quilogramas (Kg) e idade de 5 a 25 anos, e 11 muares (seis machos e cinco fêmeas) saudáveis, com massa corpórea 350 a 462 Kg e idade de 4 a 12 anos. Ainda, os muares foram divididos em machos e fêmeas, por gênero.

Os animais para realização dos exames ultrassonográficos foram conduzidos até os troncos individuais por um guia capacitado. Os troncos foram utilizados para permitir a segurança e conforto dos profissionais e dos animais. O posicionamento dos animais foi respeitado de acordo com a acomodação dos mesmos, entretanto, todos permaneceram com a cabeça acima da linha de cernelha, no qual se tornou um posicionamento padrão e confortável.

Para a execução dos exames ultrassonográficos aplicou-se álcool isopropílico na concentração de 30% água e 70% álcool na região a ser examinada, seguido de gel de silicone para a proteção dos transdutores. O álcool dispensa a tricotomia e junto com o gel melhora a condução das ondas ultrassonográficas. Durante os exames os animais não foram submetidos a

jejum de sólido e hídrico, e durante os procedimentos ultrassonográficos, os animais foram contidos manualmente, por profissionais capacitados para o manejo das diferentes espécies.

Os exames ultrassonográficos foram realizados em um equipamento modelo MyLab®30 marca Esaote, Italia, utilizando-se um transdutor linear 3,0 a 11,0 megahertz (MHz) da marca Esaote, Italia, para obtenção das imagens do modo-B nas fêmeas equina e nos muare, classificando os vasos em três regiões diferentes denominadas de: porção cranial, médio e caudal (Figura 33).

Os pontos anatômicos dessas regiões foram classificadas como ponto de mensuração cranial, médio e caudal. O ponto cranial foi identificado como uma linha tangenciando os côndilos do osso occipital dorsalmente e o ângulo da mandíbula ventralmente. O ponto médio foi considerado uma linha dorso-ventral que tangência caudalmente a fôvea articular da quarta vértebra cervical. O ponto caudal estabeleceu uma linha dorso-ventral caudalmente que tangência a sétima vértebra cervical.



Figura 33. As imagens foram obtidas no plano longitudinal, tanto nos muare (caudal (A), médio (B) e cranial (C)), como nas fêmeas equina (caudal (D), médio (E) e cranial (F)).

Devido à diferença no tamanho e massa corpórea dos animais, as técnicas das imagens (ganho de brilho e profundidade) foram diferentes, visando maximizar a qualidade das imagens em cada caso. Posteriormente aos exames, as imagens de ultrassonografia de todos os animais foram avaliadas por meio de um software específico (ImageJ® - National Institutes of Health), no qual, utilizou-se a ferramenta de HEC em todas as imagens, em plano longitudinal das artérias carótidas comuns direita e esquerda.

Para as medições do HEC, foram delimitadas no centro da imagem uma área de 2 cm x 2 mm na parede superior das artérias carótidas comuns nas três regiões (caudal, médio e cranial). Optou-se por realizar a mensuração na parede superior do vaso para evitar possível artefato de reforço posterior. Considerou-se um intervalo de 770 a 1000 pixels para a coleta da amostra dentro da área delimitada. Foram obtidos os valores de Count, Mean, Max, Min, StdDev, Mode e Mode (Count) (Figura 34) das imagens e posteriormente foram inseridos em uma tabela elaborada no Microsoft Excel 2013 para a análise estatística. A ecotextura foi medida por meio da razão $\text{Mode (Count)} / \text{Count}$, em seguida multiplicado por 100, para transformar os valores em porcentagem (%). O resultado sendo próximo de 100% é mais homogêneo, já próximo de 0%, mais heterogêneo.

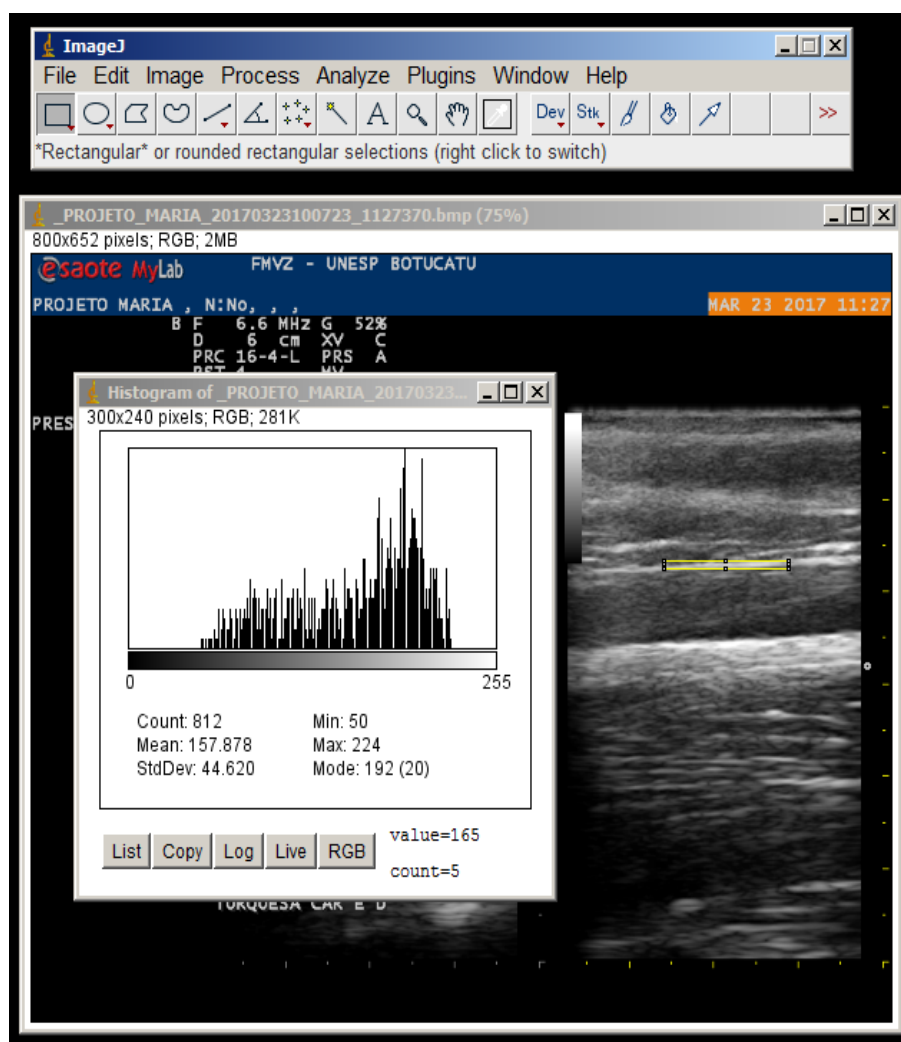


Figura 2 - Ultrassonografia da artéria carótida esquerda na porção cranial de uma fêmea equina. Nota-se o total de pixels selecionados (Count), ao qual nesse estudo variou de 770 a 1000 em cada imagem; a média de tons de cinza (Mean) dos pixels selecionados e o desvio padrão (StdDev), onde zero (0) representa um pixel de tonalidade totalmente preta (hipoecóico/hipoecogênico), e 255, um pixel de tonalidade totalmente branca (hiperecóico/hiperecogênico); o valor mais hiperecogênico (Max) e o valor mais hipoecogênico (Min) que apareceram na amostra, a moda (Mode), que representa a tonalidade de cinza mais frequente da amostra e em parêntese, a quantidade de pixel equivalente ao valor de cinza da moda Mode (Count).

Para a análise estatística foi utilizado o software The Sas System 9.0 para o cálculo da média, mediana e desvio padrão em cada grupo e posteriormente foi aplicado o teste de Mann-Whitney para comparação das duas espécies e o teste de correlação de Sperman para as variáveis de interesse (idade, massa corpórea, diâmetro e parede longitudinal do vaso).

Nesse trabalho consideraram uma significância de 5%, ou seja, a hipótese nula foi rejeitada quando p-valor foi menor ou igual a 0,05.

Resultados

Foi identificada diferença significativa entre fêmeas equina e muares quanto à variável Count ($p=0,0391$) no lado direito região caudal, sendo que as fêmeas equina apresentaram pontuações maiores que os muares (Tabela 22). Isso significa que a quantidade de pixels adquiridos nesta região foi superior ao das amostras das outras regiões.

Notou-se diferença significativa entre a variável Mean no lado direito médio ($p=0,0270$), lado esquerdo médio ($p=0,0366$) e lado esquerdo caudal ($p=0,0090$), sendo que a pontuação dos muares foram superiores a das fêmeas equina. Isso expressa que as fêmeas equina obtiveram a média de tons de cinza diferente dos muares nas regiões citadas, ou seja, mais hipoecogênica.

Foi observada também diferença significativa na variável Min no lado direito médio ($p=0,0219$), sendo que os muares apresentaram pontuações maiores, ou seja, as fêmeas equina apresentaram pixels mais hipoeocogênicos do que os muares nesta região.

Foi analisado também diferença quanto Max e Mode no lado esquerdo médio ($p=0,093$ para Max e $p=0,00310$ para Mode) e caudal ($p=0,0140$ para Max e $p=0,0350$ para Mode), sendo que os muares apresentaram pontuações superiores que as fêmeas equina, isso significa que nestas regiões os muares apresentam ecogenicidade maior que as fêmeas equina.

Analisando conjuntamente, observou-se que os muares apresentaram ecogenicidade superiores em todas as regiões e lados avaliados. Com relação à ecotextura, obtida pela razão Mode (Count)/Count (%), foi quantificada como heterogênea, pois as porcentagens obtidas foram baixas (3 – 8 %) nas fêmeas equina e nos muares. Quanto às porções e lados de cada animal, não houve diferença significativa na ecotextura das paredes dos vasos.

Tabela 27 - Média e desvio padrão das variáveis de interesse (Count, Mean, StdDev, Min, Max, Mode, Mode (Count) e Mode (Count)/Count (%)) quanto ao HEC seguido pelo p-valor do teste de Mann-Whitney.

Lado	Região	Animal	Count	p-valor	Mean	p-valor	StdDev	p-valor	Min	p-valor
Direito	Cranial	Muare	875±67	0,5110	184±31	0,2880	42±14	0,5112	68±47	0,1367
		Equino	852±59		146±63		39±16		39±47	
	Médio	Muare	863±63	0,5850	201±24	0,0270*	35±13	0,1046	93±35	0,0219*
		Equino	880±61		142±64		45±11		40±41	
	Caudal	Muare	850±56	0,0391*	173±24	0,1156	28±13	0,8457	93±29	0,1298
		Equino	916±71		156±34		26±10		76±34	
	Cranial	Muare	930±59	0,0625	173±53	0,3892	39±10	0,6273	63±42	0,7545
		Equino	875±54		153±55		36±11		60±63	
Esquerdo	Médio	Muare	888±64	0,6049	191±39	0,0366*	40±13	0,3358	70±43	0,5394
		Equino	892±56		145±50		41±36		62±49	
	Caudal	Muare	891±53	0,1704	184±28	0,0090*	31±11	0,3817	96±39	0,0543
		Equino	929±64		148±25		28±9		69±25	
Lado	Região	Animal	Max	p-valor	Mode	p-valor	Mode (Count)	p-valor	Mode (Count)/Count (%)	p-valor
Direito	Cranial	Muare	248±15	0,1738	219±43	0,3167	74±85	0,9169	8±9	0,8620
		Equino	212±54		163±99		70±80		8±10	
	Médio	Muare	244±30	0,1976	226±36	0,0807	43±32	0,4314	5±4	0,2670
		Equino	233±24		167±80		42±43		5±5	
	Caudal	Muare	226±23	0,3999	190±43	0,0959	50±64	0,4775	6±7	0,4029
		Equino	214±33		162±43		29±12		3±1	
	Cranial	Muare	239±27	0,2140	195±76	0,3951	72±82	0,1277	7±8	0,1849
		Equino	224±32		157±89		59±102		7±11	
Esquerdo	Médio	Muare	252±7	0,0093*	216±53	0,0310*	55±50	1,0000	6±5	0,8968
		Equino	215±36		150±62		25±5		3±1	
	Caudal	Muare	242±22	0,0140*	200±31	0,0350*	25±10	0,1160	3±1	0,3817
		Equino	208±25		158±46		27±5		3±1	

* p.valor <0.05

Para o HEC da região cranial direito entre os gêneros dos muare, foi possível analisar que à variável Mode apresentou diferença significativa ($p=0,0477$), sendo que as fêmeas apresentaram valores superiores (Tabela 23) ou seja, as fêmeas apresentaram valores maiores de intensidade de cinza (hiperrecogênico) do que os machos.

Pelas médias de Mean, as fêmeas apresentaram ecogenicidade maior em 83,4% das porções (cranial, media e caudal), menos do lado direito região caudal, onde os machos obtiveram valores mais altos. Com relação à ecotextura, foi quantificada como heterogênea, pois as porcentagens obtidas foram baixas (2 – 13 %) entre os gêneros.

Tabela 28 - Média e desvio padrão das variáveis do histograma (Count, Mean, StdDev, Min, Max, Mode, Mode (Count) e Mode (Count)/Count (%)) em cada categoria de sexo seguido pelo p-valor do teste de Mann-Whitney em muare.

Lado	Região	Variáveis	Fêmea	Macho	p-valor
Direito	Cranial	Count	878,25±87,47	889,50±45,82	0,8307
		Mean	191,15±28,31	170,77±24,89	0,3374
		StdDev	46,23±5,58	43,32±15,17	0,7491
		Min	65,75±29,59	53,00±42,55	0,6689
		Max	255,00±0,00	241,83±19,60	0,1491
		Mode	247,50±15,00	194,17±43,75	0,0477*
		Mode (Count)	124,75±123,40	31,67±24,35	0,0700
		Mode (Count)/Count (%)	13,54±12,25	3,56±2,75	0,0700
	Médio	Count	815,25±15,90	890,33±70,07	0,1098
		Mean	207,98±24,87	192,10±22,41	0,4555
		StdDev	31,03±16,02	39,10±12,08	0,3374
		Min	105,00±47,48	80,67±26,24	0,6689
		Max	228,75±49,20	251,67±8,16	0,1495
		Mode	226,25±36,47	221,50±40,35	0,9095
		Mode (Count)	45,75±45,85	37,50±24,84	0,7476
		Mode (Count)/Count (%)	5,66±5,76	4,31±3,13	0,7491
	Caudal	Count	823,75±56,78	878,00±45,14	0,1098
		Mean	160,00±19,57*	177,23±25,27*	0,2410
		StdDev	26,73±2,40	26,97±18,16	0,3374
		Min	82,25±19,16	98,33±35,06	0,5940
		Max	214,50±18,91	228,00±24,31	0,3909
		Mode	171,75±31,40	191,17±44,74	0,7491
		Mode (Count)	22,00±2,16	64,83±84,66	0,0871
		Mode (Count)/Count (%)	2,67±0,08	7,11±8,83	0,1098
Esquerdo	Cranial	Count	917,75±67,68	932,83±61,36	0,9151
		Mean	197,50±12,58	152,32±65,23	0,2410
		StdDev	41,50±4,82	36,50±12,51	0,4555
		Min	63,50±11,90	59,00±57,43	0,2395
		Max	252,50±5,00	226,50±32,27	0,1393
		Mode	227,00±32,50	164,33±90,70	0,2263
		Mode (Count)	79,25±95,70	72,00±88,45	0,9141
		Mode (Count)/Count (%)	8,25±9,42	7,48±8,85	0,9151
	Médio	Count	890,01±72,72	893,50±67,86	0,7491

	Mean	198,53±28,53	179,02±44,80	0,5940
	StdDev	39,48±17,14	42,28±8,99	0,7491
	Min	78,75±52,26	52,17±26,23	0,4555
	Max	254,5±1,00	250,67±9,22	0,6940
	Mode	232,75±25,95	198,67±65,40	0,4414
	Mode (Count)	41,75±32,90	51,00±52,81	1,0000
	Mode (Count)/Count (%)	4,60±3,43	5,47±5,39	1,0000
Caudal	Count	860,75±75,07	908,17±33,79	0,3374
	Mean	179,55±23,81	177,68±25,27	0,9148
	StdDev	32,48±9,13	33,80±9,81	0,9151
	Min	89,01±33,64	85,00±20,25	1,0000
	Max	238,25±13,94	243,00±27,95	0,1224
	Mode	201,01±27,60	192,67±33,28	0,7491
	Mode (Count)	23,50±4,80	21,50±3,21	0,2790
	Mode (Count)/Count (%)	2,72±0,40	2,37±0,37	0,1658

* p.valor <0.05

Observou correlações positivas com a variável Mean com Min ($p<0,001$), Max ($p<0,001$), Mode ($p<0,001$), Mode (Count) ($p<0,001$) e Mode (Count)/Count (%) ($p<0,001$) (Tabela 24).

Para a variável StdDev houve correlações positivas com o Max ($p=0,0003$) e negativa com o Min ($p<0,001$). Com Min observou correlações positivas com Mode ($p=0,0418$), Mode (Count) ($p=0,0002$), Mode (Count)/Count (%) ($p=0,0002$) e Mean ($p<0,001$), ($p=0,0002$), e negativa com StdDev ($p<0,001$).

De acordo com Max, identificou correlações positivas com Mode ($p<0,001$), Mode (Count) ($p=0,0160$), Mode (Count)/Count (%) ($p=0,0349$), Mean ($p<0,001$) e StdDev ($p=0,0003$). A Mode apresentou correlações positivas com Mode (Count) ($p<0,001$), Mode (Count)/Count (%) ($p<0,001$), Mean ($p<0,001$), Max ($p<0,001$) e Min ($p=0,0418$).

Para Mode (Count), verificou correlações positivas com Mode ($p<0,001$), Mode (Count)/Count (%) ($p<0,001$), Mean ($p<0,001$), Max ($p=0,0160$) e Min ($p=0,0002$). De acordo com Mode (Count)/Count (%), demonstrou correlações positivas com Mode ($p<0,001$), Mode (Count) ($p<0,001$), Mean ($p<0,001$), Min ($p=0,0002$), e com Max ($p=0,0349$).

Para idade, verificou correlações negativas com Mode ($p=0,0004$), Mode (COUNT) ($p=0,0047$), Mode (Count)/Count (%) ($p=0,0034$), e Mean ($p=0,0011$). A variável massa corpórea apresentou correlações negativas com Mean ($p=0,0045$), Max ($p=0,0253$) e com Mode ($p=0,0135$). Já parede longitudinal apresentou correlação positiva com Max ($p=0,0072$).

Tabela 29 - Teste de correlação de Sperman entre as variáveis de interesse: Count, Mean, StdDev, Min, Max, Mode, Mode (Count), Mode (Count)/Count (%), idade, massa corpórea, diâmetro longitudinal e parede longitudinal dos muare.

	Count	Mean	StdDev	Min	Max	Mode	Mode (Count)	Mode(Count)/Count (%)
Count	1,00	0,14	0,11	-0,11	0,19	0,10	0,23	0,10
	-	0,2725	0,3832	0,3985	0,1216	0,4091	0,0658	0,4276
Mean	0,14	1,00	-0,21	0,62	0,59	0,80	0,66	0,64
	0,2725	-	0,0841	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*
StdDev	0,11	-0,21	1,00	-0,78	0,43	0,23	-0,21	-0,22
	0,3832	0,0841	-	<0,001*	0,0003*	0,0575	0,0859	0,0822
Min	-0,11	0,62	-0,78	1,00	-0,01	0,25	0,44	0,44
	0,3985	<0,001*	<0,001*	-	0,9426	0,0418*	0,0002*	0,0002*
Max	0,19	0,59	0,43	-0,01	1,00	0,71	0,30	0,26
	0,1216	<0,001*	0,0003*	0,9426	-	<0,001*	0,0160*	0,0349*
Mode	0,10	0,80	0,23	0,25	0,71	1,00	0,69	0,69
	0,4091	<0,001*	0,0575	0,0418*	<0,001*	-	<0,001*	<0,001*
Mode (Count)	0,23	0,66	-0,21	0,44	0,30	0,69	1,00	0,98
	0,0658	<0,001*	0,0859	0,0002*	0,0160*	<0,001*	-	<0,001*
Mode(Count)/Count (%)	0,10	0,64	-0,22	0,44	0,26	0,69	0,98	1,00
	0,4276	<0,001*	0,0822	0,0002*	0,0349*	<0,001*	<0,001*	-
	Count	Mean	StdDev	Min	Max	Mode	Mode (Count)	Mode(Count)/Count (%)
Idade	-0,05	-0,41	-0,09	-0,17	-0,11	-0,44	-0,36	-0,37
	0,7302	0,0011*	0,4728	0,1839	0,3873	0,0004*	0,0047*	0,0034*
Massa corpórea	0,00	-0,36	-0,03	-0,15	-0,29	-0,32	-0,11	-0,12
	0,9698	0,0045*	0,8140	0,2411	0,0253*	0,0135*	0,4037	0,3609
Diâmetro Longitudinal	0,04	-0,08	-0,23	0,08	0,01	-0,26	-0,13	-0,14
	0,7943	0,5678	0,0896	0,5359	0,9264	0,0551	0,3388	0,2869
Parede Longitudinal	-0,04	0,12	0,24	-0,07	0,36	0,20	-0,09	-0,09
	0,7741	0,3876	0,0690	0,6290	0,0072*	0,1415	0,5141	0,5009

* p.valor <0.05

A variável Mean demonstrou correlações positivas com o Mode ($p<0,001$), Mode (Count) ($p<0,001$), Mode (Count)/Count (%) ($p<0,001$), e Max ($p<0,001$), Min ($p<0,001$) (Tabela 25).

Com StdDev, verificou-se correlações positivas com Max ($p=0,0011$), negativas com Min ($p<0,001$), Count ($p=0,0392$), Mode (Count) ($p=0,0140$) e Mode (Count)/Count (%) ($0,0152$). Para Min houve correlações positivas com Count ($p=0,0267$), Mean ($p<0,001$), Mode ($<0,001$), Mode(Count) ($p=0,0038$) e Mode (Count)/Count ($p=0,0065$), Max ($p=0,0181$), e negativa com StdDev ($p<0,001$).

Quanto a Max, foi evidenciado correlações positivas com Min ($p=0,0181$), Mean ($p<0,001$), Mode ($p<0,001$), e o StdDev ($p=0,0011$). Para Mode mostrou correlações positivas com Mean ($p<0,001$), Max ($p<0,001$), Min ($p<0,001$), Mode (Count) ($p<0,001$), e Mode (Count)/Count ($p<0,001$).

Já Mode (Count), houve correlações positivas com Mode ($p<0,001$), Mode(Count)/Count ($p<0,001$), Mean ($p<0,001$) e Min ($p=0,0038$) e negativa com StdDev ($p=0,0140$). Para Mode (Count)/Count houve correlações positivas com Mode ($p<0,001$), Mode (Count) ($p<0,001$), Mean

($p < 0,001$), Min ($p = 0,0065$) e negativa fraca com StdDev ($p = 0,0152$). A massa corpórea apresentou correlações positivas com Mean ($p = 0,0161$) e Mode ($p = 0,0105$).

Tabela 30 - Teste de correlação de Sperman entre as variáveis de interesse: Count, Mean, StdDev, Min, Max, Mode, Mode (Count), Mode (Count)/Count (%), idade, massa corpórea, diâmetro longitudinal e parede longitudinal das fêmeas equina.

	Count	Mean	StdDev	Min	Max	Mode	Mode (Count)	Mode(Count)/ Count (%)
Count	1,00	0,09	-0,25	0,27	0,03	0,06	0,22	0,04
	—	0,4786	0,0392*	0,0267*	0,8287	0,6210	0,0705	0,7384
Mean	0,09	1,00	-0,03	0,64	0,82	0,94	0,47	0,46
	0,4786	—	0,7930	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*
StdDev	-0,25	-0,03	1,00	-0,63	0,39	0,14	-0,30	-0,30
	0,0392*	0,7930	—	<0,001*	0,0011*	0,2617	0,0140*	0,0152*
Min	0,27	0,64	-0,63	1,00	0,29	0,47	0,35	0,33
	0,0267*	<0,001*	<0,001*	—	0,0181*	<0,001*	0,0038*	0,0065*
Max	0,03	0,82	0,39	0,29	1,00	0,83	0,21	0,21
	0,8287	<0,001*	0,0011*	0,0181*	—	<0,001*	0,0834	0,0905
Mode	0,06	0,94	0,14	0,47	0,83	1,00	0,49	0,49
	0,6210	<0,001*	0,2617	<0,001*	<0,001*	—	<0,001*	<0,001*
Mode (Count)	0,22	0,47	-0,30	0,35	0,21	0,49	1,00	0,97
	0,0705	<0,001*	0,0140*	0,0038*	0,0834	<0,001*	—	<0,001*
Mode(Count)/ Count (%)	0,04	0,46	-0,30	0,33	0,21	0,49	0,97	1,00
	0,7384	<0,001*	0,0152*	0,0065*	0,0905	<0,001*	<0,001*	—
	Count	Mean	StdDev	Min	Max	Mode	Mode (Count)	Mode (Count)/ Count (%)
Idade	-0,02	-0,13	-0,03	0,01	-0,02	-0,16	-0,12	-0,10
	0,8972	0,3125	0,7868	0,9145	0,8442	0,2126	0,3245	0,4121
Massa corpórea	-0,05	0,30	0,14	0,05	0,22	0,31	0,14	0,14
	0,6690	0,0161*	0,2491	0,6733	0,0774	0,0105*	0,2595	0,2533
Diâmetro Longitudinal	0,06	0,01	0,02	0,02	-0,05	-0,04	-0,15	-0,16
	0,6812	0,9446	0,8640	0,9076	0,7026	0,7718	0,2826	0,2462
Parede Longitudinal	0,01	0,17	-0,19	0,24	0,09	0,09	-0,02	0,02
	0,9664	0,2255	0,1727	0,0807	0,5378	0,5352	0,9016	0,8894

* p.valor < 0.05

Discussão

A ultrassonografia na medicina humana é amplamente utilizada como estimativa do grau de estenose e avaliação quanto à ecogenicidade das placas ateroscleróticas depositadas nas artérias carótidas comuns²¹. A ecogenicidade e a ecotextura das paredes tem sido confiável para determinar o conteúdo de tecido mole e a quantidade de calcificação depositadas¹⁹.

As imagens adquiridas nesta pesquisa procuraram manter melhor qualidade, necessitando a alteração na técnica (ganho de brilho e na profundidade) em cada caso. Segundo Sarmento et al.¹⁴, essas técnica, mesmo alterados, não interferem significativamente nos resultados do HEC.

Conforme Lima et al.²² o artefato de reforço acústico representa um determinado aumento localizado na amplitude do eco que ocorre posterior a uma estrutura de baixa atenuação, como por exemplo, o líquido. Em avaliação ultrassonográfica o reforço aparece como

uma área de claridade mais intensa. Neste trabalho as mensurações foram realizadas na parede superior para evitar possível artefato. Contudo a maioria dos estudos com o HEC nas artérias carótidas comuns em humanos ^{11,14,23}, as medidas são realizada na parede inferior (distal), devido à presença de placas ateroscleróticas. Porém não é possível afirmar se o artefato de reforço interfere (positivamente ou negativamente) ou não, significativamente nos resultados do HEC.

A maioria dos estudos do HEC com humanos ^{12-14,23} resume apenas na avaliação de placas ateroscleróticas, sendo que trabalhos com HEC na parede dos vasos em pacientes saudáveis ainda não são poucos encontrados, o que torna importante novos estudos sobre esse assunto.

Não visualizou-se alterações nos vasos analisados, o que torna imperativo um trabalho mais detalhado do HEC nesses casos de placas ateroscleróticas, pois essas alterações tem se tornado frequentes em animais de companhia ¹⁷. Segundo Ribeiro e Shintaku ¹⁶ o surgimento de placas ateroscleróticas em seres humanos esta relacionada à má alimentação. Supõe-se que os aparecimentos de placas ateroscleróticas em animais estejam relacionados à humanização dos mesmos.

Aguiar et al.¹⁸ explanou um caso de placa aterosclerótica na artéria carótida comum de um equino com 32 anos com histórico de cardiopatia, onde foi observado uma massa ecóica obstruindo 40% da luz do vaso e prejudicando a passagem do fluxo sanguíneo. Em situações como a anterior, o HEC, assim como, na medicina humana ^{11,14,19,23}, pode complementar a avaliação de forma quantitativa, permitindo assim, a diferenciação espacial da distribuição em níveis de cinza em uma imagem ou textura.

Nesse estudo, foram utilizados apenas animais saudáveis, e conforme o HEC, as paredes dos vasos apresentaram ecotextura heterogênea nos muares e fêmeas equina, sendo que a heterogenicidade das fêmeas equina foi superior que a de muares. Já em relação à ecogenicidade os muares demonstraram valores maiores do que as fêmeas equina.

O HEC apresentou diferença significativa entre os gêneros de luar, onde as fêmeas demonstraram parede mais hiperecogênica e ecotextura menos heterogenia que os machos.

Para os muares observou-se correlação positiva da parede longitudinal com Max, o que significa que quanto maior a parede longitudinal, maior a possibilidade de pixels hiperecogênicos, sendo que essa informação não foi significativa para as fêmeas equina.

Nos muares houve também correlações negativas de massa corpórea com as variáveis Mean, Max e Mode, significando que quanto menor a massa corpórea dos animais, maior a possibilidade de pixels hiperecogênico, o que diferencia das fêmeas equina, pois a massa corpórea apresentou correlação positiva com Mean e Mode, ou seja, quanto maior a massa corpórea maior a possibilidade de pixels hiperecogênicos.

A correlação positiva entre Mean e Mode é consideravelmente normal, e essa similaridade está presente em grandes partes dos estudos envolvendo HEC ^{24,25}, e neste trabalho esta similaridade foi observada tanto nos muares quanto nas fêmeas equina. É importante salientar que o Mean e Mode podem diferenciar estatisticamente ²⁶, o que pode dificultar a interpretação dos resultados obtidos pelo HEC.

Em relação à ecotextura dos muares foi identificado que quanto mais jovem o animal for, maior será a homogenicidade da parede do vaso, entretanto, nas fêmeas equina essa afirmação não foi relevante.

Segundo Bersi et al. ²⁷ e Kiyota ²⁸, o enrijecimento das artérias carótidas comuns está relacionado com o envelhecimento. O enrijecimento, assim como a calcificação de artérias, faz com que a parede dos vasos apresente um aspecto hiperecogênico na ultrassonografia acompanhada de sombra acústica, devido impedância acústica grande, o que pode também estar relacionado com o aumento da idade ²⁸⁻³³. Porém, neste estudo, a idade dos muares tiveram correlação negativa com as variáveis Mode e Mode (Count)/Count(%). Isso significa que à medida

que o animal envelhece, as paredes dos vasos apresentarão mais quantidade de pixels hipocogênico, já, as fêmeas equina essa afirmação não foi significativo.

Devido à ausência de estudos na literatura com HEC em paredes de vasos com muare e fêmeas equina, não é possível afirmar se ocorre essa diferença de ecogenicidade e ecotextura entre esses animais, o que realça a importância de novos estudos com o HEC.

Conclusões

A ecogenicidade e ecotextura das paredes das artérias carótidas diferiram entre fêmeas equina, muare e entre gêneros dos mesmos. A idade e a massa corpórea influenciaram inversamente na ecogenicidade e ecotextura dos muare, enquanto que nas fêmeas equina não foi significativo.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Fogaça JL, Vettorato MC, Machado VMV; Obtenção de dados: Fogaça JL, Vettorato MC; Análise e interpretação dos dados: Fogaça JL, Vettorato MC; Análise estatística: Puoli-Filho JNP; Redação do manuscrito: Fogaça JL, Vettorato MC; Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Machado VMV, Puoli-Filho JNP.

Potencial Conflito de Interesse

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

Vinculação Acadêmica

Este artigo é parte da dissertação de Mestrado de Jéssica Leite Fogaça pela Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, da Universidade Estadual Paulista.

Referências

1. Silva EG, Gonçalves MT, Pinto SC, Soares DM, Oliveira RA, Alves FR et al. Análise quantitativa da ecogenicidade testicular pela técnica do histograma de ovinos da baixada ocidental maranhense. *Pesq Vet Bras*. 2015;35(3):297-303. doi:10.1590/S0100-736X2015000300014.
2. Dantas A., Vettorato MC, Oba E, Machado VMV, Charliers MGS. et al. Uso da técnica de histograma em escala de cinza para avaliação do desenvolvimento mamário de animais leiteiros. In: V Jornada científica e tecnológica da Faculdade de Tecnologia de Botucatu. 2016:1-6.
3. Maeda K, Utsu M, Kihale PE. Quantification of ultrasonographic echogenicity with grey-level histogram width: a clinical tissue characterization. *Ultrasound Med Biol*. Philadelphia. 1998;24(2):225-34. doi:10.1016/S0301-5629(97)00266-4.
4. Lee CH, Choi JW, Kim KA, Seo TS, Lee JM, Park CM. Usefulness of standard deviation on the histogram of ultrasound as a quantitative value for hepatic parenchymal echo texture preliminary study. *Ultrasound Med Biol*. Philadelphia. 2006;32(12):1817-26. doi:10.1016/j.ultrasmedbio.2006.06.014.

5. Vescovi LA, Monteiro JNM, Santos WG, Oliveira DC, Borlini DC, Machado FM et al. Ultrassonografia quantitativa do baço de gatos normais. *Vet Foco*. 2009;7(1):4-10.
6. Rosenfield, A, Taylor, TKJ. Jaffe CC. Clinical applications of ultrasound tissue characterization. *Radiol Clin North America*. 1980;18(1):31-58.
7. Queiroz JER, Gomes HM. Introdução ao processamento digital de imagens. *Rita*. 2001;8(1):1-31.
8. Armstrong V, Hansen WF, Voorhis BJV, Syrop CH. Detection of cesarean scars by transvaginal ultrasound. *Obstetrics & Gynecol*. 2003;101(1):61–5. doi: 10.1016/S0029-7844(02)02450-X.
9. Lee JJ. Formação e processamento de imagens de ultrassom. 2010. 65f. [Dissertação] Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. doi:10.11606/D.18.2010.tde-24062010-154946.
10. Mendonça JA. O histograma de imagens coloridas permite melhor visualização de danos ecotexturais pelo ultrassom. *Bras Reumatol*. 2017;57(1):88–91. doi: 10.1016/j.rbr.2014.12.016.
11. Wohlin M, Sundström J, Andrén B, Larsson A, Lind L. An echolucent carotid artery intima-media complex is a new and independent predictor of mortality in an elderly male cohort. *Atherosclerosis*. 2009;205(2):486-91. doi:10.1016/j.atherosclerosis.2009.01.032.
12. Lind L, Andersson J, Rönn M, Gustavsson T, Holdfelt P, Hulthe J, et al. Brachial artery intima-media thickness and echogenicity in relation to lipids and markers of oxidative stress in elderly subjects: the prospective investigation of the vasculature in Uppsala Seniors (PIVUS) Study. *Lipids*. 2008;43(2):133-41. doi: 10.1007/s11745-007-3125-6.
13. Andersson J, Sundström J, Gustavsson T, Gustavsson T, Hulthe J, Elmgren A, et al. 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*. 2009;204(2):612-8. doi:10.1016/j.atherosclerosis.2008.10.038.
14. Sarmiento PLDFA, Plavnik FL, Scaciota A, Lima JO, Miranda RB & Ajzen AS. Relationship between cardiovascular risk factors and the echogenicity and pattern of the carotid intima-media complex in men. *Sao Paulo Medical J*. 2014;132(2):97-104. doi: 10.1590/1516-3180.2014.1322490.
15. Rosa EMD, Kramer C & Castro I. Association between coronary artery atherosclerosis and the intima-media thickness of the common carotid artery measured on ultrasonography. *Arq. Bras. Cardiol*. 2003;80(6):589-92. doi:10.1590/S0066-782X2003000600002.
16. Ribeiro KC, Shintaku RCO. A influência dos lipídios da dieta sobre aterosclerose. *ConScientiae Saúde*. 2004;3(3):73–83.

17. Hess RS, Kass PH, Winkle TJV. Association between diabetes mellitus, hypothyroidism or hyperadrenocorticism, and atherosclerosis in dogs. *J Vet Interna Med.* 2003;17(4):489–94. doi: 10.1111/j.1939-1676.2003.tb02469.x.
18. Aguiar A, Dantas A, Viana GF, Machado VMV. Ateroma em artéria carótida comum de equino detectado através de exame ultrassonográfico – relato de caso. In: IV Simpósio internacional de diagnóstico por imagem veterinário. Belo Horizonte. 2014:50-2.
19. Baroncini LAV, Pazin-Filho A, Murta-Junior LO, Martins AR, Ramos SG, Cherri J. et al. Caracterização tecidual ultra-sônica da placa carotídea vulnerável pela análise vídeo densitométrica. *Bras de Ecocardiografia.* 2006;19(1):37-44.
20. Souza LO, Gomes LPB, Barbosa VV, Medeiros GR, Souza CM & Weller M. Analysis of the population of equidae in semiarid region of Paraíba. *J. Biotechnol. and Biodiversity,* 2013;4(3):269-75.
21. Sumner DS. Use of color-flow imaging technique in carotid artery disease. *Surg Clin North Am* 1990;70:201–11. doi:10.1016/S0039-6109(16)45045-0.
- 22 Lima JL, André A & Santos AC. Reprodução e estudo de artefatos no ultrassom. *Revta. Bras. de Física Médica,* 2013;7(3):205-8.
23. Noto N, Okada T, Abe Y, Miyashita M, Kanamaru H, Karasawa K, et al. Characteristics of earlier atherosclerotic involvement in adolescent patients with Kawasaki disease and coronary artery lesions: Significance of gray scale median on B-mode ultrasound. *Atherosclerosis,* 2012;222(1):106-9. doi:10.1016/j.atherosclerosis.2012.01.049.
24. Santos WG, Monteiro JNM, Oliveira DC, Borlini DC, Martins-Filho S, Machado FM et al. Ultrassonografia quantitativa do fígado em gatos com tirotoxicose induzida. *Braz J Vet Res Animal Sci.* 2009;46(6):438-47. doi:10.11606/S1413-95962009000600002.
25. Svicerio DJ. Eficácia do ultrassom na identificação de transplantes de células tronco mesenquimais em tecido muscular equino. 2014. 71p. [Dissertação] Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu. Universidade Estadual Paulista.
26. Santos WA. Estudo morfológico e morfométrico por ultrassonografia modo B do ligamento nugal de equinos da raça Quarto de Milha. 2017. 60p. [Dissertação] Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu. Universidade Estadual Paulista.
27. Bersi MR, Ferruzzi J, Eberth JF, Gleason-Junior RL, Humphrey JD. Consistent biomechanical of common carotid arteries from seven genetic, pharmacological, and surgical mouse models. *Animals Biomed Engineering.* 2014;42(6):1207–23. doi:10.1007/s10439-014-0988-6.
28. Kiyota TA. Idade pulmonar está relacionada a alterações estruturais carotídeas em indivíduos hipertensos. 2014. 61p. [Dissertação] Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas.
29. Park JC, Siegel RJ, Demer LL. Effect of calcification and formalin fixation on in vitro distensibility of human femoral arteries. *Am Heart J.* 1993;125(20):344-9. doi:10.1016/0002-8703(93)90010-7.

30. Shaw LJ, Raggi P, Berman DS, Callister TQ. Coronary artery calcium as a measure of biologic age. *Atherosclerosis*. 2006;188(1):112–19. doi:10.1016/j.atherosclerosis.2005.10.010.
31. Saijo Y, Tanaka A, Iwamoto T, Santos-Filho E, Yoshizawa M, Hirosaka A et al. Intravascular two-dimensional tissue strain imaging. *Ultrasonics*. 2006;44(1):147–51. doi: 10.1016/j.ultras.2006.06.049.
32. Saijo Y, Hozumi N, Lee C, Nagao M, Kobayashi K, Oakada N, Tanaka N et al. Ultrasonic speed microscopy for imaging of coronary artery. *Ultrasonics*. 2006;44(1):51–5. doi: 10.1016/j.ultras.2006.06.050.
33. Soares MQS, Castro RC, Santos PSS, Capelozza ALA, Fischer-Bullen, IRR. Contribuição da radiografia panorâmica no diagnóstico de calcificação de ateroma de carótida: relato de caso e revisão da literatura. *Portuguesa de Estomatol, Med Dentária e Cirurgia Maxilofacial*. 2015;56(6):127–31. doi:10.1016/j.rpemd.2015.04.011.

8. REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. **Avaliação ultrassonográfica da artéria carótida comum em equinos da raça quarto de milha**. 2015. 77f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Animal). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária de Botucatu, 2015.

AGUIAR, A. et al. **Ateroma em artéria carótida comum de equino detectado através de exame ultrassonográfico – relato de caso**. IV Simpósio International de Diagnóstico por Imagem Veterinário - Belo Horizonte – 2014.

ALBINO, L. A. et al. Mammary gland development of dairy heifers fed diets containing increasing levels of metabolisable protein: metabolisable energy. **Journal of Dairy Research**. v. 82, n.1, p. 113 - 120, 2015.

ALSAFY, M. A. M. et al. Topographical anatomy, computed tomography and surgical approach of the guttural pouches of the donkey. **Journal of Equine Veterinary Science**. v. 28, n. 4, p. 215 - 222, 2008.

ANDERSSON, J. et al. Echogenecity 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.

APPLETON, M. D. C. P. HATLE, M. D. The natural history of left ventricular filling abnormalities: Assessment by two – dimensional and Doppler Echocardiography. **A Journal of Cardiovascular Ultrasound & Allied Techniques**. v. 9, n. 4, p. 437 – 457, 1992.

ARMSTRONG, V. et al. Detection of cesarean scars by transvaginal ultrasound. **Obstetrics & Gynecology**. v. 101, n.1, p. 61 – 65, 2003.

ARMSTRONG, Vanessa et al. Detection of cesarean scars by transvaginal ultrasound. **Obstetrics & Gynecology**, v. 101, n. 1, p. 61-65, 2003.

BAILEY, C. S. et al. Uterine artery blood flow remains unchanged in pregnant mares in response to short-term administration of pentoxifylline. **Theriogenology**, v. 77, p. 430 - 436, 2012.

BARBOSA, M. F. et al. Doppler transcraniano convencional em voluntários assintomáticos. **Arquivo Neuropsiquiatria**. v. 64, n. 3 (B), p. 829 – 838, 2006.

BARONCINI, L. A. V. et al. Caracterização tecidual ultra-sônica da placa carotídea vulnerável pela análise vídeo densitométrica. **Brasileira de Ecocardiografia**, v. 19, n. 1, p. 37 - 44, 2006.

BERRETA, C. C. **Tração animal na agricultura**. Editora: Nobel, 1988, p. 101.

BERSI, M. R. et al. Consistent biomechanical of common carotid arteries from seven genetic, pharmacological, and surgical mouse models. **Animals of Biomedical Engineering**. v. 42, n. 6, p. 1207 – 1223, 2014.

BONAMIGO, T. P.; LUCAS, M. L. Análise crítica das indicações e resultados do tratamento cirúrgico da doença carotídea. **Jornal Vascular Brasileira**, v. 6, n. 4, p. 366-77, 2007.

BORGES, Morgana Cardoso B. et al. Timpanismo e empiema de bolsa gútural conseqüente a garrotilho. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, v. 4, n. 2, 2005.

BRAGATO, N. **Ultrassonografia Doppler vascular: aspectos importantes para aplicação da técnica**. 2013. 62f. Dissertação (Seminário apresentado junto à disciplina de Seminários Aplicados do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás. Nível: Mestrado), 2013.

BRAUN, U; FÖHN, J. Duplex ultrasonography of the common carotid artery and external jugular vein of cows. **American journal of veterinary research**, v. 66, n. 6, p. 962-965, 2005.

BROOM, J. **Veterinary Ecocardiography**. Ed. 2ª Edição, 2011, p. 589.

CANTÚ-BRITO, C. et al. Factores de riesgo cardiovascular y aterosclerosis carotídea detectada por ultrasonografia. **Saúde Pública do México**. v. 41, n. 6, p. 452 – 459, 1999.

CARDOSO, F. M. ALVES, A. E. Implantação de programa de controle de qualidade de Imagem em equipamentos de ultrassom. **XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica – CBEB**. p. 2802 – 2805, 2014.

CARVALHO, C. F. CHAMMAS, M. C, CERRI, G. C. Princípios físicos do Doppler em ultrassonografia. **Ciência Rural**.v. 38, n. 3, p. 872 – 879, 2008.

CARVALHO, C. F. **Ultrassonografia Doppler em pequenos animais**. São Paulo: Roca, 274p, 2009.

CASTELLO, C. M. et al. Ultrassonografia Doppler Colorido e Doppler Espectral para o estudo de pequenos fluxos. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**. v. 11, n. 22, p. 2691 - 2713, 2015.

CAVIEZEL, S.; et al. Variability and reproducibility of carotid structural and functional parameters assessed with transcutaneous ultrasound - Results from the SAPALDIA. **Cohort Study**. Atherosclerosis. v. 231, p. 448 - 455, 2013.

CHEQUER, G. et al. Espessamento Médio-Intimal da Carótida e Função Endotelial na Doença Arterial Coronariana. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**. v. 87, n. 2, 2006.

CHIRGWIN; J. C. ROOVER, P. DIJKMAN, J. T. **El burro como animal de trabajo**. Editora: Estudio FAO Producción y Sanidad Animal. p. 149, 2000.

CIPONE, M. et al. Pulsed wave-doppler ultrasonographic evaluation of the common carotid artery in the resting horse: physiologic data. **Veterinary Radiology & Ultrasound**. v. 38, n. 3, p. 200-206, 1997.

COLL, B.; et al. The role of carotid ultrasound in assessing carotid atherosclerosis in individuals at low-to-intermediate cardiovascular risk. **Española de Cardiología**. v. 66, p. 929 - 934, 2013.

DAMIANI, I. T. GAGLIARDI, R. J. SCAFF, M. Influência do etanol das bebidas alcoólicas na aterosclerose em artérias carótidas extracranianas. **Arquivo Neuropsiquiátrica**. v. 62, n. 4, p. 1022 – 1026, 2004.

DANTAS, A. et al. Sonographic evaluation of echogenicity and echotexture of the mammary gland of prepubertal ewe lambs by histogram with gray levels. In: **European Veterinary Diagnostic Imaging**, 2014, Utrecht. Proceedings Book EVDI 2014 Utrecht The Netherlands, 2014.

DANTAS, A. et al. Uso da técnica de histograma em escala de cinza para avaliação do desenvolvimento mamário de animais leiteiros. **5º Jornada Científica e Tecnológica da Fatec de Botucatu**, p. 6, 2016.

DARWEESH, E. G., KHAMAS, W. A; AI-SHAikhLY, A. K. Termination of the common carotid artery in one – humped camel (Camelus dromedaries). **Iraqi journal Veterinary medicine**. v. 15, p. 1 - 10, 1989.

DENARIE, N.; et al. Distribution of ultrasonographically assessed dimensions of common carotid arteries in healthy adults of both sexes. **Atherosclerosis**. v. 148, p. 297 - 302, 2000.

DROST, W. T. In: THRALL, D. R. **Diagnóstico de radiologia veterinária**. Editora: Elsevier: Rio de Janeiro, p. 38 – 49, 2015.

DUARTE, A. L.; GERMANO, A. Eco-doppler renal – Quando, como e por quê? **Clinica Hospital Prof. Dr. Fernando Fonseca**, v. 2, n. 2, p.21 - 26, 2014.

ETEMADI, A. A. Carotid body of Camelus dromedaries. **Acta Anatômica**. v. 92, n. 20, p. 11 - 121, 1975.

FONSECA, J. L.. P. MELHORAMENTO ANIMAL BOVINOS E EQUINOS. Universidade Federal de Minas Gerais Instituto de Ciências Agrárias. Montes Claros. 16p, 2014.

FRANÇA, L. H. G. et al. Transposição subclávio-carotídea. Uma opção para tratamento da lesão da artéria subclávia. **Jornal Vascular Brasileiro**. v. 3, n. 2, p. 131 - 136, 2004.

FREEMAN, D.E. **Guttural pouches**. In: BEECH, J. Equine respiratory disorders. Philadelphia: Lea & Febiger, 1991. p.305-330.

FREIRE, C. M. V. et al. Recomendação para a quantificação pelo ultrassom da doença aterosclerótica das artérias carótidas e vertebrais: Grupo de trabalho do departamento de imagem cardiovascular da sociedade Brasileira de Cardiologia – DIC – SBC. **Arquivo Brasileiro Cardiologia Cardiovascular**. v. 28, n (nºespecial), p. 1 - 64, 2015.

FREITAS, P. et al. Aterosclerose carotídea avaliada pelo eco-Doppler: associação com fatores de risco e doenças arteriais sistêmicas. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 7, n. 4, p. 298 - 307, 2008.

FROES, T, R. **Utilização da ultra-sonografia em cães com suspeita de neoplasias do sistema digestório (fígado, intestinos e pâncreas)**. 2004. 156f. Dissertação (Doutorado em Cirurgia Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, 2004.

FURUHATA, K. morphological studies of the trifurcate portions of ohe common carotid arteries and the so-called intercarotid bone in the horse. **Japanese Journal of Veterinary Research**. v. 12, p. 47 - 59, 1964.

GETTY, R. **Anatomia dos animais domésticos**. 5. edição. Rio de Janeiro: Interamericana, v.1, 1981, p. 923.

GHOSHAL, N. G., W. KHAMAS, A. Gross and histomorphological study on the rostral epidural rete mirabile of the pig. **Indian Journal of Animal Sciences**. v. 55, p. 304-310, 1984.

GRADELA, A., et al. **Ações do projeto carroceiro na cidade de Petrolina-PE** Área temática: Saúde. Universidade Federal do Vale do São Francisco-UNIVASF. 2017.

GRANT, E. G. et al. Carotid artery stenosis: Gray – Scale and Doppler US Diagnosis – Society of Radiologists in Ultrasound Consensus Conference. **Radiology**. v. 229, n. 2, p. 340 – 346, 2003.

GUTTMANN, P. M. **Avaliação clínica, hematológica e citológica de lavado traqueal em potros muares sadios e portadores de pneumopatias de 0 a 6 meses de idade**. Dissertação 2013. 84f (Mestrado em Clínica e Reprodução Animal) - Universidade Federal Fluminense.

HANSEN, F. et al. Diameter and compliance in the human common carotid artery—variations with age and sex. **Ultrasound in medicine & biology**, v. 21, n. 1, p. 1-9, 1995.

HAYAH, N. A **Study of the anatomical variations of the carotid arterial tree in Equidae**. 2012. PhD Thesis - School of Veterinary Medicine, University of Glasgow, 2012.

HEDRICK, W. R.; HYKES, D. L.; STARCHMAN, D. E. **Ultrasound physics and instrumentation**. 3. ed. St. Louis: Mosby-Year Book, p. 126 – 161, 1995.

HENRIQUES, H. A. M. **Caracterização do fluxo sanguíneo de uma bifurcação da artéria carótida comum com estenose**. 2015. 162f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) - Universidade do Porto, 2015.

HERRING, D. S. BJORNTON, G. Physics, facts, and artifacts of diagnostic ultrasound. **Clínics of North America: Small Animal Practice**. v. 15, n. 6, p. 1107 - 1122, 1985.

HESS, R. S. et al. Association between diabetes mellitus, hypothyroidism or hyperadrenocorticism, and atherosclerosis in dogs. **Journal Veterinary International Medicine**. v. 17, v. 4, p. 489 – 494, 2003.

HIGA, M. **Métodos para quantificação da artéria carótida em imagens de ultrassom modo-B e Doppler**. 2009. 79f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2009.

ISAAZ et al. Doppler echocardiographic measurement of low velocity motion of the left ventricular posterior wall. **American Journal Cardiology**. v. 64, n. 1, p. 66 - 75, 1989.

JUNIOR, N. M. et al. Tumor de corpo carotídeo (paraganglioma): relato de dois casos submetidos a tratamento cirúrgico. **Jornal Vascular Brasileiro**. v. 15, n. 2, p. 158 - 164, 2016.

KANDIAH, N. et al. Carotid stenosis: a risk factor for cerebral white-matter disease. **Journal Stroke Cerebrovasc Diseases**., v. 23, n. 1, p.136 - 139, 2014.

KEALY, J. K.; MCALLISTER, H.; GRAHAM, L. **Radiologia e ultrassonografia do cão e gato**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. 594p.

KHAMAS, W. A. H; AL- HALLAK, M. A; GHOSHAL, N. G. Terminal branches of the common carotid artery in mule with emphasis on the carotid body and carotid sinus. **Veterinary Archives**. v. 72, n. 1, p. 1 - 10, 2002.

KHAMAS, W. A., N. G. GHOSHAL, H. S. B. Histomorphologic structure of the carotid rete-cavernous sinus complex and its functional importance in sheep (*Ovis aries*). **American Journal of Veterinary**. v.45, p.156 - 158, 1984.

KHAMAS, W. A; MAHDI, A. H. Light microscopic study of the internal carotid artery, carotid body of the bull. **Iraqi Journal of Veterinary Sciences**. v.8, p. 51-55, 1984.

KIYOTA, T. A. **Idade pulmonar está relacionada a alterações estruturais carotídeas em indivíduos hipertensos**. 2014. 61f. Dissertação (Mestrado em Clínica Médica) - Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 2014.

KOBAYASHI, N. KARINO, T. Flow behavior and distribution of embolus-model particles at the terminal bifurcation of the human internal carotid artery. **Official Journal of the World Federation of Neurosurgical Societies**. v. 90, n. 1, p. 469 - 477, 2016.

KÖNIG, H. E.; LIEBICH, H. G. Anatomia dos Animais Domésticos-: Texto e Atlas Colorido. Artmed Editora, 2004.

KREJZA, J. et al. Carotid Artery Diameter in Men and Women and the Relation to Body and Neck Size. **Journal of the American Heart Association**. v.37, n.1, p. 1103 - 1105, 2006.

KRUPINSKI, J. et al. Endogenous expression of c-reactive protein is increased in active (ulcerated noncomplicated) human carotid artery plaques. **Stroke**. v. 37, n. 1, p. 1200 - 1204, 2006.

LANE, J. O.; HOWARTH, S. The auditory tube diverticulum (ATO) in health and disease: neurological considerations. *Equine Veterinary Education*, v. 2, n. 3, p. 210-3, 1990.

LANG, J. In: MANNION, P. **Diagnostic Ultrasound in Small Animal Practice**. 1 Edição, Editora: Blackell Science Ltd: Estados Unidos da América, 2006. 216 – 226.

LEE, C. H. et al. Usefulness of standard deviation on the histogram of ultrasound as a quantitative value for hepatic parenchymal echo texture preliminary study. **Ultrasound in Medicine in Biology**. Philadelphia. v. 32, n. 12, p. 1817 - 1826, 2006.

LEE, J. J. **Formação e processamento de imagens de ultrassom**. 2010. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciências, Programa de Engenharia Elétrica – Área de Concentração: Processamento de Sinais e Instrumentação, 2010.

LEHMANN, E. L., “Nonparametrics: Statistics methods based on ranks”, 1975.

LIGUORI, C.; PAOLILLO, A.; PIETROSANTO, A. An automatic measurement system for the evaluation of carotid intima-media thickness. **IEEE Transactions on instrumentation and measurement**, v. 50, n. 6, p. 1684-1691, 2001.

LIMA, J. L. S., ANDRÉ, A. S., Antônio C. Reprodução e estudo de artefatos no ultrassom. **Revista Brasileira de Física Médica**, v. 7, n. 3, p. 205-208, 2013.

LIND, L et al. Brachial Artery Intima-Media Thickness and Echogenicity in Relation to Lipids and Markers of Oxidative Stress in Elderly Subjects:-The Prospective Investigation of the Vasculature in Uppsala Seniors (PIVUS) Study. **Lipids**, v. 43, n. 2, p. 133-141, 2008.

MAEDA, K.; UTSU, M.; KIHAIL, P. E. Quantification of ultrasonographic echogenicity with grey-level histogram width: a clinical tissue characterization. **Ultrasound in Medicine & Biology**. Philadelphia, v. 24, p. 225 - 34, 1998.

MCDICKEN et al. Color Doppler velocity imaging of the myocardium. **Ultrasound in Medicine and Biology**. v. 18, n. 6/7, p. 651 - 654, 1992.

MELLO, F. P. S. **Avaliação das variáveis obtidas pela ultrassonografia com Doppler das grandes artérias abdominais e da femoral em gatos e cães submetidos à sedação**. 2016. 142p. Dissertação (Doutorado na área de Ciências Veterinárias na área de Morfologia, Cirurgia e Reprodução Animal). 2016.

MENDES, R; THEMUDO, B. Envelhecimento e pressão arterial. **Acta Medica Portuguesa**, v. 21, n. 2, p. 193-8, 2008.

MENDONÇA, J. A. O histograma de imagens coloridas permite melhor visualização de danos ecotexturais pelo ultrassom. **Brasileira Reumatologia**. v. 57, n. 1, p. 88 – 91, 2014.

MERRITT, C. R. B. **Física do Ultra-som**. In: RUMACK, C. M.; WILSON, S. R.; CHARBONEAU, J. W. Tratado de ultra-sonografia diagnóstica. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2 ed., 1998, p. 3 - 29.

MILONE, Giuseppe. **“Estatística geral e aplicada”**, 2009.

MIRANDA, F. C. et al. Injeção percutânea de trombina guiada por ultra-som com Doppler colorido para o tratamento de pseudo-aneurismas femorais. **Einstein**. v. 6, n. 4, p. 428 – 433, 2008.

MOREIRA, H. R. et al. Complexo hiperplasia endometrial cística em uma cadela tratada com aspecto de medroxiprogesterona como método contraceptivo. **Portuguesa de Ciência Veterinária**. v. 103, n. 1, p. 233 - 238, 2008.

NELSON, T. R. et al. Sources and impact of artifacts on clinical three-dimensional ultrasound imaging. **Ultrasound in Obstetrics and Gynecology**. v. 16, n. 1, p. 374 - 383, 2000.

NOTO, N. et al. Characteristics of earlier atherosclerotic involvement in adolescent patients with Kawasaki disease and coronary artery lesions: Significance of gray scale median on B-mode ultrasound. **Atherosclerosis**, v. 222, n. 1, p. 106-109, 2012.

NURUL - HAYAH. **A study of the anatomical variations of the carotid arterial tree in Equidae**. 2012. Tese de Doutorado. University of Glasgow.

OMOTO, R; KASAI, C. Physics and instrumentation of Doppler color flow mapping. **Journal of Cardiovascular Ultrasound and Allied Techniques**, v. 4, n. 6, p. 467 – 483, 1987.

OZGEL, O. KURTUL, I, DURSUN, N. On the Gross anatomy of the cranial cervical ganglion of the donkey (*Equus asinus*) in turkey. **Veterinary Research Communications**. v. 28, n. 1, p. 261 - 266, 2004.

PARK, Jun C.; et al. Effect of calcification and formalin fixation on in vitro distensibility of human femoral arteries. **American heart journal**, v. 125, n. 2, p. 344 - 349, 1993.

PEIXOTO, G. C. X. et al. Bases físicas da formação da imagem ultrassonográfica. **Acta Veterinária Basílica**. v. 4, n. 1, p. 15 - 24, 2010.

PEREIRA, B. J. et al. Avaliação dos efeitos da terapia com prednisona em cães utilizando análises ultrassonográfica, citopatológica e histopatológica. **Ceres**, Viçosa, v. 58, p. 561 - 566, 2011.

PESSOA, A. F. A. et al. Doenças de asininos e muarees no semiárido brasileiro. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 34, n. 12, p. 1210-1214, 2014.

POZOR, M. A; MCDONNELL. S. M. Color Doppler ultrasound evaluation of testicular blood flow in stallions. **Theriogenology**. v.61, n.5, p. 799 - 810, 2004.

PRAKASH, P., G. S. RAO. A morphological study of the carotid body and the fiber content of the carotid nerve in the buffalo. **Acta Anatômica**. v. 95, p. 249-259, 1976.

PRASAD, J., A. K. BARNWAL, L. P. SINGH, R. C. P. YADAVA. Anatomical studies on the common carotid artery of Indian buffalo (*Bos bubalis*). **Indian Journal of Animal Sciences**. v. 43, p.925 - 930, 1973.

QUEIROZ, J. E. R. GOMES, H. M. Introdução ao processamento digital de imagens. **Rita**. v. 8,n.1, p. 31, 2001.

RIBEIRO, K. C. SHINTAKU, R. C. O. A influência dos lipídios da dieta sobre aterosclerose. **ConScientiae Saúde**. v. 3, n. 3, p. 73 – 83, 2004.

RODRIGUES et al., Avaliação do ventrículo direito pelo ecocardiograma com doppler tecidual na embolia pulmonar aguda. **Arquivo Brasileiro Cardiologia**, v. 100, n. 6, p. 524 - 530, 2013.

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.

ROSENFELD, A. T. TAYLOR, K. J. JAFFE, C. C. Clinical applications of ultrasound tissue characterization. **Radiologic Clinics of North America**. v. 18, p. 91 – 58, 1980.

SAIJO, Y. et al. Intravascular two-dimensional tissue strain imaging. **Ultrasonics**. v.44, n.1, p.147 – 151, 2006a.

SAIJO, Y. et al. Ultrasonic speed microscopy for imaging of coronary artery. **Ultrasonics**. v.44, n.1, p.51 – 55, 2006b.

SALLES, P. A. et al. Analysis of the population of equidae in semiarid region of Paraíba. **Journal of Biotechnonology and Biodiversity**. v. 4, n. 3, p. 269 - 275, 2013.

SANTOS, M. H. G. **Desenvolvimento de transdutores piezoelétricos de ultrassom para formação das imagens**. 2010. 88f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade de São Paulo, 2010.

SANTOS, W. A. **Estudo morfológico e morfométrico por ultrassonografia modo B do ligamento nugal de equinos da raça Quarto de Milha**. Botucatu, 2017. 60p. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista. [Dissertação] 2017.

SANTOS, W. G. et al. Ultrassonografia quantitativa do fígado em gatos com tirotoxicose induzida. **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**, São Paulo, v. 46, n. 6, p. 438-447, 2009.

SANTOS, W. G. et al. Ultrassonografia quantitativa do fígado em gatos com tirotoxicose induzida. **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**, São Paulo, v. 46, n. 6, p. 438 - 447, 2009.

SARMENTO, P. L. F. A. et al. 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.

SCHMIDT-TRUCKSÄSS, A. et al. Structural, functional, and hemodynamic changes of the common carotid artery with age in male subjects. **Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology**, v. 19, n. 4, p. 1091-1097, 1999.

SCHMUCKER, N. et al. Duplex-ultrasonographic evaluation of the common carotid artery in the resting, sedated and anesthetized horse. **Vet. Radiol. Ultrasound**, v. 41, p. 168 - 171, 2000.

SEOANE, M. P. R. et al. A história da ultrassonografia veterinária em pequenos animais. **Archives of Veterinary Science**. v. 16, n. 1, p. 54 – 61, 2011.

SHAW L. J. et al. Coronary artery calcium as a measure of biologic age. **Atherosclerosis**. v. 188, n.1, p.112 – 119, 2006.

SILVA, E. G. et al. Análise quantitativa da ecogenicidade testicular pela técnica do histograma de ovinos da baixada ocidental maranhense. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v. 35, n.3, p. 297 - 303, 2015.

SILVA, J. C. **Os instrumentos do trabalho rural como testemunhos da modernização agrícola e do desenvolvimento socioeconômico do estado de São Paulo**. 2011. 153f. Dissertação (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Sociedade) - Universidade Federal de São Carlos, Campus de São Carlos, 2011.

SOARES, M. D. R. FRIGUEREDO, M. A. Frequency of carotico-basilar artery in crossbred horses: **Anatomical study for experimental research**. **Veterinária Brasileira**. v. 30, n. 8, p. 685 - 688, 2010.

SOARES, M. Q. S. et al. Contribuição da radiografia panorâmica no diagnóstico de calcificação de ateroma de carótida: relato de caso e revisão da literatura. **Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial**. v. 56, n. 6, p. 127 – 131, 2015.

SOUZA, L. V. CASTRO, C. C. CERRI, G. C. Avaliação da aterosclerose carotídea por intermédio de ultra – sonografia e ressonância magnética. **Radiologia Brasileira**. v. 38, n. 2, p. 81 – 94, 2005.

SUMNER, D. S. Use of color-flow imaging technique in carotid artery disease. **Surgical Clinics of North America**, v. 70, n. 1, p. 201-211, 1990.

SVICERO, D. J. **Eficácia do ultrassom na identificação de transplantes de células tronco mesenquimais em tecido muscular equino**. 2014. 71f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

SZATMÁRI, V. SÓTONYI, P. VÖRÖS, K. Normal duplex Doppler waveforms of major abdominal blood vessels in dogs: a review. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 42, n. 2, p. 93-107, 2001.

TORP-PEDERSEN, S. T. TERSLEV, L. Setting and artefacts relevant in colour/Power Doppler ultrasound in rheumatology. **Annals of the Rheumatic Diseases**. v. 67, n. 1, p. 143 - 149, 2008.

TORRES, F. S. et al. Medida da espessura das camadas íntima e média das artérias carótidas para avaliação do risco cardiovascular. **Brasileira de Hipertensão**. v. 14, n. 3, p. 167 – 197, 2007.

VEIGA, C. C. P. et al. Ultrassonografia e Dopplervelocimetria na avaliação renal de cães parasitados por *Diocetophyma renale* – case report. **Brasileira Medicina Veterinária**. v. 33, n. 3, p. 151 – 154, 2011.

VESCOVI, L. A. et al. Ultrassonografia quantitativa do baço de gatos normais. **Veterinária em Foco**, Canoas, p. 4 - 10, 2009.

VIANA, G. F. et al. Importância do manejo racional no exame radiográfico da articulação metacarpo/metatarsofalângica (Boleto) em equinos – Revisão de Literatura. **Veterinária e Zootecnia**. v. 23, n. 2, p. 192 – 197, 2016.

VIEIRA, M. C. **Percepções de práticas de manejo em estabelecimentos eqüestres quanto à influência dessas práticas para o bem-estar de equinos**. 2015. 100f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2015.

ZANINI, J. L. S. S. **Características das artérias carótidas de adolescentes saudáveis ao ultrassom com Doppler**. 2012. 87f. Dissertação (Mestrado Ciências da Saúde) - Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, 2012.

WOHLIN, M. et al. An echolucent carotid artery intima-media complex is a new and independent predictor of mortality in an elderly male cohort. **Atherosclerosis**, v. 205, n. 2, p. 486-491, 2009.

ATESTADO DE APROVAÇÃO
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA)



ATESTADO

Atesto que o Projeto "Estudo comparativo de ultrassonografia modo-B, Doppler e histograma em escala de cinza na avaliação das artérias carótidas comuns em equinos e muare." **Protocolo CEUA 0100/2017**, a ser conduzido por Jéssica Leite Fogaça, responsável/orientador Vânia Maria Vasconcelos Machado, para fins de pesquisa científica/ensino - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal - CONCEA.

Finalidade	PESQUISA CIENTÍFICA
Vigência do projeto	12/06/2017 a 23/06/2017

Projeto de Pesquisa aprovado em reunião da CEUA em 11/05/2017

JOSÉ NICOLAU PRÓSPERO PUOLI FILHO
 Presidente da CEUA da FMVZ, UNESP - Campus de Botucatu