



**Universidade de Brasília**  
**Faculdade Agronomia e Medicina Veterinária**  
**Programa de Pós-graduação em Saúde Animal**

**PADRONIZAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO CONDICIONAMENTO FÍSICO NOS  
PARÂMETROS ULTRASSONOGRÁFICOS DOPPLER DA ARTÉRIA  
DIGITAL PALMAR LATERAL EM EQUINOS**

LARISSA CAIXETA VIEIRA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM SAÚDE ANIMAL

BRASÍLIA/DF

JULHO/2016



**Universidade de Brasília**  
**Faculdade Agronomia e Medicina Veterinária**  
**Programa de Pós-graduação em Saúde Animal**

**PADRONIZAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO CONDICIONAMENTO FÍSICO NOS  
PARÂMETROS ULTRASSONOGRÁFICOS DOPPLER DA ARTÉRIA  
DIGITAL PALMAR LATERAL EM EQUINOS**

LARISSA CAIXETA VIEIRA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM SAÚDE ANIMAL

BRASÍLIA/DF

JULHO/2016

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA E CATALOGAÇÃO

**VIEIRA, L. C. Padronização da Influência do condicionamento físico nos parâmetros ultrassonográficos Doppler da artéria digital palmar lateral. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2016, 30 p. Dissertação de Mestrado.**

Documento formal, autorizado reprodução desta dissertação de mestrado para empréstimo e comercialização, exclusivamente para fins acadêmicos, foi passado pelo autor à Universidade de Brasília e acha-se arquivado na secretaria do Programa. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrita do autor. Citações são estimuladas, desde que citada a fonte.

Vieira, Larissa Caixeta

Padronização da influência do condicionamento físico nos parâmetros ultrassonográficos Doppler da artéria digital palmar lateral./ Larissa Caixeta Vieira

Orientação de Eduardo Maurício Mendes de Lima.

Brasília, 2016. 30 p.: il.

Dissertação de mestrado (M) – Universidade de Brasília/ Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2016.

1. Análise Quantitativa 2. Ultrassonografia Doppler 3. Equinos 4. Artérias periféricas I. Lima, E.M.M. II. Doutor

Agris/FAO

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

**PADRONIZAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO CONDICIONAMENTO FÍSICO NOS  
PARÂMETROS ULTRASSONOGRÁFICOS DOPPLER DA ARTÉRIA DIGITAL  
PALMAR LATERAL EM EQUINOS.**

LARISSA CAIXETA VIEIRA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE  
ANIMAL, COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE  
MESTRE EM SAÚDE ANIMAL

APROVADA POR:



EDUARDO MAURÍCIO MENDES DE LIMA, Doutor (UnB)  
(ORIENTADOR)



JOSÉ RENATO JUNQUEIRA BORGES, Doutor (UnB)  
(EXAMINADOR INTERNO)



JAIR DUARTE DA COSTA JUNIOR, Doutor (UnB)  
(EXAMINADOR EXTERNO)

BRASÍLIA/DF, 05 de JULHO de 2016.

Dedico esse trabalho à minha família que sempre me manteve ciente da importância dessa conquista e não me deixou fraquejar em nenhum momento.

## **AGRADECIMENTO**

Eu agradeço primeiramente aos meus pais que mesmo diante de tantas vezes que eu planejava abrir mão de tudo, me mantiveram sempre com o objetivo de independente de qualquer coisa, que eu finalizasse a dissertação. Nunca me permitiram perder o foco. Agradeço ao meu orientador pela paciência e por ter visto em mim a capacidade de superar todos os obstáculos e de atingir as metas impostas por ele e pela própria dissertação. Agradeço a ele, a cima de tudo, por me proporcionar a oportunidade de experimentar a área acadêmica, a aprender com ela tanto como pessoa, quanto como profissional, além de acreditar mais na minha habilidade de buscar e de conquistar. Agradeço a ele não somente pela conquista de um título tão importante para acrescentar ao currículo, mas a abertura de muitas outras portas, que esta etapa me proporcionará. Agradeço a Gabriela Rodrigues, coordenadora do curso de pós graduação que realizei na Anclivepa de São Paulo, pela carta de recomendação e por tantas vezes me incentivar a buscar novos caminhos. Agradeço a minha sócia Vanda Regina, colega de trabalho e de profissão, por entender as minhas tantas ausências para conseguir finalizar mais essa etapa. Por fim, agradeço a Deus, por manter meu corpo e minha mente em equilíbrio e consequentemente me proporcionar a vontade e a paciência para finalizar esse trabalho.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE ABREVIACÕES .....	<b>viii</b>
LISTA DE FIGURAS .....	<b>ix</b>
RESUMO .....	<b>x</b>
ABSTRACT .....	<b>xi</b>
CAPÍTULO 1 .....	<b>1</b>
INTRODUÇÃO .....	<b>2</b>
MATERIAL E MÉTODO .....	<b>11</b>
RESULTADO .....	<b>16</b>
DISCUSSÃO .....	<b>18</b>
CONCLUSÃO .....	<b>25</b>
REFERÊNCIA .....	<b>26</b>
BIBLIOGRÁFICA	

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

IR	índice de resistividade
IP	índice de pulsatividade
VSP	velocidade sistólica
VSD	velocidade diastólica
Vmédia	velocidade média



## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1</b> A) Diâmetro arterial em modo B, com três consecutivas marcações. B) Diâmetro arterial em modo Doppler colorido, com três consecutivas marcações. A e B) Ecografias feita no plano anatômico longitudinal da face lateral da região distal à articulação metacarpo falangeana .	..... <b>12</b>
<b>Figura 2</b> A) Obtenção da onda espectral a partir do Doppler pulsado e modo B. B) Obtenção da onda espectral a partir do Doppler pulsado e Doppler colorido. Ambas as mensurações do IR automáticas. A e B) Ecografias feita no plano anatômico longitudinal da face lateral da região distal à articulação metacarpo falangeana. Formas de onda Doppler gravadas a partir da artéria palmar digital lateral esquerda a 6 MHz, volume de amostra de 2 mm e um ângulo de Doppler variando de 60° a 68°. O fluxo sanguíneo que flui no sentido da sonda está representado sobre a linha de base (seta vermelha) no visor espectral.	..... <b>14</b>

## RESUMO

A utilização dos protocolos de imagens ultrassonográficas Doppler, possibilita de forma não invasiva e de baixo custo, mapear circulações periféricas mediante correlações estabelecidas entre traçados espectrais e hemodinâmicas vasculares tanto em equinos saudáveis como em equinos atingidos por doenças inflamatórias. Esse trabalho teve como objetivo detectar e quantificar por meio do estabelecimento de dados ultrassonográficos Doppler, parâmetros quantitativos e qualitativos detectados nas artérias digitais palmares dos membros torácicos de equinos Puro Sangue Árabe correlacionando com a atividade física imposta aos animais através das provas de enduro equestre. No presente trabalho foi possível concluir que os aspectos vasculares se mantiveram constantes em ambos os grupos. Acredita-se que a ultrassonografia Doppler possa auxiliar satisfatoriamente na obtenção de parâmetros normais e consequentemente na detecção de afecções podais frente à elevada especificidade e sensibilidade do método. Entretanto, no presente estudo não apresentou correlações ao exercício físico.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: Análise Quantitativa, Ultrassonografia Doppler, Equinos, Vascularização Periférica

## **ABSTRACT**

The use of Doppler ultrasound images protocols, enables non-invasively and low cost, mapping peripheral circulations by correlations established between vascular and hemodynamic spectral tracings in healthy horses and in horses affected by inflammatory diseases. This study aimed to detect and quantify through ultrasonographic data establishing Doppler, quantitative and qualitative parameters detected in the palmar digital arteries of the forelimbs of horses Purebred Arabian correlated with physical activity imposed on animals through the trials of equestrian enduro. In this study it was concluded that the vascular aspects remained constant in both groups. It is believed that Doppler ultrasound can aid in obtaining satisfactorily normal way and consequently the detection of feet forward diseases with high specificity and sensitivity of the method. However, in this study showed no correlation to physical exercise.

**INDEX TERMS:** Quantitative Analysis, Doppler Ultrasonography, Equines, vascularization Peripheral

## **CAPÍTULO I**

### **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **CONCEITOS GERAIS DA APLICAÇÃO E FUNCIONABILIDADE DE DA TÉCNICA EMPREGADA**

Diferentemente de algumas técnicas diagnósticas utilizadas anteriormente como a cintilografia e a angiografia, a ultrassonografia Doppler além de ser bem tolerada pelos animais, possibilita de forma não invasiva e de baixo custo realizar com precisão repetitivas análises quantitativas das mudanças hemodinâmicas no fluxo sanguíneo de artérias digitais de equinos durante diferentes estados fisiopatológicos que incluem doenças, condições anormais e seguindo intervenções farmacológicas (MENZIES-GOW et al., 2007 e WONGAUMNUAYKUL et al., 2006).

A relação da alimentação, do posicionamento do membro, do peso corporal e das afecções podais sobre os aspectos hemodinâmicos do fluxo sanguíneo das artérias digitais palmares, como o índice de pulsatividade e resistividade, a velocidade de fluxo, diâmetro dos vasos, velocidade sistólica e diastólica final, utilizando-se de ultrassonografia Doppler em equinos, têm sido investigados (HOFFMAN et al., 2001).

Assim como, trabalhos avaliando a relação entre o exercício físico de diferentes modalidades e intensidades como provas de marcha sobre a pressão arterial (BLINDA et al., 2013), o enduro equestre (BELLO et al., 2011) e o Polo (BELLO et al., 2012) sobre parâmetros cardiológicos de equinos, utilizando-se como método de avaliação o ecocardiograma.

A ultrassonografia convencional ou modo brilho (modo B) tem sido complementada pela técnica Doppler, de forma relativamente recente na Medicina Veterinária (MARTIN, 2008). A formação das imagens em âmbito geral é determinada pelo efeito conhecido como piezoelétrico, caracterizado pela aplicação de voltagem em elementos de cerâmica, descritos como “cristais”, que terão sua forma modificada de acordo com alternância cíclica da corrente elétrica emitida. As ondas de pressão serão

direcionadas a uma frequência acima da faixa audível pelos seres humanos em megahertz (MATTHIAS HOFER, 2007).

A técnica Doppler fornece dados qualitativos e quantitativos em tempo real sobre a identidade vascular, a presença, o direcionamento, a velocidade, a caracterização de padrões vasculares e o tipo de fluxo sanguíneo. Possibilita ainda documentar distúrbios de fluxos associados a doenças e adquirir informações referentes à perfusão vascular de vários órgãos vitais por meio do espectro de velocidade característico de cada estrutura vascular. Determina a arquitetura (dimensões e contornos) e os aspectos hemodinâmicos dos principais vasos sanguíneos periféricos e centrais (MARTIN, 2009).

O ângulo de incidência deve ser o mais próximo possível de zero para ampliar a magnitude do deslocamento Doppler e mensurar a velocidade máxima verdadeira. Portanto, para se registrar essa mudança da frequência, o feixe de ultrassom incidente (ângulo de insonação) deve ser paralelo ao fluxo de sangue (ângulo de 0 graus de incidência/  $\Theta=0^\circ$ ,  $\cos \Theta=1$ ) para que uma variação máxima de frequência seja produzida e o ângulo tenha efeito mínimo nos resultados calculados. A medida que o ângulo de incidência se torna superior a 0, o desvio Doppler é reduzido. Se o feixe de ultrassom estiver perpendicular ao fluxo, não é registrado nenhum desvio Doppler. Isto significa que enquanto o ângulo de incidência aumenta em direção a 90 graus, o efeito Doppler não ocorre, fazendo com que nenhum sinal seja detectado mesmo quando o fluxo está presente e a velocidade do fluxo sendo subestimada ( $\Theta=90^\circ$ ,  $\cos \Theta=0$ ). Podem ser utilizados fatores de correção, mas resultados errôneos significativos são prováveis com ângulos de incidência maiores (KEALY; MCALLISTER; GRAHAM, 2012). Um ângulo de incidência menor do que  $60^\circ$  é desejado, porém é frequentemente difícil de se obter. Pequenas mudanças no ângulo de incidência acima de  $60^\circ$  resultam em mudanças significativas nas velocidades calculadas (CARVALHO, 2008).

O deslocamento Doppler é demonstrado de vários modos. O Doppler pulsado, de onda pulsátil ou espectral por sua vez, permite detectar a velocidade e a direção do fluxo sanguíneo em função do tempo. Neste modo, as ondas sonoras são transmitidas em pulsos e em imagens em tempo real. Cada vaso apresenta uma assinatura ou traçado espectral característico que permite identificá-lo. Com os novos tipos de transdutores

eletrônicos, ambas as representações podem ser avaliadas simultaneamente. O atraso de tempo para o retorno dos ecos sonoros pode determinar precisamente a sua origem, especificando no caso das células sanguíneas a profundidade do vaso (MARTIN, 2008).

As frequências de retorno no Doppler espectral são comparadas com a frequência de insonação (velocidade ou variação de frequência) e representadas graficamente no eixo vertical versus o tempo no eixo horizontal do traçado do Doppler espectral. Como padronização, o traçado espectral é localizado acima da linha base zero, que representa a região onde a variação de frequência não ocorreu, quando o fluxo é direcionado ao transdutor. Enquanto que o traçado se localiza abaixo da linha base quando o fluxo é direcionado em sentido oposto ao transdutor. O perfil do fluxo é diferente em artérias e veias e varia com o tamanho e a localização do vaso. Em regiões centrais dos vasos o fluxo é mais rápido quando comparado às proximidades da parede (NYLAND et al., 2004).

Os índices do fluxo de Doppler são utilizados para caracterizar a resistência ao fluxo no leito vascular periférico. Esses índices se baseiam na velocidade ou frequência sistólica de pico ( $S=A=$ Velocidade máxima), na velocidade ou frequência diastólica final ( $D=B=$ Velocidade mínima) e na velocidade ou frequência média ( $M$ ). Os índices mais comumente utilizados são a relação sistólica-diafólica ( $S/D=A/B$ ), o índice de resistência  $\{IR = (A-B/A)\}$  e o índice de pulsatividade  $\{IP= (A-B/M)\}$ . Esses parâmetros são mais utilizados do que medidas de velocidade absoluta, pois são independentes do ângulo de insonação e menos sujeitos a erro. Alterações nesses índices podem auxiliar na identificação de alterações na resistência vascular (CARVALHO, 2008).

As escalas de cinza em qualquer porção do traçado representam o número relativo de células sanguíneas em seu percurso, dessa forma, as áreas mais brancas do traçado representam o maior número de células sanguíneas. Enquanto que a largura do traçado representa as variações das velocidades detectadas nos limites do volume da amostra. Quanto maior o volume da amostra ou quanto mais intenso o turbilhamento presente, maior será a captação das variações de velocidade no interior do lúmen do vaso. Gerando por fim o alargamento do traçado espectral (NYLAND et al., 2004).

A média de velocidade ou de deslocamento de frequência é calculada automaticamente na maioria dos aparelhos de ultrassonografia Doppler. O fluxo

sanguíneo pode ser estimado pela mensuração da velocidade com a ultrassonografia Doppler e multiplicando pela área transversal do vaso determinado pela imagem bidimensional. O fluxo médio pode ser calculado multiplicando-se a velocidade média pela área transversal do vaso. O diâmetro do vaso e a velocidade do sangue podem variar durante o ciclo cardíaco ou com a respiração, os quais são demonstrados pelo traçado espectral (NYLAND et al., 2004).

Por outro lado, utilizando-se do modo Doppler colorido ou mapeamento colorido de fluxo, o deslocamento de frequência (fd) é demonstrado como um espectro de uma ou duas cores dentro de uma área definida como caixa colorida ou “*box*”. Permite determinar presença ou não de fluxo sanguíneo e sua direção. A representação colorida independe do vaso conduzir sangue arterial ou venoso (CARVALHO, 2008). A apresentação concomitante da imagem convencional modo B (da região do órgão ou região do vaso avaliada) e o traçado espectral Doppler constituem o sistema dúplex. Na apresentação dúplex Doppler, a imagem modo B permite a observação direta do vaso e a correção do ângulo, permitindo a análise das velocidades de fluxo (MARTIN, 2008).

Os principais artefatos da técnica Doppler que devem ser levados em consideração durante a aquisição de imagens para não comprometer sua interpretação incluem: a ambiguidade do sinal analisado onde, ao Doppler colorido, os vasos com fluxos de velocidades acima de um limite predeterminado serão indicados com a cor da direção oposta e, ao Doppler pulsado, observar-se-á o corte da parte superior do espectro acima do limite superior, aparecendo a sua continuação no lado oposto da linha de base 2. Ademais, a ausência de sinal Doppler, que ocorre quando o feixe de ultrassom e o vaso formam um ângulo de 90° entre si (MARTIN, 2008).

## **AVALIAÇÃO ULTRASSONOGRÁFICA VASCULAR PERIFÉRICA EM EQUINOS**

Muitas afecções ou condições anormais em equinos resultam em alterações no fluxo sanguíneo periférico como trombozes arteriais e venosas nos membros, trombozes ilíacas, vasculite e laminite. Além do fluxo sanguíneo estar sendo subjetivamente avaliado através da palpação dos pulsos arteriais, poucos trabalhos, utilizando-se da técnica Doppler, têm sido feitos para promover o entendimento da circulação padrão das regiões distais dos membros de equinos clinicamente normais (COCHARD, TOAL e SAXTON, 2000). Segundo PIETRA et al. (2004) é possível detectar ultrassonograficamente quadros de laminite, algumas horas, antes do início dos sinais clínicos, em função da diminuição do fluxo sanguíneo e do aumento do índice de resistividade das artérias digitais palmares. De outra forma, WONGAUMNUAYKUL et al. (2006) não encontraram relação entre o grau de claudicação com os parâmetros Doppler avaliados em quadros de laminites e de pododermatite séptica da mesma espécie

PIETRA et al. (2004) reportaram a utilização do Doppler pulsado como ferramenta para analisar o fluxo sanguíneo de vasos periféricos de equinos hípidos, com o propósito de avaliar as possíveis alterações a medida que a posição e o peso imposto sobre o membro fossem modificados. Como resultado, estes autores confirmaram a relação entre a resistência vascular periférica com variações nas forças verticais exercidas e impostas sobre os membros dos equinos. Com o aumento da pressão, a velocidade diastólica sofreu uma redução e o índice de resistividade das artérias aumentaram de forma significativa (PIETRA et al., 2004). Diante desse achado, estes pesquisadores defenderam a hipótese que análises com ultrassonografia Doppler das artérias palmares em equinos devem ser realizadas em condições posturais padrões para amenizar as variações e interferências observadas na técnica.

A vascularização das extremidades dos membros anteriores dos equinos é realizada por meio da artéria mediana que origina a artéria medial palmar, também descrita, como artéria digital palmar comum (COCHARD, TOAL e SAXTON, 2000). Essa artéria por sua vez origina na porção lateral e medial do membro tangenciando a



articulação metacarpofalangeana a artéria digital palmar própria lateral e medial respectivamente distal aos ossos sesamoides (COCHARD, TOAL e SAXTON, 2000).

A capacidade de obter parâmetros similares em diferentes análises de diagnóstico clínico é um indicador de que uma técnica é potencialmente útil e de confiança. Sendo assim, é considerado pré requisito fundamental para utilização e adoção da ultrassonografia Doppler, em qualquer estudo clínico, a exigência primordial de que os parâmetros obtidos sejam repetitivos. Fazendo com que dessa forma as forças de variabilidade se tornam mínimas e até mesmo eliminadas, garantindo assim a confiabilidade da adoção da técnica. Para estes autores, o coeficiente de variância da velocidade do fluxo sanguíneo e do índice de resistividade foram mais baixos nos animais que se movimentaram menos durante a inspeção ultrassonográfica. Ademais a utilização de um ambiente com temperatura controlada para realizar as inspeções podem reduzir potencialmente as variações dos parâmetros do fluxo sanguíneo periférico.

De forma geral, a ultrassonografia Doppler na avaliação de vasos periférico em equinos além de fornecer parâmetros quantitativos não invasivos de boa reprodutividade e com um índice de variabilidade mínimo tanto de forma individual como comparativa entre indivíduos, é capaz de detectar agudas alterações no fluxo sanguíneo durante diferentes estágios fisiológicos e ainda em afecções (MENZIES-GOW e MARR, 2007). Para se obter imagens ultrassonográficas Doppler de qualidade exige que o operador esteja familiarizado com a técnica e que seja capaz de ajustar e explorar adequadamente as funções do equipamento (COCHARD, TOAL e SAXTON, 2000).

O conhecimento do princípio da ultrassonografia Doppler é importante para a interpretação dos seus resultados e compreensão das limitações técnicas e aplicações (MARTIN, 2009). Em âmbito geral, percebe-se que a técnica ainda não está amplamente desenvolvida, tendo em vista principalmente os altos custos dos equipamentos, a colaboração do paciente durante a realização do exame e a necessidade de esclarecimentos a respeito da influência da contenção química nos resultados da técnica espectral, além de estudos que corroborem a contribuição diagnóstica efetiva do método na rotina clínica (MARTIN, 2009). Embora a ultrassonografia com Doppler seja considerada um método de aplicações promissoras nas áreas de medicina interna, vascular e oncologia veterinárias, ela deve ser utilizada criteriosamente, sempre levando

em consideração as imagens bidimensionais, os exames complementares de rotina e a clínica do paciente (MARTIN, 2009).

Por outro lado, estudos vasculares periféricos mediante a utilização da ultrassonografia Doppler em equinos anestesiados foram realizados por Raisses et al. (2000) com o propósito de mensurar alterações no fluxo de artéria femoral frente ao uso de agentes vasoativos, avaliando a capacidade de análise das ondas espectrais em descrever os efeitos fisiológicos desses agentes vasoativos, presumidamente com atividade de vasoconstrição e vasodilatação na circulação periférica durante a anestesia. Observou-se, no entanto, um parecer positivo, sendo considerando como uma técnica útil no estudo dos efeitos de agentes farmacológicos no fluxo sanguíneo de equinos anestesiados. Já SCHMUCKER et al. (2000), avaliaram parâmetros similares como, velocidade, fluxo sanguíneo e índice de resistividade das artérias carótidas de equinos sobre o efeito de medicamentos anestésicos.

A ampliação do conhecimento desta tecnologia possibilita a melhor compressão das aplicações e limitações deste método diagnóstico, que tem se tornado rotina na medicina veterinária de pequenos animais. É imprescindível conhecer os fundamentos da técnica Doppler para melhor entender a amplitude de suas aplicações, os resultados e as suas limitações técnicas. Assim, a detecção da arquitetura vascular, com determinação do fluxo sanguíneo, além da observação da direção e velocidade do sangue, permite guias biópsias de tecidos de forma mais segura, evitando grandes vasos ou áreas de intensa vascularização. A técnica ainda auxilia na caracterização de massas tumorais e fornece informações sobre a hemodinâmica de diversos órgãos vitais. É uma técnica com aplicações promissoras nas áreas de medicina interna, vascular e oncologia veterinária (CARVALHO, 2008).

Fluxo turbilhonado ocorre sobrepondo-se ao fluxo laminar em ocasiões onde há alteração do tamanho do vaso, velocidade do fluxo ou viscosidade do sangue. Geralmente isso ocorre nas bifurcações, curvas ou ramos, quando uma ampla distribuição de velocidade (isto é, espectro largo) ou até mesmo fluxo reverso podem estar presentes, e onde células com uma grande gama de velocidades estão representadas (do zero às velocidades máximas positivas ou negativas (CARVALHO, 2008).

O valor da ultrassonografia Duplex (Modo B e Doppler) para estudos anatômicos e fisiológicos da vascularização periférica de equinos foi claramente estabelecido. Protocolos que permitiram correlacionar a anatomia topográfica da vascularização normal da porção distal dos membros torácicos dos equinos, assim como, as formas de ondas espectrais compatíveis com cada fluxo sanguíneo foram descritas. Como resultado, dados precisos foram determinados através da avaliação ultrassonográfica dos membros torácicos de equinos. Os achados ultrassonográficos Doppler definiram o formato das ondas espectrais, que possibilitaram a real afirmação que o fluxo sanguíneo da porção distal dos membros poderiam ser seguramente avaliados a partir das artérias digitais palmares, que proporciona dados que possibilitem a investigação de doenças que afetam a circulação periférica destes animais (HOFFMAN et al., 1999).

A avaliação do sistema vascular do equino por ultrassonografia Doppler duplex tem sido utilizada para descrever incidências hemodinâmicas patológicas do fluxo sanguíneo muscular de equinos e do fluxo digital em equinos afetados por pododroses e laminites (SCHMUCKER et al., 2000).

O uso de um protocolo de imagem ultrassonográfica de rotina permitiu o mapeamento dos vasos dispostos distalmente do membro torácico de equinos conscientes, em estação. Associações claras foram estabelecidas entre as características anatômicas das artérias e veias periféricas e sua aparência ultrassonográfica. Sendo assim, valiosa para o detalhamento das paredes vasculares, do diâmetro da luz de vasos, formas de ondas Doppler arteriais e hemodinâmicas vasculares em função do contraste espontâneo (HOFFMAN et al., 1999).

## **CAPÍTULO II**

### **PADRONIZAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO CONDICIONAMENTO FÍSICO NOS PARÂMETROS ULTRASSONOGRÁFICOS DOPPLER DA ARTÉRIA DIGITAL PALMAR LATERAL EM EQUINOS**

#### **INTRODUÇÃO**

A utilização dos protocolos de imagens ultrassonográficas Doppler como rotina em equinos durante diferentes estados de saúde ou enfermidade, possibilita de forma não invasiva e de baixo custo, além de ser bem tolerada pelos animais, mapear a circulação periférica mediante correlações estabelecidas entre traçados espectrais e hemodinâmicas vasculares MENZIES-GOW et al., 2004. A construção das imagens sonográficas é determinada pela aplicação de voltagem em elementos que terão sua forma modificada de acordo com alternância cíclica da emissão da corrente elétrica (MATTHIAS HOFER, 2007).

As modificações vasculares de artérias digitais palmares tanto em equinos saudáveis como em equinos portadores de doenças inflamatórias, como a laminite e a pododermatite séptica, podem ser detectadas com o auxílio da ultrassonografia Doppler (WONGAUMNUAYKUL, 2006). Entretanto, pouco se conhece sobre as características nso animais que sofrem estresse físico, dentre estes, os equinos de enduro. Por outro lado, o tempo do exame, influências sobre o sistema nervoso central, agentes farmacológicos e variações fisiológicas inerentes de cada indivíduo, incluindo o grau de pressão influenciada pelo peso, alimentação, temperatura ambiente e casqueamento quando não pré- estabelecidos, resultam em artefatos de técnica e em flutuações significativas da velocidade do fluxo (HOFFMAN et al., 1999).

Esse trabalho teve como objetivo detectar e quantificar por meio do estabelecimento de dados ultrassonográficos Doppler, parâmetros quantitativos, tais como, diâmetro vascular, velocidade média do fluxo sanguíneo, onda espectral, pico de velocidade sistólica e diastólica, e índice de resistividade e de pulsatividade, detectados nas artérias digitais palmares dos membros torácicos de equinos Puro Sangue Árabe. Tendo como intuito avaliar a sensibilidade e acurácia da técnica na detecção de

alterações na perfusão vascular destinada ao casco e ao dígito como um todo, favorecendo o entendimento sobre a ocorrência ou não de possíveis afecções secundárias decorrentes do exercício de intensidades variadas.

## **MATERIAL E MÉTODO**

### **Delineamento experimental**

Para realização do estudo foram utilizados 12 equinos da raça Puro Sangue Árabe, machos e fêmeas (8 fêmeas e 3 machos), hípidos, com idades variando de três a 12 anos cedidos pela médica veterinária Mariana Damázio do Rancho Capital, Planaltina DF. Foram realizados exames físicos e laboratoriais para confirmação da sanidade dos animais. Os animais foram divididos igualmente em dois grupos de acordo com o tipo de condicionamento físico a que estavam submetidos. Um dos grupos foi composto por cavalos potros que nunca foram submetidos a treinamento físico (ASTF; n=6). Já o segundo grupo incluiu cavalos atletas (ATL; n=6) com histórico de participação em provas de enduro equestre de longas distância, percursos entre 120 e 160km, mas que se encontravam em repouso no momento da obtenção dos dados. Tratavam-se de animais participantes do Campeonato Regional da Federação Hípica de Brasília em Brasília/DF, Brasil, 2015. Durante duas semanas que antecederam ao estudo os animais de ambos os grupos foram habituados com os procedimentos ultrassonográficos e não foram submetidos a nenhuma atividade física prévia. No decorrer de toda a análise ultrassonográfica o membro torácico do animal permaneceu em estação e não foi adotada nenhuma medicação anestésica. O estudo obedeceu às normas do Comitê de Ética no Uso Animal da Universidade de Brasília sob protocolo nº 88-2009.

### **Coleta de dados e Protocolo Experimental**

Para a obtenção dos dados foi empregado um transdutor linear de alta frequência variando de 7,5MHz a 10MHz, posicionado sobre a pele da face medial e palmar da articulação metacarpofalangea do membro torácico esquerdo, previamente tricotomizado e umedecido utilizando-se gel acústico (Aquasonic Clear). Apenas um operador e um único aparelho de ultrassonografia da marca Terason T3000CV foi empregado no experimento. Todos os dados foram obtidos sempre respeitando o mínimo de 24 horas após a realização de exercício. As escalas de cinza (Modo B) e a

posição do transdutor foram ajustadas para localizar o vaso por meio das duas interfaces hiperecogênicas das paredes das artérias digitais em cortes longitudinais da forma mais nítida possível. Após a obtenção da imagem vascular desejada uma leve pressão com o auxílio do transdutor foi imposta sobre o vaso, em conjunto com a aquisição de outros parâmetros como a onda espectral e o color Doppler.

O diâmetro da artéria foi mensurado através de uma imagem frisada em corte longitudinal seguida de um traçado realizado manualmente estendendo-se desde a parte externa da parede até a parte interna da outra extremidade vascular. Na mesma imagem bidimensional novas medidas foram realizadas em mais dois pontos distintos do vaso, obtendo um diâmetro médio entre as três mensurações (Figura 1).

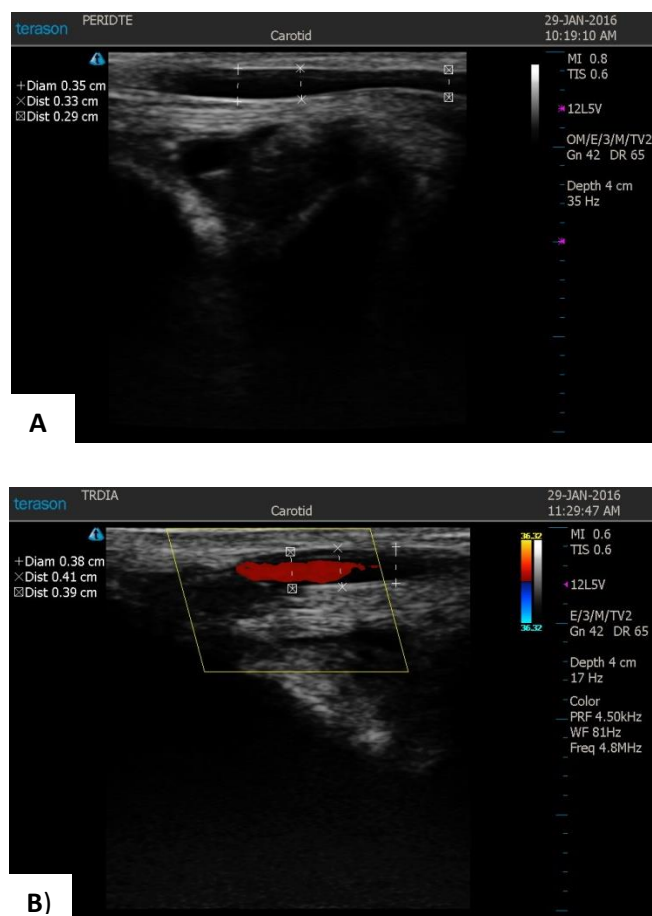


Figura 1 – A) Diâmetro arterial em modo B, com três consecutivas marcações. B) Diâmetro arterial em modo Doppler colorido, com três consecutivas marcações. A e B) Ecografias feita no plano anatômico longitudinal da face lateral da região distal à articulação metacarpo falangeana .

Em corte longitudinalmente, o cursor de volume de amostra do Doppler pulsado foi posicionado manualmente na região central do vaso para captar a região de maior velocidade de fluxo. Formando ângulo entre o eixo longo do vaso e o feixe sonoro do transdutor marcassem 60 graus. A escala e o ganho foram adequados obtendo assim a onda espectral e consequentes parâmetros como: volume e velocidade média do fluxo arterial, pico sistólico (VSP; cm/s), pico diastólico (VDE; cm/s), a relação entre VSP: VDE, índice de resistividade, calculado pela diferença entre o pico sistólico e o pico diastólico, tendo o resultado obtido dividido pelo índice sistólico ( $IR = \frac{VSP - VDE}{VSP}$ ) e o índice de pulsatividade calculado pela diferença entre pico sistólico e o diastólico dividido pela velocidade média do fluxo ( $IR = \frac{VSP - VDE}{V \text{ média}}$ ) (MATTHIAS HOFER, 2007). O cursor do volume da amostra foi posicionado em três pontos específicos do vaso, obtendo-se diferentes índices, destes foram obtidas as médias de cada um dos dados. Assim como, em relação às velocidades, quando todas as velocidades foram obtidas a partir de uma média de pelos menos três subseqüentes ondas espectrais.

O volume de amostra do Doppler pulsado foi mantido em 3mm, correspondente com o diâmetro do vaso mensurado conforme proposto por Hoffman et al. (2001). As ondas espectrais foram aferidas somente após obter no mínimo seis ciclos cardíacos consecutivos.

Mensurações automáticas, previamente do próprio Software Terason CV acoplado ao equipamento, foram realizadas simultaneamente em cinco animais com o objetivo de avaliar a existência de diferença estatística nos valores obtidos entre as mensurações manuais e as automáticas. O número de animais foi estipulado de forma aleatória. Para obter mensurações automáticas o cursor foi posicionado no pico sistólico da onda espectral e um segundo cursor foi posicionado no pico diastólico e os subseqüentes parâmetros PSV, EDV, relação PSV: EDV, índice de pulsatividade e de resistividade foram computados automaticamente pelo equipamento. Diferentemente das mensurações manuais onde os cálculos descritos anteriormente foram aplicados utilizando-se das mesmas ondas espectrais e picos de velocidade máxima e mínima.



Não foi observada diferença estatística entre os parâmetros. Sendo assim, adotadas as mensurações automáticas (Figura 2).

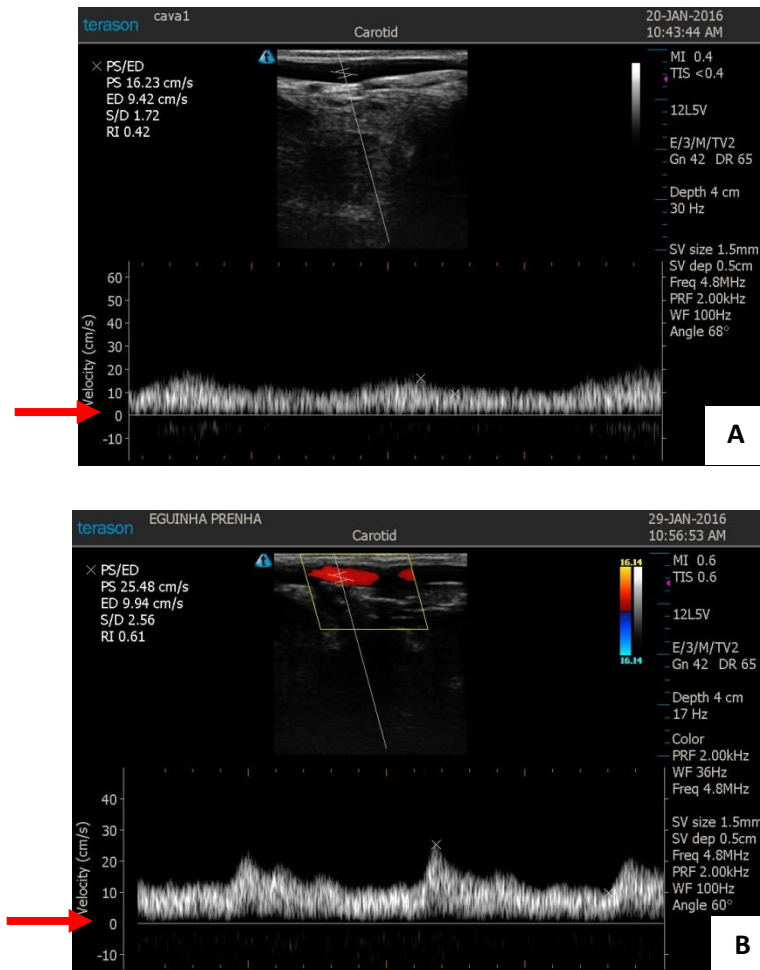


Figura 2 – A) Obtenção da onda espectral a partir do Doppler pulsado e modo B. B) Obtenção da onda espectral a partir do Doppler pulsado e Doppler colorido. Ambas as mensurações do IR automáticas. A e B) Ecografias feita no plano anatômico longitudinal da face lateral da região distal à articulação metacarpo falangeana. Formas de onda Doppler gravadas a partir da artéria palmar digital lateral esquerda a 6 MHz, volume de amostra de 2 mm e um ângulo de Doppler variando de 60° a 68°. O fluxo sanguíneo que flui no sentido da sonda está representado sobre a linha de base (seta vermelha) no visor espectral.

## **Análises estatísticas dos resultados obtidos**

Os resultados foram submetidos a análise descritiva para obtenção da média e desvio padrão. Em seguida foi aplicado o teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov para verificação da distribuição normal dos resultados encontrados entre os grupos. A partir de então foi proposto a aplicação de um teste paramétrico, isto é, o teste T pareado, visando ainda avaliar a ocorrência de correlação entre parâmetros como a altura e o peso dos animais para cada um dos grupos foi aplicado o teste de correlação de Pearson. Para todas as análises foi adotado nível de significância de 5%. Para tanto foi utilizado o software GraphPad Prism 6.02

## RESULTADOS

A avaliação ultrassonográfica por Doppler das artérias digitais palmares laterais em animais potros sem treinamento físico (ASTF) e em animais adultos e atletas (ATL) há duas semanas sem realização de provas de enduro ou atividades físicas de qualquer natureza tiveram seus dados expressos na Tabela 1. Diante da aplicação do teste T pareado, sendo adotado  $p < 0,05$ , os dados comparados entre os dois grupos revelaram para o diâmetro das artérias digitais palmares laterais  $p=0,65$ ; Pico sistólico (cm/s)  $p=0,08$ ; Pico diastólico (cm/s)  $p=0,05$ ; Índice de resistividade  $p=0,39$ ; Velocidade máxima (cm/s)  $p=0,96$ ; Velocidade Mínima (cm/s)  $p=0,01$  e Índice de Pulsatividade  $p=0,18$

**Tabela 1. Valores correspondentes das médias e desvio padrão dos diferentes parâmetros avaliados em cavalos de enduro sem treinamento físico (ASTF) e em atletas (ATL).**

<b>PARAMÊTROS/ANIMAIS AVALIADOS</b>	<b>ASTF</b>	<b>ATL</b>
<b>Peso (kg)</b>	394,7±46,95	413,3±22,51
<b>Altura (cm)</b>	150 ±2,8*	150± 5,02*
<b>Diâmetro 1 (cm)</b>	0,37±0,09	0,39±0,06
<b>Pico sistólico ( cm/s)</b>	13,68±2,72	11,16±1,69
<b>Pico diastólico (cm/s)</b>	6,73±0,94	5,55±0,92
<b>Índice de resistividade</b>	0,49±0,07	0,49±0,05
<b>Velocidade máxima (cm/s)</b>	13,95±3,55	12,37±2,39
<b>Velocidade Mínima (cm/s)</b>	6,12±1,43**	4,13±0,21**
<b>Índice de Pulsatividade</b>	0,77±0,24	0,96±0,69

Tabela 1 - \* Os dados obtidos em relação a altura ( $p=0,81$ ) e peso ( $p=0,32$ ) dos animais sem treinamento físico (ASTF) e atletas (ATL). \*\* Presença se significância estatística entre os dados obtidos.

Fonte: VIEIRA, 2016

Da aplicação do teste de correlação de Pearson entre os valores obtidos para a altura e peso dos animais de cada um dos grupos avaliados os resultados ( $r$  e  $p$ ) foram expressos na tabela 2.

Tabela 2. Valores de  $r$  segundo aplicação do teste de correlação de Pearson entre as medidas de altura e peso em relação Diâmetro (cm), Pico sistólico (cm/s), Pico diastólico (cm/s), Índice de resistividade, Velocidade máxima (cm/s), Velocidade Mínima (cm/s) e índice de Pulsatividade de equinos de enduro sem treinamento físico (ASTF) e atletas (ATL), considerando  $p < 0,05$ .

	ASTF				ATL			
	Altura		Peso		Altura		Peso	
	$r$	$p$	$r$	$p$	$R$	$p$	$r$	$p$
<b>Diâmetro (cm)</b>	-0,07	0,89	0,77	0,07	0,08	0,87	-0,77	0,07
<b>Pico sistólico (cm/s)</b>	0,60	0,22	0,18	0,73	0,10	0,85	0,49	0,31
<b>Pico diastólico (cm/s)</b>	0,79	0,06	0,12	0,82	0,39	0,45	0,50	0,30
<b>Índice de resistividade</b>	-0,25	0,6392	-0,32	0,53	-0,11	0,84	-0,12	0,81
<b>Velocidade máxima (cm/s)</b>	0,91	0,01	-0,12	0,82	0,01	0,98	-0,12	0,82
<b>Velocidade Mínima (cm/s)</b>	0,79	0,06	0,07	0,88	0,50	0,30	0,10	0,84
<b>Índice de Pulsatividade</b>	0,38	0,46	0,25	0,63	0,38	0,45	0,38	0,45

Fonte: V IEIRA, 2016.

## DISCUSSÃO

A busca por dados hemodinâmicos, com caráter quantitativos revelou-se de grande importância para a medicina equina esportiva. As avaliações de equinos atletas complementaram e preencheram lacunas específicas, tomando como base, equinos de enduro. Pois sistematicamente foram submetidos a treinamentos intensos e, por conseguinte a adaptações morfofuncionais específicas. Com esta motivação foi de interesse caracterizar os dados adaptativos e funcionais relacionados com a artéria digital palmar lateral de equinos potros sem histórico de exercício e de animais atletas após período de descanso pré-estabelecido.

Inicialmente as mensurações Doppler foram facilmente obtidas das artérias digitais palmares mediais e laterais de ambos os membros torácicos dos equinos avaliados. A escolha do membro torácico direito e da sua artéria lateral palmar, foi aleatória, levando em consideração à padronização pela praticidade e pela familiaridade do animal e do operador a técnica. Em relação ao tempo gasto para a obtenção de todos os parâmetros nos equinos do grupo ASTF observou-se uma maior resistência quando comparado ao grupo subsequente, por se tratarem de animais potros que não possuem como hábito a manipulação dos membros, entretanto, sem dificultar ou limitar a avaliação.

As diferentes camadas constituintes das artérias foram individualizadas mais precisamente nas artérias de diâmetros mais elevados como descrito por HOFFMAN et al. (1999). O que diante desta afirmação justificaria a não detecção ultrassonográfica dessas estruturas nas artérias digitais dos animais do presente estudo, pois foram caracterizadas como artérias de médio a pequeno calibre. Por outro lado, o direcionamento do fluxo vascular em tempo real não pôde ser determinado em modo B em virtude do calibre vascular, por muitas vezes parecer oposto à direção efetiva. Sendo necessário além da aplicação do modo B, a utilização do Doppler colorido e do Doppler pulsado, conforme descrito por PIETRA et al. (2004).

Considerando os parâmetros ultrassonográficos Doppler obtidos para ambos os grupos foi possível afirmar que houve fidelidade nos dados expostos conforme as

tabelas 1 e 2. Garantindo assim a repetibilidade das avaliações ultrassonográficas da artéria em questão para equinos de enduro. Diferindo de critérios que poderiam estabelecer viés na obtenção dos dados, tais como, os expressos por FINDING et al. (2012), ao instante que mencionaram a ação das variações inter e intraobservadores interferindo nos achados Doppler da vasodilatação da artéria mediana em pôneis, e ainda aquelas derivadas individualmente de cada animal e as ocorridas entre estes. A variabilidade da técnica em períodos variados em um mesmo animal e entre os demais equinos, além da diferença estatística interoperacional também foram mensurados em equinos por COCHARD, TOAL e SAXTON (2000), os quais afirmaram que as variações qualitativas observadas entre os animais foram mais relevantes do que as variantes individuais, determinando, atribuições às variações biológicas naturais, bem como, a ocorrência de uma direta interligação.

Parâmetros como índice de pulsatividade e índice de resistividade foram mensurados por PIETRA et al. (2004) através dos mesmos cálculos previamente descritos neste estudo, respeitando os traços espectrais obtidos. Entretanto, como tentativa de amenizar os valores erroneamente elevados dos índices de resistividade que poderiam acompanhar quadros de taquicardia COCHARD, TOAL e SAXTON (2000) avaliaram mais dois novos parâmetros que definiu como: segundo índice de resistividade ( $IR_2$ ) e a relação entre os dois subsequentes picos sistólicos. Sendo o segundo índice de resistividade caracterizado pela substituição na fórmula tradicional e previamente descrita, o pico diastólico pelo segundo pico de velocidade do traço espectral  $RI_2 = (A-B')/A$ . A relação entre os dois picos diastólicos subsequentes foi definida pela subtração entre o primeiro e o segundo pico de velocidade máxima dividido pelo primeiro pico especificado pela fórmula  $P:P = (A-A')/A$ , onde  $A'$  representou o segundo respectivo pico.

A velocidade média do fluxo, o pico sistólico, o pico diastólico e os índices de pulsatividade e resistividade quantificados pelos parâmetros Doppler das artérias digitais palmares adquiridos do grupo ASTF em comparação aos obtidos por COCHARD, TOAL e SAXTON (2000), em equinos saudáveis encontraram valores mais elevados aos observados no presente estudo. Sendo que o pico sistólico e a velocidade média sofreram aumento aproximado de 50% em relação às artérias periféricas proximais quando comparadas a outras mais distais. Além das variações

individuais relacionadas com os períodos realizados foi possível notar variabilidade do método dentre os animais clinicamente normais com e sem histórico de atividade física, podendo relacionar ainda, fatores como, operador responsável, equipamento utilizado e as variações hemodinâmicas de cada indivíduo e do grupo como um todo (COCHARD, TOAL e SAXTON,2000).

Em relação ao diâmetro (cm) da artéria digital palmar lateral dos equinos de enduro sem treinamento físico (ASTF) cujos dados obtidos foram  $0,39 \pm 0,06$  e para os atletas (ATL) em repouso obteve-se  $0,37 \pm 0,09$ , não houveram diferença estatística independentemente do tipo de atividade exercida, do peso e do tamanho do animal. Conforme exposto, o endotélio dos vasos é influenciado pela estimulação simpática a que estiveram sujeitas. Por conseguinte, o diâmetro das artérias periféricas de equinos sedados por acepromazina foram descritos por HOFFMAN et al. (1999) com um aumento subjetivo, enquanto que o diâmetro foi apresentado menor quando da aplicação de xilazina. De outra forma, FINDING et al. (2012) consideraram que a vasodilatação arterial, nos equinos, esteve sujeita muitos mas as interferências do ciclo cardíaco, do que ao papel imposto pelo componente simpático do sistema nervoso autônomo.

WONGAUMNUAYKUL et al.(2006) relataram aumento estatístico do diâmetro da artéria palmar medial em equinos com pododermatite séptica e laminite quando comparados com animais sem afecção. Sendo que os dados expostos para esse grupo sem afecção aproximaram-se dos obtidos para equinos de enduro deste estudo. Este aumento promoveu diminuição na resistência da artéria, sugerindo a ocorrência também de vasodilatação das lâminas do casco associado a severidade da lesão (WONGAUMNUAYKUL et al., 2006). Nos equinos de enduro deste estudo, todos hígidos, foi possível entender que a modificação vascular arterial, dentre estas a modificação do diâmetro do vaso, foi algo funcional. Relacionado com as características arquitetônicas e anatômicas do vaso em questão.

Tomando ainda como base os valores obtidos para o diâmetro artéria digital palmar lateral de ambos os grupos, uma certa semelhança foi observada aos dados expressos por FINDING (2012) para a artéria mediana de pôneis, devido ainda a ação do óxido nítrico. Sugerindo que o entendimento, da modificação ou determinação do calibre, ou diâmetro de uma artéria, estaria relacionada pela expressão funcional de seus

componentes estruturais. Sendo que sua camada média e seu endotélio atuaram ativamente na modificação de seu calibre. Fato que pode ser utilizado mesmo comparando-se vasos tão distintos, como os abordados por FINDING et al. (2012).

A velocidade espectral foi citada por PIETRA et al. (2004), quando o ângulo entre o transdutor e o vaso atingiram aproximadamente 45°. Entretanto, este ângulo não foi possível de ser atingido no presente estudo, devido a abordagem das artérias avaliadas serem superficiais e paralelas à superfície da pele. A maior parte dos ângulos obtidos foram direcionados para estarem em uma escala de 50° e 60° corroborando com WONGAUMNUAYKUL et al (2006), entretanto em apenas um animal o ângulo foi de 68°.

Ângulos de 0° permitiram a melhor avaliação possível de frequência, assim como ângulos de insonação superiores a 60° foram considerados intimamente relacionados com baixo efeito de deslocamento Doppler, gerando elevados erros estimativos com menor confiabilidade de velocidade de fluxo (KEALY; MCALLISTER; GRAHAM, 2012). Fato que poderia ter proporcionado ao presente estudo traçados menos fidedignos, associados a artefatos de técnica e uma maior probabilidade de erro. Em algumas mensurações pela limitada manipulação da probe em função da estreita janela espectral, ângulos superiores a 60° foram obtidos sem gerar alterações significativas no traçado espectral já que traçados semelhantes foram demonstrados com ângulos inferiores ou iguais a 60°. Entretanto, no único animal do presente estudo em que o traçado espectral se assemelhou aos previamente descritos por HOFFMAN et al. (1999), FINDING et al.(2012) e (COCHARD, TOAL e SAXTON,2000), o ângulo de insonação obtido foi de 60°.

As ondas espectrais de fluxo arterial em ambos os grupos apresentaram características de fluxo pulsátil e foram similares na aparência. De forma geral, as características morfológicas se caracterizaram por susceptíveis pulsos em formato de multipicos de baixa amplitude associado a pouca diferenciação entre picos sistólicos e diastólicos. Em apenas um animal foi observado pulsatividade multifásica, com clara distinção entre pico sistólico e diastólico. O traçado demonstrou um elevado pico durante a sístole, seguido de dois picos menores e uma porção terminal, caracterizada pela região diafásica com ausência de expressivos picos visíveis (Figura 1 e 2). Esse



achado pode ser determinado pela vascularização inerente, tônus muscular, vibração vascular e a resistência periférica, determinando aspecto mais ondulado da porção diastólica do traçado espectral (COCHARD, TOAL e SAXTON,2000).

FINDING et al.(2012) detectaram estas três subseqüentes picos e a porção diafisiária final em praticamente todos os pôneis de seu experimento. Entretanto, esse traçado espectral foi observado nas artérias medianas, que possui o calibre vascular superior à artéria digital palmar avaliada no presente estudo. Coincidindo assim com COCHARD, TOAL e SAXTON (2000) que além de descreverem esse mesmo traçado para a artéria mediana em equinos, observaram que mais distalmente os picos revelaram uma magnitude e a proeminência diminuídas, quando comparado a porções mais proximais. Fato que pode de certa forma justificar as características dos traçados obtidos no presente estudo, bem como, revelando os parâmetros quantitativos mais baixos para artérias digitais palmares de equinos de enduro de ambos os grupos.

Por outro lado HOFFMAN et al.(1999) observaram este mesmo traçado de velocidade sistólica (P1) seguida de pelo menos dois picos diastólicos (P2 e P3) em artérias digitais palmares laterais. Descreveram variações do traçado com proeminência do segundo pico (P2) em relação ao terceiro (P3) e susceptíveis cinco a seis picos diastólicos em um único traço. Sugerindo que quando ocorreu aumento da frequência cardíaca, houve diminuição de picos espectrais. Assim como HOFFMAN et al.(1999), a mudança de apoio entre os membros, gerou maior pressão periférica sobre o membro que se encontrava apoiado, desenvolvendo assim ondas espectrais mais pulsáteis com a presença de multipicos. Desta forma, quando o membro suporta menos peso, as velocidades sistólicas e diastólicas subjetivamente aumentam, mas a forma de onda com multipicos permanecem (HOFFMAN et al., 1999).

Tanto o diâmetro descrito anteriormente quanto a velocidade diastólica final demonstraram não haver correlação com achados que possam indicar afecções podais em equinos de acordo com COCHARD, TOAL e SAXTON (2000), por defenderem o pico diastólico como o mais susceptível às variações e por não ter mensurado o diâmetro dos vasos em nenhum dos animais. Foi observado que pelo fato dos animais não terem sido submetidos a exercício físico antes do exame e por estarem condicionados ao mesmo tipo de manejo, representaram pontos importantes para a

determinação adequada do diâmetro da artéria em questão e pela proximidade quantitativa entre ambos os grupos. Bem como, a ausência de contenção química dos animais foi determinante para o estudo. Todos os exames foram realizados sem sedação para evitar potenciais efeitos vasoativos induzidos por agentes tranquilizantes comuns, com o objetivo de determinar a viabilidade e utilidade do método.

Em alguns equinos o sinal diastólico demonstrou queda abrupta para próximo de zero imediatamente antes do início do próximo pico, enquanto que em outros equinos o sinal diastólico se manteve bem acima da linha de base. Definidas por COCHARD, TOAL e SAXTON (2000) como ondas espectrais de diferentes características morfológicas, caracterizadas como resistentes e não resistentes inerentes a equinos saudáveis, não impactando adversamente o índice de resistividade, considerado o menos variável parâmetro observado provavelmente pela dominância do pico. Os traçados diastólicos resistentes foram visualizados ligeiramente a cima da linha base e os picos sistólicos iniciais e secundários foram facilmente definidos. Já nas formas não resistentes a região diastólica foi marcadamente visibilizada sobre a linha base e também foram facilmente detectados picos iniciais e secundários.

No presente estudo, para ambos os grupos, foram considerados que fatores influenciáveis tais como, o movimento do animal no momento da obtenção da imagem, a experiência do operador, o emprego de drogas sedativas e a interferência do ciclo cardíaco atuariam diretamente ligados na vasodilatação do vaso (FINDING et al., 2012). Em éguas, adultas, clinicamente normais houve vasodilatação posprandial, estendendo-se por até quatro horas, desencadeando diminuição do fluxo sanguíneo para o dígito. A resposta vascular esteve intimamente relacionada com a ação imposta no endotélio vascular, por intermédio da insulina e óxido nítrico (HOFFMANN et al., 2001). De outra forma em equinos puro sangue, no intuito de garantir a repetibilidade do estudo e aumentarem o potencial de sucesso. MENZIES-GOW e MARR (2007) citaram que os fatores intrínsecos dos vasos deveriam ser considerados, assim como, as variações relacionadas ao equipamento de ultrassonografia (frequência e ângulo de aquisição das imagens) e ainda fatores relacionados com a movimentação do paciente e pressão imposta através desta.

Alguns traçados Doppler espectrais de ambos os grupos, apresentaram artefatos, sendo estes variáveis em relação aos extremos de altas e baixas velocidades de fluxo ou criaram padrões bizarros de fluxos. Sobretudo estes artefatos não inviabilizaram a análise das imagens obtidas. Visto que segundo HOFFMAN et al.(1999), alterações hemodinâmicas não uniformes podem estar relacionadas principalmente ao movimento do cavalo, incluindo os de cabeça, do membro em análise e ainda relacionado com oscilações do corpo, derivados da mudança de distribuição de peso. A grande variabilidade de parâmetros mencionados ressaltam a necessidade de trabalhos específicos para a caracterização e padronização dos traçados hemodinâmicos inerentes às artérias digitais palmares digitais em equinos. Especialmente com o intuito de retratar os aspectos considerados normais, das mesma forma que possíveis variações associadas à afecção ou como no caso abordado, a exercício físico e suas adaptações.

Acredita-se que a permanência constante encontrada dos parâmetros hemodinâmicos de ambos os grupos possam demonstrar a não relação entre o histórico de atividade física com possíveis alterações ultrassonográficas das estruturas vasculares em questão. Entretanto, vale enfatizar que o período de repouso possa ter influenciado de forma significativa e direta no teor de condicionamento físico apresentado pelos animais atletas em função do histórico de treinamentos intensos e pelas participações em percursos de longa distância. Fato que justificaria o rápido restabelecimento normofuncional dos parâmetros hemodinâmicos após o período de repouso e com isso a similaridade encontrada entre os parâmetros de ambos os grupos, incluindo de animais potros, sem histórico de atividade física e de equinos atletas.

## CONCLUSÃO

No presente trabalho foi possível concluir que tanto os aspectos vasculares quantitativos quanto os qualitativos se mantiveram constantes em ambos os grupos. Não foram observadas diferenças estatísticas significativas dos parâmetros ultrassonográficos Doppler relacionados ao teor de exercício, ao peso e ao tamanho dos animais. Acredita-se que a ultrassonografia Doppler possa auxiliar satisfatoriamente na obtenção de parâmetros normais e conseqüentemente na detecção de afecções podais frente à elevada especificidade e sensibilidade do método. Entretanto, as variações Doppler inerentes, ao operador/equipamento, ao ambiente e ao próprio animal devem ser de forma prévia e sistematicamente avaliadas com intuito de aprimorar ao máximo a sensibilidade e especificidade da técnica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bello, C. A. O.; Vasconcelos, C. E. S.; CANIELLO, N. T.; Godoy, R. F.; MOREIRA, M.; Lima, E. M. M. Avaliação ecocardiográfica de equinos após exercício de Polo. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 32, n.11, p. 1191-1195, nov.2012.

Bello, C. A. O.; DUMONT, C. B. S.; SOUZA, T. C.; Godoy, R. F.; Neto, A. R. T.; Borges, J. R. J., Lima, E. M. M. Ecocardiografia de equinos Puro Sangue Árabe após exercício de enduro de diferentes intensidades. *Ciência Rural*, v.41, n.1, p. 132-136, 2011.

BINDA, M. B.; OLIVEIRA Jr.; L. A. T., CONTI, L. T. C.; CHAMPION, C., COELHO, C. S. Avaliação da Pressão arterial sistólica em equinos da Raça Mangalarga Machador após Exercício Físico. *ARS Veterinária*, v.29, n.3, p. 132-138, 2013.

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

COCHARD, T.; TOAL, R. L.; SAXTON, A. M. Doppler ultrasonographic features of thoracic limb arteries in clinically normal horses. *American Journal of Veterinary Research*, v. 61, n. 2, p.183 – 190, feb,2000.

FINDING, E. J. E.; JONES, I. D.; FUENTES, V. L.; MENEZES-GOW, N. J. Evaluation of a technique for measurement of flow-mediated vasodilation in healthy ponies. *American journal of veterinary research*. v. 73, n. 6, p. 755- 761, jun. 2012.

HOFFMAN, K. L.; WOOD, A. K.; GRIFFITHS, K. A.; EVANS, D. L.; GILL, R. W.; KIRBY, A. C. Doppler sonographic measurements of arterial blood flow and their repeatability in the equine foot during weight bearing and non-weight bearing. *Research in Veterinary Science*.v. 3, n. 70, p. 193 - 203, 2001.

HOFFMAN, K. L.; WOOD, A. K. W.; GRIFFITHS, K. A.; EVANS, D. L.; GILL, R. W.; KIRBY, A. C. Postprandial arterial vasodilation in the equine distal thoracic limb. *Equine Veterinary Journal*.v. 3, n. 33, p. 269 - 273, 2001.

HOFFMAN, K. L.; WOOD, A. K. W.; MCCARTHY, P. H.; GRIFFITHS, K. A.; EVANS, D. L.; GILL, R. W. Sonographic observations of the peripheral vasculature of the equine thoracic limb. *Anatomia, Histologia, Embryologia*. n. 28, p. 281-289, 1999.

KEALY J. K.; MCALLISTER H.; GRAHAM, J. P. R. A Radiografia. In: KEALY J. K.; MCALLISTER H.; GRAHAM, J. P. R. (5 ed.). *Radiografia e ultrassonografia do cão e do gato*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. p. 1 – 22.

MARTIN, C. M. Princípios da ultrassonografia Doppler e a aplicabilidade na cavidade abdominal de Pequenos animais- Parte I. *Revista da Anclivepa São Paulo*.v., n., p. 6-10, 2008.

MARTIN, C. M. Princípios da ultrassonografia Doppler e aplicabilidade na cavidade abdominal de Pequenos animais- Parte I. *Revista da Anclivepa São Paulo*.v., n. , p. 6-10, 2009.

MATTHIAS HOFER. Física básica e princípios técnicos in: MATTHIAS HOFER. *Doppler colorido (Manual Prático de Ensino)*. Rio de Janeiro: Rivinter, 2007. p. 1 – 1.

MENZIES-GOW, N. J.; MARR, C. M. Repeatability of Doppler Ultrasonographic measurement of equine digital blood flow. *Veterinary Radiology Ultrasound*. v. 3, n. 48, p. 281- 285, 2007.

NYLAND, G.T.; MATTON, J. S.; HERRGESSEL, E. J.; WISNER, E. R. Princípios físicos, instrumentação e segurança do diagnóstico por ultra-som. São Paulo: Roca, 2004. p. 1 – 19.

PIETRA, M.; GUGLIELMINI, C.; NARDI, S.; GANDINI, G.; CIPONE, M. Influence of weight bearing and hoof position on Doppler evaluation of lateral palmar digital arteries in healthy horses. *American Journal of Veterinary Research*. v. 9, n. 65, p. 1211 – 1215, 2004.

SCHMUCKER N. et al. Duplex – ultrasonographic evaluation of the common carotid artery in the resting, sedated and anesthetized horse . *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v. 41, n. 2, p. 168-171, 2000,

WONGAUMNUAYKUL, S.; SIEDLER, C.; SCHOBESBERGER, H.; STANEK, C. Doppler sonographic evaluation of the digital blood flow in horses with laminitis or septic pododermatitis. *Veterinary Radiology Ultrasound*. v. 2, n. 47, p. 199 – 205, 2006,