

# TRIPLEX DOPPLER DA ARTÉRIA HEPÁTICA CANINA NOS PERÍODOS PRÉ E PÓS-PRANDIAL

ELIZABETE NIKOLAK NIKOLAK,<sup>1</sup> STEFÂNIA ARAÚJO MIRANDA,<sup>1</sup> EXPEDITO JÚNIOR DE MATOS SANTANA,<sup>1</sup> ADRIEL BHEN BRITO,<sup>1</sup> POLIANA SILVA BESERRA<sup>1</sup> E SHEYLA FARHAYLDES SOUZA DOMINGUES<sup>2</sup>

1. Laboratório de Biologia e Medicina de Animais da Amazônia, Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Pará

2. Coordenadora do Programa de pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Pará. E-mail: shfarha@ufpa.br.

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar por meio do *triplex doppler* as variações dos índices de resistividade (IR) e pulsatilidade (IP) da artéria hepática (AH) de cães adultos saudáveis em períodos pré e pós-prandiais. O grupo amostral foi composto por quatorze cães sem raça definida, sendo nove fêmeas e cinco machos com peso entre seis e dezenove quilos e quatro e dezesseis quilos, respectivamente. Previamente aos exames ultrassonográficos, os animais foram submetidos a 24 horas de jejum e, para os exames pós-prandiais, foram alimentados com leite ou ração comercial. Utilizou-se o ultrassom Philips HDI 4000, munido de um transdutor microconvexo (5-8MHz). Dividiram-se as

mensurações dos IR e IP da AH em três tempos: T0 (período pré-prandial), T1 (trinta minutos pós-prandial) e T2 (noventa minutos pós-prandial). Não houve diferença estatística quando comparadas as médias de IR e IP da AH entre T0 e T2. No entanto, ambos os índices foram significativamente menores no T1 quando comparado com os outros períodos de análise, comprovando aumento de fluxo sanguíneo na AH trinta minutos pós-prandial. O uso do *triplex doppler* da AH possibilitou mensurações do fluxo sanguíneo pré e pós-prandial, sendo uma técnica importante para estabelecer parâmetros comparativos entre homeostasia metabólica e diferentes estados fisiopatológicos hepáticos.

PALAVRAS-CHAVES: Artéria hepática, cães, índice de resistividade, índice de pulsatilidade, ultrassonografia.

## ABSTRACT

### TRIPLEX DOPPLER OF CANINE HEPATIC ARTERY ON PRE AND POSPRANDIAL PERIODS

The aim of the current study was to evaluate the resistivity index (RI) and pulsatility index (PI) of hepatic artery (HA) by Triplex Doppler in health adult dogs on pre and postprandial periods. The experimental group was formed by 14 mongrel dogs, 9 females and five males, weighing 6-19 kg and 4-16 kg, respectively. The animals were previously prepared, remaining 24 hours of starvation, and feeding with milk or pellet show food to perform posprandial analysis. The ultrasound *PHILIPS HDI 4000* equipped with a micro convex transducer (5-8MHz) was used. The RI and PI measurements of HA were performed on tree times: T0

(pre-prandial period), T1 (30 minutes postprandial) and T2 (90 minutes postprandial). There are no statistical differences between T0 and T2 when compared RI and PI of HA. However, both indices were significantly diminished on T1 in relation with T0 and T2, which represents an increase of AH blood flow 30 min postprandial. The employment of HA Triplex Doppler improves the blood flow evaluation pre and posprandial and can be one important technique to establish comparative parameter to distinguish between hepatic metabolic homeostasis from different physiopathologies states.

KEY WORDS: Dogs, hepatic artery, pulsatility index, resistivity index, ultrasound.

## INTRODUÇÃO

O fígado é um órgão vital, responsável por aproximadamente 25% do débito cardíaco. Seu tamanho corresponde a cerca de 2,5% do peso corporal do animal e um terço de seu fluxo sanguíneo é suprido pela artéria hepática (AH) e dois terços pela veia porta (VP) (LAMB et al., 1999). O fluxo arterial hepático é regulado por mudanças na resistência vascular da AH, e o fluxo da VP é adequado pela resistência vascular de suas tributárias, provenientes do estômago, intestino, pâncreas e baço. Sob certas circunstâncias, para manter a quantidade de sangue balanceada, a perfusão hepática sofre ajustes nos fluxos sanguíneos da AH e da VP e o aumento de fluxo em um desses vasos induz uma recíproca diminuição do fluxo sanguíneo no outro, fenômeno esse descrito como *hepatic buffer response* (HBR), ou seja, trata-se de uma resposta de proteção ao equilíbrio do fluxo de sangue no parênquima hepático (LAMB et al., 1999). Entretanto, podem ocorrer outras combinações de aumento ou diminuição do fluxo na AH, dependendo das condições fisiológicas (digestão), ou pela presença de doenças hepáticas, como neoplasias e hipertensão portal (LEE, 1998; LAMB et al., 1999).

O *triplex doppler* combina a ultrassonografia (US) bidimensional (2D) em modo B, associada ao *doppler* colorido e *doppler* de fluxo, sendo uma técnica imprescindível para identificar e avaliar a irrigação sanguínea hepática (SZATMÁRI et al., 2001), que fornece informações quanto à presença, tipo e direcionamento do fluxo sanguíneo bem como suas velocidades máxima, média e mínima, possibilitando executar avaliações quantitativas e qualitativas da irrigação sanguínea (SZATMÁRI et al., 2001; DOMINGUES et al., 2007). A partir das velocidades de fluxo sanguíneo obtidas, o índice de resistividade (IR) (POURCELOT, 1974) e o índice de pulsatilidade (IP) (GOSLING, 1974) são calculados, sendo que a principal vantagem em usá-los é que seus valores independem do ângulo de insonação (RIVERS et al., 1996; GASCHEN et al., 2000; NYLAND & MATOON, 2005; DOMINGUES et al., 2007).

Tendo em vista que inúmeras moléstias hepáticas são capazes de lesionar até dois terços do fígado de maneira assintomática, deve-se priorizar um método de diagnóstico que seja ao mesmo tempo seguro e precoce. Nos itens segurança e precocidade, o *triplex doppler* possui grande aceitação para avaliações hemodinâmicas (SZATMÁRI et al., 2001). Entretanto, apesar da sua relevância, estudos usando essa técnica para análises da artéria hepática em cães ainda são escassos. Uma importante utilização do *triplex doppler* pode ser para estudos de padrões fisiológicos normais da AH de cães, em períodos pré e pós-prandiais. No entanto, tentativas realizadas em estudos anteriores tiveram sucesso limitado, em decorrência do uso de alimentação com altas quantidades de ração canina comercial, que possui uma taxa lenta de passagem pelo trato gastrointestinal (TGI), causando excesso de conteúdo estomacal no período pós-prandial de análise e, portanto, dificultando o acesso ultrassonográfico à AH. Além disso, por usar sonda ultrassonográfica setorial (3,5- 7,5MHz) (LAMB et al., 1999), sua tecnologia é inferior às sondas convexas e microconvexas atualmente disponíveis (KING, 2004).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar, com o *triplex doppler*, a variação dos índices de resistividade (IR) e pulsatilidade (IP) da AH de cães adultos saudáveis, em períodos pré e pós-prandial, após o fornecimento de alimento líquido.

## MATERIAL E MÉTODOS

No estudo foram utilizados quatorze cães sem raça definida – nove fêmeas com pesos variando de seis a dezenove quilos, e idades entre um a seis anos, e cinco machos com peso de quatro a dezesseis quilos e idade entre quatro a oito anos. Todos os cães utilizados neste experimento eram alimentados com ração canina comercial (Pedigree Marrowbone, Masterfoods Brasil Alimentos Ltda., Abreu e Lima, Pernambuco, Brasil) e água *ad libitum*. Além disso, eram regularmente imunizados para as viroses caninas, sendo considerados saudáveis ao exame clínico e físico. Realizaram-se os exames ultrassonográficos no Laboratório

de Biologia e Medicina de Animais da Amazônia (Biomedam, UFPA) da Universidade Federal do Pará.

Como preparação do paciente para o exame ultrassonográfico, foi solicitado aos proprietários que mantivessem seus animais em jejum alimentar prévio de 24 horas. Os cães, ao chegarem ao laboratório, passavam por exames físicos, tinham os pesos aferidos e eram submetidos a uma tricotomia, entre o oitavo e décimo segundo espaço intercostal direito. Posteriormente, eram posicionados em decúbito lateral esquerdo, e um gel de transmissão acústica hidrossolúvel para ultrassom (Aquasonic, Parker Laboratories, INC. Fairfield, New Jersey 07004) era aplicado à pele, sobre a região de interesse previamente tricotomizada. As US em modo *triplex doppler* foram realizadas no período da manhã, usando o aparelho Philips HDI 4000 (Philips Medical Systems, Bothel, WA, EUA), equipado com um transdutor multifrequencial microconvexo (5-8 MHz), dispositivos *doppler* colorido e *doppler* de fluxo, possibilitando uma varredura completa do fígado e avaliação de sua hemodinâmica.

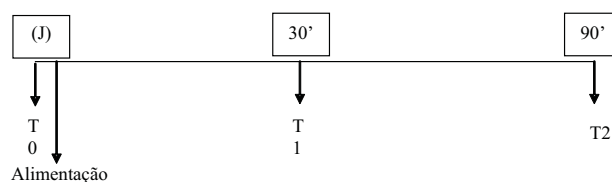
Para mensurar os índices de pulsatilidade e resistividade da AH, esta inicialmente foi localizada em imagem 2D em modo B associada ao *doppler* colorido, em seguida o *doppler* de fluxo (*triplex doppler*) foi acionado, e o calíper eletrônico posicionado no centro da AH. Após a obtenção de três ondas de fluxo nítidas e consecutivas, os valores de IR (POURCELOT, 1974) e IP (GOSLING, 1974) foram calculados, no modo automático, pelo *software* do equipamento de ultrassom, conforme as seguintes fórmulas:

$$IR = \frac{\text{Pico de velocidade sistólica} - \text{velocidade diastólica final}}{\text{Pico de velocidade sistólica}}$$

$$IP = \frac{\text{Pico de velocidade sistólica} - \text{velocidade diastólica final}}{\text{Velocidade média do ciclo}}$$

O exame ultrassonográfico foi dividido em três tempos – T0, T1 e T2 –, conforme demonstrado na Figura 1. O T0 representou o período pré-prandial (jejum) e, ao final deste, eram oferecidos

250 mL de leite (Laticínios Betania S.A., Fortaleza, Ceará) ao cão. O T1 representou o período trinta minutos pós-prandial e T2 o período noventa minutos pós-prandial (Figura 1). A duração do exame era de cerca de duas horas, entre preparação do paciente (tricotomia) e a realização do *triplex doppler* nos três tempos propostos. Nenhum animal foi sedado ou anestesiado para a condução dos exames ultrassonográficos.



**FIGURA 1.** Esquema do delineamento experimental, demonstrando os tempos de realização dos exames de dopplerfluxometria (*triplex doppler*) na AH, nos períodos pré e pós-prandial de cães adultos saudáveis. (J) Jejum: representa o período pré-prandial (T0); 30' representa o período pós-prandial T1; e 90' o período pós-prandial T2.

Todos os resultados foram apresentados em média  $\pm$  erro-padrão. Verificou-se o efeito da alimentação no RI e PI da AH pela Repeated Measures Anova. A análise estatística a 1% de probabilidade foi realizada com o auxílio do pacote estatístico Stat View (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

## RESULTADOS

Na US 2D em modo B, todos os animais apresentaram fígado com parênquima de aparência homogênea, isoecoico ao córtex renal (Figura 2A) e levemente hipoecogênico em relação ao baço (Figura 2B). A vesícula biliar foi visualizada como uma estrutura elíptica anecoica. Fez-se a localização da artéria hepática entre o nono e o décimo primeiro espaços intercostais direito, sendo o *triplex doppler* facilmente realizado com o uso da sonda microconvexa (5-8MHz).

Para mensurar os padrões de IR e IP da AH, em períodos pré e pós-prandial, foram realizadas três sessões de ultrassonografia nos T0, T1 e T2, sendo registradas três avaliações de *triplex doppler*

por animal, totalizando nove análises cada um. As análises somente eram consideradas corretas quando se obtinham três ondas consecutivas com velocidades iguais. Ao todo, procedeu-se a 117 análises de *triplex doppler*, distribuídas nos quatorze animais do experimento.

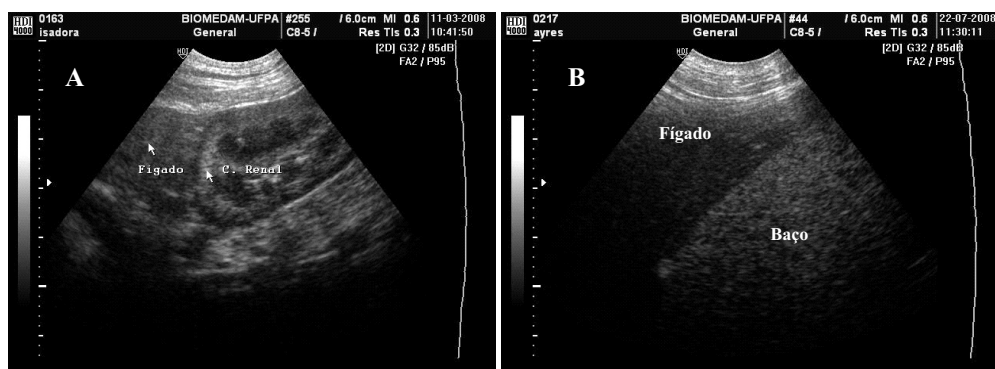
A utilização de 250 mL de leite integral/animal permitiu avaliar o período pós-prandial promovendo um preenchimento adequando do estômago, sem comprometer a localização da AH. Na Tabela 1 estão demonstrados os valores de IR e IP da AH nos tempos T0, T1 e T2. As médias de IR e IP foram significativamente menores no T1 quando comparado a T0 e T2. No tempo T2 (noventa minutos pós-prandial), os valores médios de IR e IP foram estatisticamente iguais aos mensurados com o animal em jejum (T0). Na Figura

3A, está demonstrada uma onda de *triplex doppler* realizada com o animal em período pré-prandial (T0) e na Figura 3B o animal se encontra no período trinta minutos pós-prandial (T1).

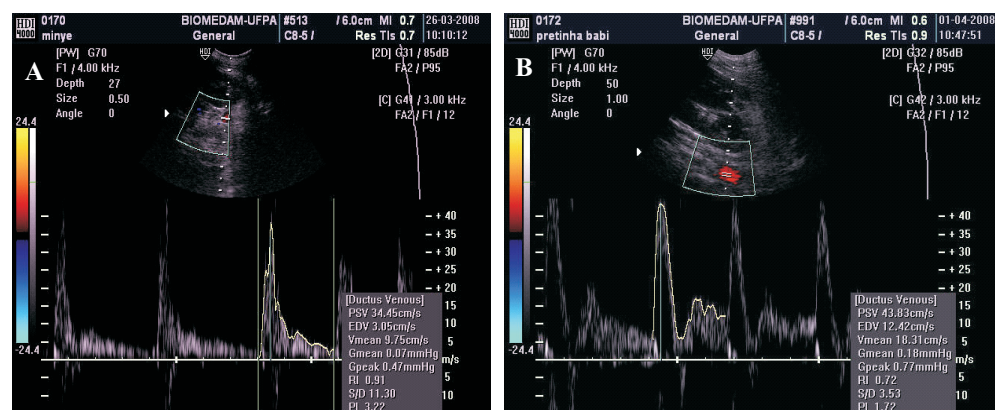
**TABELA 1.** Média  $\pm$  erro-padrão do IR e IP da artéria hepática durante o período pré e (T0 jejum), pós-prandial trinta e noventa minutos (T1 e T2), respectivamente, de cães adultos (*Canis familiaris*) alimentados com 250 mL de leite integral

	IR	IP
T0	0,88 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	3,00 $\pm$ 0,17 <sup>a</sup>
T1	0,78 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>	2,00 $\pm$ 0,11 <sup>b</sup>
T2	0,87 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	2,50 $\pm$ 0,13 <sup>a</sup>

<sup>a-b</sup> Diferenças estatísticas entre IR e IP da artéria hepática em períodos pré e pós-prandial ( $P < 0,01$ ).



**FIGURA 2.** A) Parênquima hepático de aparência homogênea, isoecoico ao córtex renal. B) Parênquima hepático levemente hipoeecogênico em relação ao baço.



**FIGURA 3.** *Triplex doppler* da artéria hepática (AH): (A) (AH) de cão em jejum (T0), mensurando os valores de índice de resistividade (IR) (0,91) e índice pulsatilidade (IP) (3,22). (B) AH de cão trinta minutos pós-prandial (T1) com diminuição dos valores de IR (0,72), e IP (1,72).



## DISCUSSÃO

No presente trabalho foi possível mensurar o IR e IP da AH em todos os animais alimentados com leite. Contornaram-se as dificuldades de localização ecográfica da AH com o uso do *triplex doppler* utilizando-se uma sonda microconvexa (5-8MHz), que exige uma janela acústica menor, a qual facilita a aquisição de imagens entre os espaços intercostais (nono e décimo primeiro). Diferentemente, as sondas lineares e convexas precisam de uma janela acústica grande e não são eficientes para aquisição de imagens entre os espaços intercostais, resultando na formação de sombras acústicas (KING, 2004). Outros trabalhos visando avaliar o *triplex doppler* da AH tiveram sucesso limitado, em virtude do emprego de sonda mecânica setorial (LAMB et al., 1999), que possui uma qualidade de obtenção de imagens ultrassono-gráficas inferior à sonda eletrônica microconvexa, principalmente no que se refere ao tamanho do campo de imagem.

Estudos em seres humanos saudáveis mostraram que a média de IR da artéria hepática é de 0,62 a 0,69 (JOYNT et al., 1995; PAULSON et al., 1996) e que alterações nos índices de IR em períodos após as refeições podem ser interpretados como sendo uma variação em função do processo de digestão ou a falta dessas variações como sendo doenças hepáticas. No presente experimento, em cães saudáveis, os índices de resistividade e de pulsatilidade obtidos da AH, com o auxílio do *triplex doppler*, em períodos pós-prandial, diminuíram significativamente no tempo T1 (trinta minutos pós-prandial), demonstrando um aumento do fluxo sanguíneo da AH.

LAMB et al. (1999) realizaram experimento para avaliação do fluxo sanguíneo da AH em cães que recebiam 800 gramas de alimento sólido (ração e biscoito canino) após um período de 24 horas de jejum, sendo os valores de IR aferidos duas horas após a alimentação. Os autores não encontraram variações significativas nesse índice quando comparados os períodos pré e pós-prandial. Isso ocorreu, provavelmente, em virtude do tipo de dieta usada no protocolo, do uso de sonda mecânica setorial e do intervalo de tempo para

realização do exame, com apenas uma mensuração no período pós-prandial, em que a artéria hepática poderia ter retornado aos seus valores pré-prandiais para o IR.

É importante ressaltar que, no trabalho realizado por LAMB et al. (1999), somente foram descritos os valores de IR, não tendo sido calculadas as médias de IP. O índice de pulsatilidade é um dado importante, pois oferece a mensuração relacionada ao ciclo cardíaco completo, enquanto que o índice IR está relacionado apenas à velocidade diastólica final (DOMINGUES et al., 2007). O IR é um bom indicador para a resistência vascular, porque não é afetado pela pressão arterial sistêmica (NOVELLAS et al., 2007).

Neste experimento, o uso do leite permitiu que fossem aferidas todas as mensurações de *triplex doppler*, por se tratar de um alimento que possui uma taxa de passagem rápida pelo TGI. Ele impede a fermentação e, conseqüentemente, a formação de bolhas de gás, que dificultariam a mensuração da AH, uma vez que a impedância acústica em gases é nula, ou seja, não permite reflexão de ecos (NYLAND & MATOON, 2005).

Apesar do pequeno calibre da AH e da dificuldade inerente a sua localização precisa, o *triplex doppler* permitiu que fossem realizadas as mensurações em todos os animais, superando a expectativa do trabalho, por se tratar de um exame de longa duração (duas horas divididas em T0, T1, T2), em que não era feita contenção química dos animais. Os resultados das mensurações foram bastante significativos, demonstrando nitidamente a mudança dos valores de IR e IP no tempo T1 em relação a T0 e T2. O aumento do fluxo na AH foi detectado no T1, trinta minutos após a ingestão do leite. Em T2, os valores já se encontravam próximos aos valores de T0, comprovando que houve uma alteração no aporte sanguíneo para o fígado durante o processo de digestão e que a resposta de equilíbrio do fluxo sanguíneo hepático (HBR), em condições fisiológicas normais, pode variar conforme o tipo de alimento e a quantidade ingerida antes da realização do *triplex doppler*.

As publicações que tratam das variações do fluxo sanguíneo na artéria hepática em condições fisiológicas ou metabólicas normais são em pe-

queno número e os resultados muitas vezes são conflitantes e de difícil comparação, dada a não uniformidade nos protocolos experimentais e nem nas técnicas utilizadas (NIZA et al., 2003). Nesse sentido, o *triplex doppler* pode ser de grande auxílio, pois permite realizar mensurações precisas e facilmente descritas. Estudos mais detalhados são necessários, com mensurações em menores intervalos de tempo, sob outras condições alimentares, para que modificações no fluxo da AH sejam amplamente descritas e monitoradas em diferentes estados fisiopatológicos.

## CONCLUSÃO

No presente trabalho, o uso do modo *triplex doppler*, para avaliar as variações dos índices de resistividade e pulsatilidade da AH em cães adultos saudáveis, mostrou ser um método prático e eficiente. Ele possibilitou a realização das mensurações da variação do fluxo sanguíneo da AH em períodos pré e pós-prandial, comprovando que os valores de IR e IP variam de acordo com o tipo e a quantidade do alimento ingerido. O uso do *triplex doppler* da AH permitiu mensurações do fluxo sanguíneo pré e pós-prandial, sendo uma técnica importante para estabelecer parâmetros comparativos entre homeostasia metabólica e diferentes estados fisiopatológicos hepáticos. Outros estudos voltados à utilização do *triplex doppler* da artéria hepática de cães ainda são necessários, uma vez que a espécie canina pode ser um modelo para pesquisas biomédicas ou para canídeos ameaçados de extinção.

## REFERÊNCIAS

- DOMINGUES, S. F. S.; CALDAS-BUSSIÈRE, M. C.; MARTINS, N. D.; CARVALHO, R. A. Ultrasonographic imaging of the reproductive tract and surgical recovery of oocytes in *Cebus apella* (capuchin monkeys). **Theriogenology**, v. 68, n. 9, p. 1251-1259, 2007.
- GASCHEN, L.; MENNINGER, K.; SCHURMAN, H. J. Ultrasonographic of the normal kidney in the Cynomolgus monkey (*Macaca fascicularis*): morphologic and doppler findings. **Journal Medical Primatology**, v. 29, p. 76-84, 2000.
- JOYNT, L. K.; PLATT, J. F.; RUBIN, J. M.; ELLIS, J. H.; BUDE, R. O. Hepatic artery resistance before and after standard mead in subjects with diseased and healthy livers. **Radiology**, v. 196, p. 489-492, 1995.
- KING, A. M. Development, advances and applications of diagnostic ultrasound in animals. **The Veterinary Journal**, v. 171, p. 408-420, 2004.
- LAMB, C. R. Doppler measurement of hepatic arterial flow in dogs: technique and preliminary findings. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 40, n. 1, p. 77-81, 1999.
- LEE, Y. Pulsed doppler ultrasonographic evaluation of portal blood flow in dogs with experimental portal vein branch ligation. **Journal Veterinary Medicine Science**, v. 61, n. 1, p. 59-61, 1999.
- NIZA, M. M. R. E.; VILELA, C. L.; FERREIRA, A. J. A.; GONÇALVES, M. S.; PISCO, J. M. Irrigação arterial hepática em canídeo. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 98, n. 546, p. 69-76, 2003.
- NOVELLAS, R.; ESPADA, Y.; GOPEGUI, R. Doppler ultrasonographic estimation of renal and ocular resistive and pulsatility indices in normal dogs and cats. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 48, p. 69-73, 2007.
- NYLAND, T. G.; MATOON, J. S.; HERRGESELL, E. J.; WISNER, E. R. **Ultra-som diagnóstico em pequenos animais**. 2. ed. São Paulo: Roca, 2005. p.161-194.
- PAULSON, E. K.; KLIEWER, M. A.; FREDERICK, M. G.; KEOGAN, M. T.; DELONG, D. M.; NELSON, R. C. Hepatic artery: variability in measurement of resistive index and systolic acceleration time in healthy volunteers. **Radiology**, v. 200, p. 725-729, 1996.
- POURCELOT, L. Applications clinique de l'examen Doppler transcutané. In: PERONNEAU, P. (Ed.). **Velocimétrie ultrasonore Doppler**. Inserm, Paris, p. 213-240, 1974.
- RIVERS, B. J.; WALTER P. A.; O'BRIEN T. D. Duplex doppler estimation of pourcelot resistive index in arcuate arteries of sedated normal cats. **Journal Veterinary International Medicine**, v. 10, p. 28-33, 1996.
- SZATMÁRI, V.; SÓTONYI P.; VÖRÖS, K. Normal duplex doppler waveforms of major abdominal blood vessels in dogs: a review. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 42, p. 93-107, 2001.