



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA



MARIANA SILVA DE SALLES PACHECO

**Correlação de medida ultrassonográfica com o volume hepático  
medido através do deslocamento de água em cães**

São Paulo

2015

MARIANA SILVA DE SALLES PACHECO

**Correlação de medida ultrassonográfica com o volume hepático  
medido através do deslocamento de água em cães**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Clínica Cirúrgica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

**Departamento:**

Cirurgia

**Área de concentração:**

Clínica Cirúrgica Veterinária

**Orientador:**

Prof. Dr. Stefano Carlo Fillipo Hagen

São Paulo

2015

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

#### DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virgínia Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T.3217  
FMVZ

Pacheco, Mariana Silva de Salles

Correlação de medida ultrassonográfica com o volume hepático medido através do deslocamento de água em cães / Mariana Silva de Salles Pacheco. -- 2015.  
63 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Cirurgia, São Paulo, 2015.

Programa de Pós-Graduação: Clínica Cirúrgica Veterinária.

Área de concentração: Clínica Cirúrgica Veterinária.

Orientador: Prof. Dr. Stefano Carlo Fillipo Hagen.

1. Fígado. 2. Canis familiaris. 3. Ultrassonografia. 4. Regressão linear. 5. Medidas. I.  
Título.



## CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Correlação de medida ultrassonográfica com o volume hepático medido através do deslocamento de água em cães", protocolado sob o nº 3082/2013, utilizando 50 (cinquenta) cães, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Stefano Carlo Fillipo Hagen, foi aprovado em reunião de 14/8/2013 e está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo.

We certify that the Research "Ultrasound measuring correlation with the liver volume measured by water displacement in dogs", protocol number 3082/2013, utilizing 50 (fifty) dogs, under the responsibility Prof. Dr. Stefano Carlo Fillipo Hagen, was approved in the meeting of day 8/14/2013 and agree with Ethical Principles in Animal Research adopted by Ethic Committee in the Use of Animals of the School of Veterinary Medicine and Animal Science of University of São Paulo.

São Paulo, 13 de abril de 2015.

Denise Tabacchi Fantoni  
Presidente

## FOLHA DE AVALIAÇÃO

Autor: PACHECO, Mariana Silva de Salles

Título: Correlação de medida ultrassonográfica com o volume hepático medido através do deslocamento de água em cães

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Clínica Cirúrgica da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### Banca Examinadora

Prof. Dr.: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Julgamento: \_\_\_\_\_

Prof. Dr.: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Julgamento: \_\_\_\_\_

Prof. Dr.: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Julgamento: \_\_\_\_\_

*“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original”*

(Albert Einstein)

## RESUMO

PACHECO, M. S. S. **Correlação de medida ultrassonográfica com o volume hepático medido através do deslocamento de água em cães.** [Correlation of ultrasound measurement with liver volume measured by water displacement in dogs]. 2015. 63 p. Dissertação (Mestre em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

O tamanho do fígado é um critério importante para o diagnóstico diferencial de cães com suspeita de doenças hepáticas, porém, há uma carência na literatura veterinária no que se refere à avaliação de seu volume, principalmente pelo ultrassom, que é considerado um excelente recurso para avaliação desse órgão. Para se obter uma maneira prática e de simples execução de se mensurar o volume hepático através da ultrassonografia, foram realizadas medidas externas (altura, largura e perímetro do tórax) e medidas ultrassonográficas lineares do fígado de 82 cadáveres de cães, de idades e raças variadas, por dois observadores. Essas medidas foram correlacionadas com o volume hepático determinado por deslocamento de água, através de regressões lineares. As equações obtidas por regressão linear foram:  $Volume\ hepático\ (ml) = 639 + 10\ \rho + 75\ medA - 55h - 23peri + 1,4h * peri$  ( $r^2$  ajustado = 0,81;  $p < 0,01$ ),  $Volume\ hepático\ (ml) = 822 + 14\ \rho + 59\ medE - 59h - 28peri + 1,7h * peri$  ( $r^2$  ajustado= 0,83;  $p < 0,01$ ), e  $Volume\ hepático\ (ml) = 30 + 0,3 * x$  ( $r^2 = 0,88$ ;  $p < 0,01$ ), onde  $peri$  = perímetro do tórax (cm);  $\rho$  = peso corporal (kg);  $medA$  = medida ultrassonográfica.A (cm), mensurada do início do parênquima hepático até o diafragma, tangenciando o colo da vesícula biliar;  $medE$ = medida ultrassonográfica.E (cm), mensurada na linha média, da borda caudal do fígado até o diafragma;  $h$  = altura do tórax (cm) e;  $x = h * largura\ do\ tórax * medA$ . A associação entre medidas ultrassonográficas hepáticas com o peso corpóreo, assim como com a altura e o perímetro torácicos permitiu boa correlação com o volume hepático. As medidas ultrassonográficas estabelecidas mostraram-se reprodutíveis por um mesmo observador ou observadores diferentes.

Palavras-chave: Fígado. *Canis familiaris*. Ultrassonografia. Regressão linear. Medidas.

## ABSTRACT

PACHECO, M. S. S. **Correlation of ultrasound measurement with liver volume measured by water displacement in dogs.** [Correlação de medida ultrassonográfica com o volume hepático medido através do deslocamento de água em cães]. 2015. 63 p. Dissertação (Mestre em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

The liver size is an important criterion for differential diagnosis of dogs with suspected liver disease, however, there is a lack in the veterinary literature regarding estimation of liver volume, especially by ultrasound, which is considered an excellent resource for evaluation of that organ. In order to obtain a practical and simple method of measuring liver volume by ultrasonography, external measures (height, width and girth of the chest) and linear ultrasound measures of the liver of 82 dog corpses of various ages and breeds were done by two observers. By linear regression these measures were correlated with liver volume, determined by water displacement. The equations obtained were: Hepatic volume (ml) =  $639 + 10 \rho + 75 \text{ medA} - 55h - 23\text{peri} + 1.4h * \text{peri}$  (adjusted  $r^2 = 0.81$ ;  $p < 0.01$ ), Hepatic volume (ml) =  $822 + 14 \rho + 59 \text{ medE} - 59h - 28\text{peri} + 1.7h * \text{peri}$  (adjusted  $r^2 = 0.83$ ;  $p < 0.01$ ), and Hepatic volume (ml) =  $30 + 0,3 * x$  (adjusted  $r^2 = 0,88$ ;  $p < 0,01$ ), where peri = perimeter of the chest (cm);  $\rho$  = body weight (kg); medA = ultrasonographic measurement A (cm), from the beginning of the hepatic parenchyma to the diaphragm tangent to the neck of the gallbladder; MedE= ultrasonographic measurement.E (cm), from the caudal border of the liver to the diaphragm, measured on the midline; h = height of the chest (cm) and;  $x = h * \text{width of the chest} * \text{medA}$ . The association of liver ultrasound measures with the weight, height and thoracic perimeter provided good ground for a correlation with the liver volume. The ultrasound measures proved to be reproducible inter as well as intra observer.

Keywords: Liver. *Canis familiaris*. Ultrasound. Linear regression. Measures.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 -	Diagnósticos diferenciais de alterações no volume hepático.....	15
Figura 1 -	Medidas externas na altura do xifóide .....	25
Figura 2 -	Medidas ultrassonográficas A e C.....	26
Figura 3 -	Medida ultrassonográfica E.....	27
Gráfico 1-	Correlação entre o volume hepático e altura do tórax.....	32
Gráfico 2 -	Correlação entre volume hepático e medida ultrassonográfica E.....	32
Gráfico 3 -	Correlação entre volume hepático e peso corpóreo.....	32
Gráfico 4 -	Correlação entre volume hepático e perímetro torácico.....	32
Gráfico 5-	Correlação entre volume hepático e medida ultrassonográfica A.....	32
Gráfico 6 -	Correlação entre volume hepático e a fórmula $MedA \cdot h \cdot l$ .....	32
Gráfico 7 -	Homogeneidade das variâncias dos resíduos da equação 1.....	34
Gráfico 8 -	Homogeneidade das variâncias dos resíduos da equação 2.....	34
Gráfico 9 -	Homogeneidade das variâncias dos resíduos da equação 3.....	34

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média, mediana, maior e menor valor de cada variável quantitativa estudada.....	30
Tabela 2 - Comparação inter-observador. Resultados do Teste t de Student.....	31
Tabela 3 - Resultados do One-Way ANOVA (valor de p) para comparação intra-observador.....	31

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

cm	centímetro
Fox P.	Fox Paulistinha
h	altura
h * peri	interação entre altura e perímetro
Hovet	Hospital Veterinário
Husky S.	Husky Siberiano
Kg	Kilograma
medA	medida ultrassonográfica "A"
medE	medida ultrassonográfica "E"
ml	milímetros
p	peso corporal (kg)
peri	perímetro
RM	Ressonância magnética
SRD	Sem raça definida
TC	Tomografia computadorizada
USP	Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
2	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	14
2.1	VISÃO GERAL DAS HEPATOPATIAS.....	14
2.2	ULTRASSONOGRAFIA HEPÁTICA.....	14
2.3	IMPORTÂNCIA DO TAMANHO HEPÁTICO.....	15
2.4	MEIOS DE AVALIAÇÃO DO TAMANHO HEPÁTICO.....	17
2.4.1	<b>Tomografia computadorizada e ressonância magnética</b> .....	17
2.4.2	<b>Radiografia</b> .....	19
2.4.3	<b>Ultrassonografia</b> .....	20
3	<b>OBJETIVOS</b> .....	23
3.1	OBJETIVO GERAL.....	23
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
4	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	24
4.1	ANIMAIS.....	24
4.2	MEDIDAS EXTERNAS.....	24
4.3	MEDIDAS ULTRASSONOGRÁFICAS.....	25
4.4	DETERMINAÇÃO DO VOLUME HEPÁTICO.....	27
4.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	28
4.6	BUSCA BIBLIOGRÁFICA.....	28

5	<b>RESULTADOS.....</b>	30
6	<b>DISCUSSÃO.....</b>	35
7	<b>CONCLUSÃO.....</b>	44
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	45
	<b>APÊNDICES.....</b>	52

## 1 INTRODUÇÃO

A grande capacidade de reserva e de regeneração do fígado dificulta o diagnóstico das afecções hepáticas (CENTER, 2004). Elevação nas enzimas hepáticas ou achados clínicos anormais podem não ocorrer até que 70% ou mais do fígado estejam comprometidos. Por outro lado, o tamanho hepático pode variar rapidamente já que 15% do volume hepático são constituídos por leitos vasculares (NYLAND; HAGER, 1985; GODSHALK et al., 1988; CENTER, 2004). Mesmo assim, o tamanho hepático é um critério importante para o diagnóstico diferencial de cães com suspeita de doenças hepáticas, sendo em algumas situações, um indicador de doenças específicas (WRIGLEY, 1985). Apesar da importância da volumetria do fígado, e de seu uso no monitoramento das afecções hepáticas, há uma carência na literatura veterinária no que se refere à avaliação do volume hepático. O ultrassom é considerado um excelente recurso para avaliação do fígado, já que por meio dele pode-se analisar o parênquima, as vias biliares e a vascularização hepática (NYLAND et al., 1981; BILLER et al., 1992), de maneira segura e não invasiva (NYLAND; HAGER; HERRING, 1989). Ele também pode ser utilizado para uma avaliação quantitativa. A ultrassonografia proporciona uma maneira acurada, rápida e sem riscos biológicos (BARR, 1992) de avaliação hepática, além disso, não exige sedação.

Atualmente a ultrassonografia é bem difundida e há uma grande disponibilidade de equipamentos ultrassonográficos nas clínicas e hospitais veterinários.

O presente estudo tem como objetivo desenvolver e avaliar um método quantitativo de mensuração do volume hepático através do ultrassom, que seja de fácil e rápida execução na rotina clínica. Para tal, foram realizadas medidas ultrassonográficas lineares do fígado de cães e correlacionadas através de regressões lineares com outros dados do animal, como o peso corpóreo e medidas externas (altura, largura e perímetro do tórax).

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 VISÃO GERAL DAS HEPATOPATIAS

O fígado possui grande capacidade de reserva e de regeneração, características essas que dificultam o diagnóstico das afecções hepáticas. Há necessidade de grande comprometimento deste órgão para que os valores da atividade sérica das enzimas hepáticas se alterem. Além disso, animais hepatopatas apresentam sintomatologia relativamente inespecífica (CENTER, 2004), o que torna necessário realizar exames auxiliares. Os exames de triagem recomendados para um animal com suspeita de doença hepatobiliar incluem hemograma completo, perfil bioquímico sérico, exame físico-químico da urina, análise fecal e ultrassonografia (NELSON; COUTO, 2010).

### 2.2 ULTRASSONOGRAFIA HEPÁTICA

Atualmente, o ultrassom é considerado na literatura veterinária uma das melhores maneiras de diagnóstico por imagem para se avaliar os órgãos abdominais, sendo o método de primeira escolha para a pesquisa de patologias hepáticas (KRESTIN; BRENNAN, 1992). Por meio dele, pode-se analisar a arquitetura interna do fígado, avaliar alterações nas dimensões, forma, contornos e bordos (NYLAND et al., 1981; BILLER et al., 1992) de maneira segura e não invasiva (NYLAND; HAGER; HERRING, 1989). As lesões hepáticas podem ser detectadas ultrassonograficamente como alterações no padrão do parênquima, mesmo antes de variações nos exames bioquímicos serem registradas (MAMPRIM, 2004). A técnica, além de diagnóstica, auxilia no estadiamento, no monitoramento da progressão da doença e na avaliação de possíveis complicações dos pacientes com tumores abdominais (BRAGG, 1985). Ainda, o exame ultrassonográfico é uma importante ferramenta auxiliar para obtenção de amostras citológicas ou histológicas (NYLAND et al., 2002).

### 2.3 IMPORTÂNCIA DO TAMANHO HEPÁTICO

O tamanho do fígado é um critério importante para o diagnóstico diferencial de cães com suspeita de doenças hepáticas, podendo ser um indicador prévio de doenças específicas nesse órgão (WRIGLEY, 1985). Sua dimensão pode variar rapidamente já que 15% do volume hepático são constituídos por leitos vasculares. Já o aumento da atividade sérica das enzimas hepáticas ou achados clínicos anormais podem não ocorrer até que 70% ou mais do fígado estejam afetados (NYLAND; HAGER, 1985; GODSHALK et al., 1988; CENTER, 2004). A hepatomegalia generalizada pode ser causada por amiloidose, congestão hepática, inflamação, neoplasias, cirrose nodular, hepatite aguda, diabetes mellitus, lipidose e hepatopatia esteroideal. Já a microhepatia pode ocorrer devido à fibrose, cirrose, hipovolemia severa e desvios/alterações vasculares (Quadro 1) (WRIGLEY, 1985; BILLER et al., 1992).

Quadro 1 - Diagnósticos diferenciais de alterações no volume hepático

<b>Hepatomegalia difusa</b>	<b>Microhepatia</b>
Hepatopatia esteroideal	Desvio portossistêmico congênito
Lipidose	Displasia microvascular ou hipoplasia primária da veia porta
Hepatite ou colangiohepatite	Cirrose
Congestão passiva	Fibrose
Neoplasia de células redondas: linfoma, histiocitose maligna e mastocitomas	Hipovolemia severa
Carcinoma hepatocelular massivo e metástases	
Amiloidose	

Fonte: (Adaptado de D'ANJOU, 2008).

Na medicina humana, o volume do fígado tem uma correlação significava com o prognóstico em doenças hepáticas como cirrose e falência hepática fulminante, tendo os fígados menores um pior prognóstico (SWKIYAMA et al., 1994). Além disso, a avaliação volumétrica pré-operatória do fígado é essencial em pacientes

que serão submetidos a transplante ou ressecção cirúrgica, visto que o tamanho e a qualidade fígado remanescente, podem determinar a ocorrência ou não de insuficiência hepática pós-cirúrgica (CIESLAK, et al., 2014; LIM et al., 2014).

Em cães, a mensuração do volume hepático com desvio portossistêmico congênito, através de exames de imagem, é considerada um fator prognóstico da função hepática e, ainda, um método não invasivo para avaliar a resposta à terapia (WASHIZU; KATAGI; WASHIZU, 2004; STIEGER et al., 2007).

Ademais, a determinação do tamanho hepático é importante para se realizar biópsias hepáticas. Um fígado muito pequeno pode ser de difícil abordagem, enquanto no aumentado por congestão, a biópsia pode ser contraindicada (ROTHUIZEN et al., 2006).

Um indicador quantitativo aproximado do tamanho hepático pode auxiliar o diagnóstico. No entanto, para o acompanhamento da evolução da doença durante o tratamento, é necessária uma mensuração mais precisa. A literatura é escassa no que se refere às medidas do fígado (ROCHA et al., 2003) e os métodos clínicos de avaliação do tamanho hepático - palpação e percussão - são subjetivos e imprecisos (CARR; DUNCAN, 1976; SULLIVAN; KRASNER; WILLIAMS, 1976; RAETH; JOHNSON; WILLIAMS, 1984).

A forma do fígado constitui um fator de dificuldade para a padronização de medidas, pois o órgão é irregular, com uma variação individual do formato (RYLANCE et al., 1982) e do tamanho, fazendo com que a distinção entre um fígado discretamente aumentado ou diminuído de um fígado normal seja altamente subjetiva e relativamente imprecisa (THRALL; ROBERTSON, 2011). Além disso, os animais imaturos possuem o fígado proporcionalmente maior que os adultos (RYLANCE et al., 1982; NELSON; COUTO, 2010), e existem diferenças devido às raças e conformação corporal. Nos cães com o tórax estreito e profundo, toda a imagem hepática pode estar contida no gradil costal. Naqueles com conformação torácica rasa e larga, o fígado pode estender-se levemente caudal ao arco costal. Ainda, na presença de efusão pleural ou outros fatores que promovam expansão do volume torácico, o fígado pode ser deslocado caudalmente, dando a impressão errônea de hepatomegalia (NELSON; COUTO, 2010).

Frente a esses fatos, a projeção da borda hepática caudalmente ao gradil costal, que é o método mais frequentemente utilizado na rotina veterinária, parece não constituir um parâmetro confiável para a estimativa do tamanho do fígado, assim

como demonstrado em humanos (ROCHA et al., 2003). Por isso, os exames de imagem associados à medidas alternativas ganham importância como técnicas auxiliares nesta avaliação.

## 2.4 MEIOS DE AVALIAÇÃO DO TAMANHO HEPÁTICO

Entre os métodos de imagem utilizados para avaliar o tamanho do fígado encontram-se o exame radiográfico, a ultrassonografia, a cintilografia nuclear, a tomografia computadorizada (TC) e a ressonância magnética (RM) (GODSHALK; TWARDOCK; KNELLER, 1989; DORAN et al., 2008; LOPES et al., 2011; CHOI et al., 2013). Outras técnicas radiológicas mais invasivas já foram utilizadas para avaliação do volume hepático, como injeções vasculares, pneumoperitoneografia, e peritoneografia com contraste positivo (GODSHALK et al., 1990). A multiplicidade de métodos de mensuração reflete a falta de uma técnica confiável, reprodutível e de simples execução (ROCHA et al., 2003).

### 2.4.1 Tomografia computadorizada e ressonância magnética

Atualmente, a TC e RM permitem uma mensuração não invasiva e acurada do volume hepático na medicina humana e também na veterinária (CARVALHO et al., 2009). Esses métodos possibilitam uma avaliação quantitativa do volume por reduzir o componente subjetivo, e assim, aumentam a reprodutibilidade interobservador (LOPES et al., 2011).

A TC é considerada a técnica de imagem padrão ouro para avaliação *in vivo* do volume hepático por ser um método acurado e rápido (LIM et al., 2014). Uma estimativa do volume hepático possui resultados mais acurados quando se usa imagens de TC que têm menor espessamento de corte (HORI et al., 2011).

Em cães, a TC tem sido utilizada para quantificar as variações de volume do fígado e perfusão hepática após a atenuação de desvio portossistêmico, e pode ser

útil como um marcador quantitativo de retorno à função normal do fígado (STIEGER et al., 2007; ZWINGENBERGER; SHOFER, 2007).

A volumetria hepática por TC pode ser calculada pelo traçado manual do contorno do fígado em cada corte, seguido pela soma do volume de todas as fatias. Entretanto, esse traçado manual em cada imagem é um processo que consome tempo e é operador dependente. Mais recentemente, foram introduzidas técnicas de volumetria automática e semiautomática, que se mostram mais eficientes e mais rápidas do que a forma manual. Porém, mais estudos podem ser necessários para avaliar a precisão de software comercialmente disponível para volumetria hepática (D'ONOFRIO et al., 2014).

A RM também oferece um meio preciso para se determinar o volume hepático *in vivo*, mas tem sido mais utilizada com propósitos diagnósticos em cães com desvio portossistêmico congênito, do que para mensuração do volume hepático (SEGUIN et al., 1999). A RM tem vantagem de melhor avaliar o parênquima e melhor delimitar as margens. Mas é um procedimento mais oneroso e a imagem pode ser comprometida por artefatos de moção (LIM et al., 2014).

Kummeling et al. (2010) avaliaram o crescimento do fígado após atenuação de desvio extra-hepático em cães através da mensuração do volume hepático por RM e TC. O volume hepático foi determinado pela soma das áreas de todas as fatias multiplicadas pela espessura de corte. Houve uma boa correlação das mensurações dos volumes por RM e TC, mas os volumes da RM foram significativamente maiores do que os volumes da TC. A diferença na espessura do corte (RM: 5mm e TC: 3mm), assim como o movimento respiratório durante os cortes do fígado na RM contribuem para uma menor acurácia da RM (KARLO et al., 2010). Em estudo realizado por Warmbrand (2004), a RM também superestimou o volume hepático (WARMBRAND, 2004).

Um método simplificado de medição, pelo qual se pode comparar de forma confiável o tamanho do fígado em estudos comparativos, sem grande consumo de tempo ou necessidade do uso de software pode ser útil na rotina (VERMA et al., 2010). Verma et al. (2010) validaram o uso de medidas lineares hepáticas através da RM ou o produto das medidas como métodos confiáveis e rápidos para estimar o tamanho do fígado.

Na medicina veterinária, a TC e RM são exames que requerem anestesia geral, têm alto custo, e ainda, têm sua disponibilidade limitada. Além disso, a TC expõe o paciente aos riscos da radiação ionizante (BARR, 1992).

#### **2.4.2 Radiografia**

A radiografia convencional é utilizada para avaliar as dimensões hepáticas em cães (NELSON; COUTO, 2010). No exame radiográfico pela projeção laterolateral, usa-se como referência o eixo gástrico, a extensão do fígado em relação ao gradil costal, e em casos de hepatomegalia, o arredondamento da margem hepática caudal.

O ideal é que o animal esteja com o trato gastrointestinal vazio durante o exame. Em cães saudáveis em decúbito lateral direito, o eixo gástrico é paralelo às costelas no 10º espaço intercostal, e a borda hepática caudoventral aparece nítida (NELSON; COUTO, 2010). Nos cães com o tórax estreito e profundo, toda a imagem hepática pode estar contida no gradil costal caudal. Naqueles com conformação torácica rasa e larga, o fígado pode estender-se levemente caudal ao arco costal. Já em cães com hepatomegalia generalizada o fígado se estende além do arco costal, o que causa deslocamento caudal do eixo gástrico e a borda hepática na projeção lateral pode parecer arredondada. O aumento de volume intratorácico associado, por exemplo, com inspiração profunda e efusão pleural grave pode resultar em deslocamento caudal do fígado, simulando hepatomegalia (NELSON; COUTO, 2010). O aumento de volume hepático focal é indicado por deslocamento de órgãos adjacentes ao lobo acometido.

A microhepatia é mais difícil de ser reconhecida. Alterações no ângulo do fundo gástrico na projeção lateral direita poderiam indicar imagem hepática pequena se o ângulo fosse mais vertical ou perpendicular à coluna, especialmente se parecer que o estômago está muito próximo ao diafragma (NELSON; COUTO, 2010). Entretanto, esses fatores podem ser afetados por condições não patológicas (por exemplo, idade, raça, volume do conteúdo gástrico e grau de inspiração) e, portanto, não podem ser usados como referência definitiva para avaliar o tamanho hepático (THRALL; ROBERTSON, 2011). Estudos recentes mostraram que a mensuração do

comprimento radiográfico do fígado, desde o diafragma até a borda ventral do fígado, tem alta correlação com seu volume real. Verificou-se que a medida é sensível a pequenas alterações no comprimento hepático, sendo ainda confiável visto que não é influenciada pela conformação torácica (VAN BREE; JACOBS; VANDEKERCKHOVE, 1989; LOPES et al., 2011).

Entretanto, a mensuração radiográfica pode ser prejudicada pela dificuldade em se visualizar a borda caudoventral do fígado, pela potencial fusão das silhuetas hepática e esplênica, ou pela pobre visualização do estômago (VAN BREE; SACKX, 1987). Além disso, expõe o animal aos riscos da radiação, e o exame radiográfico não permite a avaliação do parênquima hepático e trato biliar (BARR, 1992).

### **2.4.3 Ultrassonografia**

Para o uso rotineiro na clínica veterinária, o procedimento precisa proporcionar um indicador quantitativo do tamanho hepático de forma rápida e de simples execução (BARR, 1992). Nesse contexto, o exame ultrassonográfico se destaca como uma possível ferramenta para a avaliação do tamanho hepático por proporcionar uma maneira rápida, sem risco biológico e potencialmente acurada. Além disso, não exige sedação e trata-se de um método que permite o estudo do parênquima, das vias biliares e da vascularização, bem como de suas relações com estruturas adjacentes (ROCHA et al., 2002). Existe atualmente alta disponibilidade de equipamentos ultrassonográficos nas clínicas e hospitais veterinários em nosso mercado e o custo do exame é baixo.

O uso do ultrassom para mensuração hepática ainda é baseado na experiência do ultrassonografista, sendo o resultado sujeito à variação de interpretações (HOLMES et al., 1976). No geral, um aumento na distância entre o diafragma e o estômago, o deslocamento caudal e ventral do rim direito e a visualização das margens hepáticas arredondadas e ultrapassando o rebordo costal, caracterizam a hepatomegalia. Já a dificuldade de visualização do fígado, a menor distância entre o diafragma e o estômago, a diminuição da extensão do parênquima na porção ventral da cavidade abdominal, a evidência de margens hepáticas irregulares ou de nódulos regenerativos podem caracterizar uma redução do

tamanho hepático. Entretanto, há um desacordo acerca da utilidade e confiabilidade desses parâmetros e nenhum procedimento ecográfico quantitativo único conseguiu aceitação (NYLAND et al., 2002).

Diversas tentativas de mensurar o tamanho do fígado através da ultrassonografia foram feitas. Entretanto, muitos deles são demorados e impraticáveis na rotina já que envolvem uma série de cortes paralelos do órgão (CARR; DUNCAN, 1976; RYLANCE et al., 1982; RAETH; JOHNSON; WILLIAMS, 1984; HUGHES et al., 1996), ou ainda, são de pouco valor em prever o verdadeiro volume do fígado (RYLANCE et al., 1982; GODSHALK et al., 1988).

Em humanos, parâmetros anatômicos simples têm mostrado fornecer uma estimativa útil do tamanho do fígado pela ultrassonografia (GOSINK; LEYMASTER, 1981; RAETH; JOHNSON; WILLIAMS, 1984; ROCHA et al., 2003; DHINGRA et al., 2010). Estudos em cadáveres determinaram a confiabilidade da medição ecográfica do fígado no plano hemiclavicular direito como um indicador de tamanho do fígado (VERMA et al., 2010).

Rocha et al. (2003) realizaram estudo em 32 crianças com o objetivo de padronizar um método ultrassonográfico de biometria hepática infantil. As medidas do fígado foram estabelecidas relacionando linhas de orientação externas a reparos anatômicos intra-abdominais, extra e intra-hepáticos, e concluíram que há direta e alta correlação entre as medidas realizadas para a avaliação do tamanho do fígado.

Urata et al. (1995) desenvolveram uma fórmula matemática para a estimativa do volume total do fígado na população asiática, com base na constatação de que, em adultos sem doença hepática crônica, o volume do fígado está correlacionado linearmente com o tamanho e peso do corpo ( $r^2 = 0.969$ ;  $P < 0.0001$ ). Já Vauthey et al. (2002) introduziram um método modificado de estimativa do volume total do fígado com base nas características do paciente ocidental considerando área de superfície corporal (Volume =  $-794,41 + 1.267,28 \times$  área de superfície corporal;  $r^2=0,46$ ;  $p<0,0001$ ) e outro considerando o peso do paciente (Volume =  $191,80 + 18,51 \times$  peso;  $r^2=0,49$ ;  $p<0,0001$ ).

Kirkwood (1985) confirmou que as dimensões lineares e de massa dos órgãos internos de cães são relacionáveis ao peso corporal, sendo possível correlacionar as medições lineares e volumétricas obtidas ultrassonograficamente com o peso corporal. Barr (1992) demonstrou uma significativa correlação estatística entre a medida ultrassonográfica e o peso do fígado na necropsia, através da mensuração

linear desde a ponta dos lobos hepáticos ventrais, na linha média, até o diafragma, usando tanto o plano de corte transversal como o longitudinal.

Assim como estudos em humanos desenvolveram maneiras práticas e de alta correlação para estimativa do tamanho hepático através da ultrassonografia, faltam estudos na medicina veterinária para se conseguir uma fórmula adequada e mais precisa de se mensurar o volume hepático, por meio de uma técnica de fácil execução.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Esse estudo teve como objetivo geral desenvolver uma maneira prática e simples de se mensurar o volume hepático em cães, através da correlação por análise de regressão linear de medidas corporais externas e ultrassonográficas do fígado.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Testar a reprodutibilidade intra e inter-observador das mensurações ultrassonográficas realizadas.
- Avaliar se a medida ultrassonográfica hepática linear associada à conformação torácica externa fornece correlação com o volume hepático.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

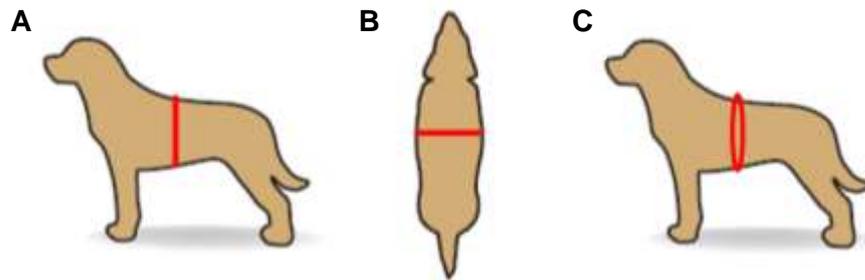
### 4.1 ANIMAIS

Para o estudo foram selecionados cães oriundos do Hospital Veterinário da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (FMVZ-USP) que vieram a óbito por causas naturais ou eutanásia por indicação clínica do médico veterinário responsável. A seleção se baseou nos seguintes critérios de inclusão: machos ou fêmeas, de qualquer porte e idade, recém-mortos ou refrigerados em câmara fria por no máximo dois dias. Como a proposta desse trabalho foi correlacionar o volume hepático a uma medida ultrassonográfica, além dos fígados com aspecto normal pelo ultrassom, os órgãos com alteração difusa generalizada na ecotextura ou na ecogenicidade foram incluídos. Foram utilizados como critérios de exclusão: animais mantidos na câmara fria por mais de dois dias; cães com ascite, exceto aqueles em que a quantidade de líquido livre era discreta e não separava os lobos hepáticos; animais com alterações hepáticas que mudassem o formato do órgão, como a presença de massa; ou fígados de difícil avaliação, sendo esta geralmente causada pelo excesso de gás no trato gastrointestinal. Avaliou-se ao todo 82 cães.

### 4.2 MEDIDAS EXTERNAS

Cada animal foi pesado e em seguida foi mensurada a altura e largura do tórax com um paquímetro graduado em centímetros, e o perímetro do tórax com uma fita métrica graduada em centímetros. Estas três medidas externas foram realizadas na altura do xifóide (Figura 1).

Figura 1 – Medidas externas na altura do xifóide.



Fonte: (Adaptado de WALTHAM, 2010).

Legenda: A) Altura do tórax. B) Largura do tórax. C) Perímetro do tórax.

#### 4.3 MEDIDAS ULTRASSONOGRÁFICAS

Os animais foram posicionados em decúbito dorsal e tricotomizados desde o xifóide até a região inguinal, estendendo-se lateralmente alguns centímetros para ambos os lados da linha média. Em seguida, aplicou-se gel acústico (Ultra-gel Ultra; MultiGel) para a avaliação ultrassonográfica da cavidade abdominal, com ênfase no fígado, a fim de se avaliar os critérios de inclusão e exclusão, e mensurar as medidas lineares hepáticas.

A avaliação ultrassonográfica foi realizada em modo-B, com um equipamento SonoScape® modelo A6V. O fígado foi avaliado por sonda convexa, com frequência variada de 3 a 8MHz, ou sonda linear, com frequência variada de 5 a 11MHz em animais menores. O importante na visualização ultrassonográfica era obter imagens no corte longitudinal que permitissem a visualização simultânea do diafragma e da borda ventral do fígado.

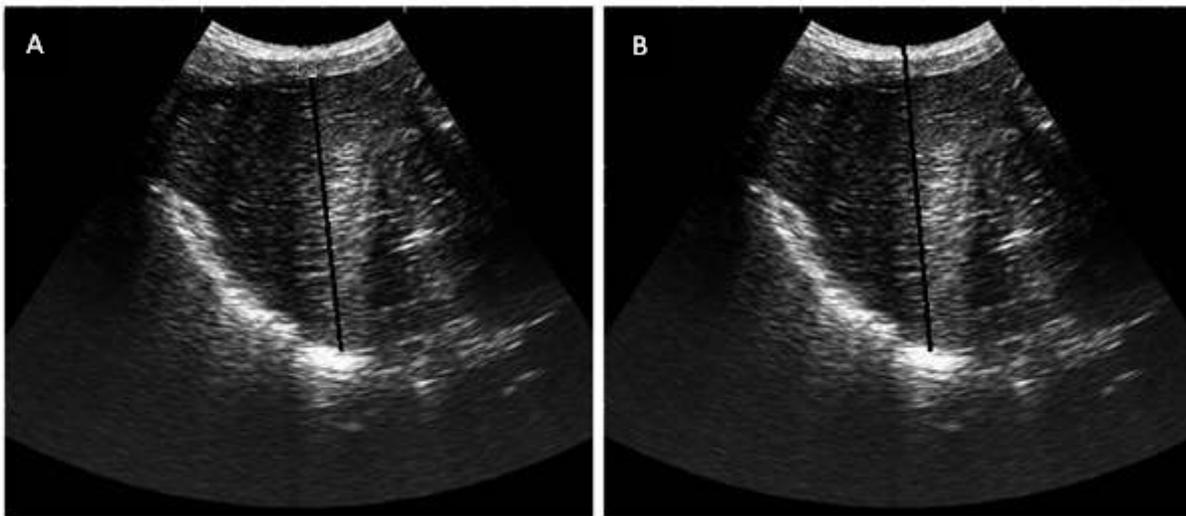
De cada animal foram realizadas quatro medidas ultrassonográficas lineares do fígado, conforme descrito abaixo:

- Medidas ultrassonográficas tangentes à vesícula biliar (A e B): foram realizadas duas medidas no corte longitudinal do fígado, com o transdutor posicionado imediatamente caudal ao xifóide, e angulado cranialmente a aproximadamente 45° e lateralmente à esquerda, até que se observasse o parênquima hepático, o diafragma e a vesícula biliar. Em seguida, o transdutor foi

rotacionado lateralmente para a direita até que a imagem formada fosse tangencial ao colo da vesícula biliar. Os tamanhos considerados foram desde o início do parênquima hepático até o ponto mais distante do diafragma (medida A – Figura 2A) e da superfície da pele até o ponto mais distante do diafragma (medida B), sendo as duas perpendiculares ao transdutor.

- Medidas ultrassonográficas na linha média (C e D): foram realizadas duas medidas no corte longitudinal do fígado, com o transdutor posicionado imediatamente caudal ao xifóide, e angulado cranialmente a aproximadamente 45°, de forma que se observasse o parênquima hepático e o diafragma na linha média. Os tamanhos considerados foram do início do parênquima hepático até o ponto mais distante do diafragma (medida C – Figura 2B) e da superfície da pele até o ponto mais distante do diafragma (medida D), sendo as duas perpendiculares ao transdutor.

Figura 2 – Medidas ultrassonográficas A e C



Fonte: Pacheco, M. S. S. (2015).

Legenda: A) Medida ultrassonográfica desde o início do parênquima hepático até o ponto mais distante do diafragma – Medida A. B) Medida ultrassonográfica desde a superfície da pele até o ponto mais distante do diafragma – Medida C.

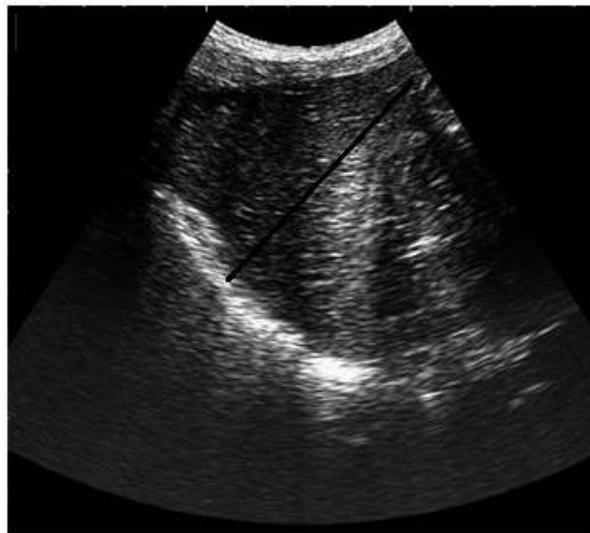
Sempre que possível, essas quatro medidas (A, B, C e D) foram realizadas por dois médicos veterinários experientes na ultrassonografia e com conhecimento e

treinamento do método descrito, sendo que cada um realizou três vezes cada medida.

- Medida E: foi realizada uma medida no corte longitudinal, com o transdutor posicionado imediatamente caudal ao xifóide, e angulado cranialmente a aproximadamente 45°, de forma que se observasse o parênquima hepático e o diafragma na linha média. O transdutor foi então movido caudalmente, mas se mantendo na linha média, até que a extremidade caudal do fígado fosse atingida. A medida foi efetuada da borda caudoventral do fígado até o ponto mais distante do diafragma (Figura 3).

Essas medidas foram repetidas três vezes em cada cão, por um observador.

Figura 3 – Medida ultrassonográfica E



Fonte: Pacheco, M. S. S. (2015).

Legenda: Medida ultrassonográfica desde a borda caudoventral do fígado até o ponto mais distante do diafragma – Medida E

#### 4.4 DETERMINAÇÃO DO VOLUME HEPÁTICO

Após a finalização das medidas ultrassonográficas, foi realizada a laparotomia dos animais através de incisão na linha média com o auxílio de bisturi e tesouras para a remoção do fígado. A vesícula biliar foi esvaziada e os tecidos aderidos ao

órgão foram retirados, e os vasos não foram ligados. O órgão foi então imerso em um béquer com água, graduado em milímetros, para determinação do volume hepático através do deslocamento de água (Lei de Arquimedes), considerado o padrão ouro para a mensuração de volume. O volume hepático foi correspondente ao volume de água após a imersão do órgão menos o volume de água inicial.

#### 4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi realizada a estatística descritiva de todos os dados qualitativos e quantitativos coletados. Realizou-se o Teste de Shapiro-Wilk para verificar se os dados quantitativos (peso, idade, medidas externas e medidas ultrassonográficas) apresentavam aderência à curva de distribuição normal ( $p > 0,05$ ).

Foi utilizado o Teste t de Student para comparação entre os valores das medições dos dois observadores (reprodutibilidade inter-observador), e foi utilizado o One-way ANOVA para a comparação entre as três medidas do mesmo observador (reprodutibilidade intra-observador), sendo considerados iguais quando valor de  $p > 0,05$ .

A relação entre o volume do fígado e as medidas ultrassonográficas foram verificadas por equações de regressão linear múltiplas. A partir dos dados coletados nas amostras, parâmetros de regressão linear foram obtidos para prever o volume hepático dos cães seguindo os pressupostos de homoscedasticidade dos resíduos e valor de  $p < 0,05$ . As análises foram realizadas utilizando o software R Core Team (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013).

#### 4.6 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Foram utilizadas as bases de dados PubMed, Sistema Integrado de Bibliotecas da USP, Scielo e Google Acadêmico para a busca de referências bibliográficas, usando-se os seguintes termos: “hepatic volume”, “hepatic volume

dogs”, “ultrasound hepatic volume”, “liver size dogs”, “tamanho hepático”, “tamanho hepático ultrassom”, “tamanho hepático cães”, “volume hepático”, “volume hepático cães”.

## 5 RESULTADOS

A amostra populacional dos animais estudados consistiu em 82 cães de diferentes raças e idades, e de ambos os sexos. As raças encontradas foram Poodle (n=15), Cocker (n=5), Pinscher (n=5), Dachshund (n=4), Labrador (n=2), Fox Paulistinha (n=1), Husky Siberiano (n=1), Rottweiler (n=1) e Shih Tzu (n=1), 39 animais eram sem raça definida (SRD), e de 8 animais não havia essa informação. Do total, 38 eram fêmeas, 33 eram machos e 11 animais não tinham registro do sexo. O peso dos cães variou entre 1,4kg e 70kg (média: 10,2kg). A idade variou de 0,25 a 20 anos (média: 9,98 anos). A estatística descritiva das variáveis quantitativas (Apêndices A à D) estudadas está discriminada na tabela abaixo (Tabela 1):

Tabela 1 – Média, mediana, maior e menor valor de cada variável quantitativa estudada

	<b>Média (Mediana)</b>	<b>Mínimo-Máximo</b>
Peso (kg)	10,2 (7,8)	1,4 – 70
Idade (anos)	9,98 (11)	0,25 – 20
Perímetro (cm)	49 (47)	27,5 – 91
Altura (cm)	15,25 (14,6)	8 – 29
Largura (cm)	12,6 (12)	5,5 – 21,5
Volume (ml)	446,4 (362,4)	30 – 2500
Medida A (cm)	8,37 (7,97)	4,08 – 16,4
Medida B (cm)	7,47 (7,27)	3,48 – 15,18
Medida C (cm)	8,27 (7,97)	3,96 – 16,85
Medida D (cm)	7,33 (7,05)	3,09 – 15,74
Medida E (cm)	7,51 (7,62)	2,97 – 12,71

Fonte: Pacheco, M. S. S. (2015).

Todas as medidas ultrassonográficas (A, B, C, D e E) foram repetidas três vezes em todos os animais, por um observador. Em 23 animais, as medidas ultrassonográficas A, B, C e D também foram repetidas por outro observador.

O estudo da reprodutibilidade e repetibilidade mostrou não haver diferença estatística entre nenhuma das medidas realizadas (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2 - Comparação inter-observador. Resultados do Teste t de Student

	<b>Valor de <math>p</math></b>
Medida A	0,21
Medida B	0,15
Medida C	0,5
Medida D	0,29

Fonte: Pacheco, M. S. S. (2015).

Tabela 3 - Resultados do One-Way ANOVA (valor de  $p$ ), para comparação intra-observador

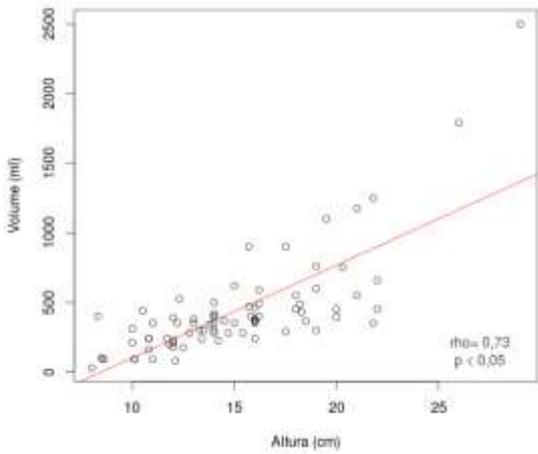
	<b>Observador 1</b>	<b>Observador 2</b>
	<b>Valor de <math>p</math></b>	<b>Valor de <math>p</math></b>
Medida A	0,94	0,97
Medida B	1	0,96
Medida C	0,98	0,98
Medida D	0,99	1

Fonte: Pacheco, M. S. S. (2015).

Em relação ao estudo de regressão linear, as variáveis foram testadas de diferentes maneiras para se chegar ao melhor ajuste que atendesse aos pressupostos da regressão linear e que apresentasse real significado estatístico e biológico (Gráficos 1-6). Assim, foram escolhidas as variáveis 'peso', 'medida ultrassonográfica A', 'medida ultrassonográfica E', a interação entre 'altura' e 'perímetro', e a interação entre 'altura', 'largura' e 'medida ultrassonográfica A' para compor as regressões lineares.

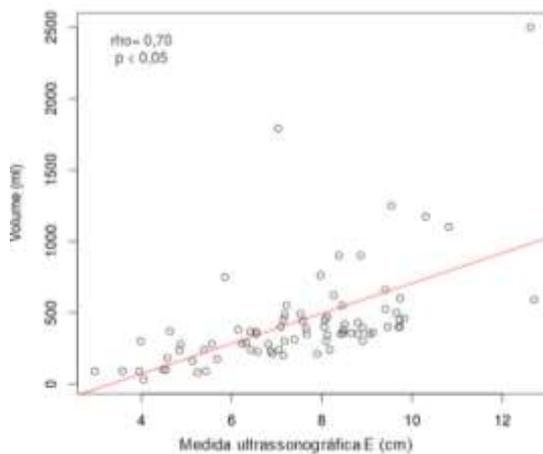
A retirada de 3 observações (animais 28, 41 e 58 – Apêndice A) foi necessária para que as equações apresentassem variância homogênea dos resíduos, sendo esse um dos pressupostos da regressão linear.

Gráfico 1 – Correlação entre o volume hepático e altura do tórax



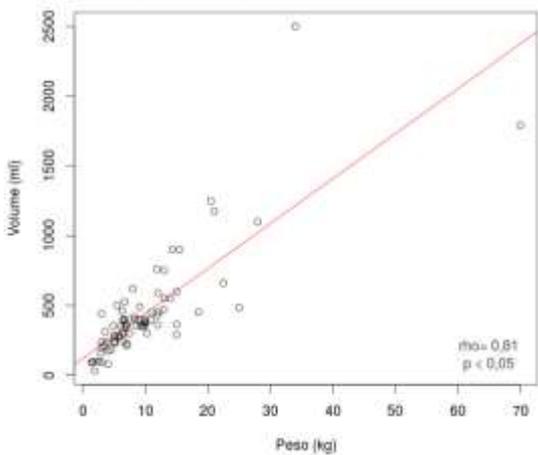
Fonte: Pacheco, M. S. S. (2015).

Gráfico 2 – Correlação entre volume hepático e medida ultrassonográfica E



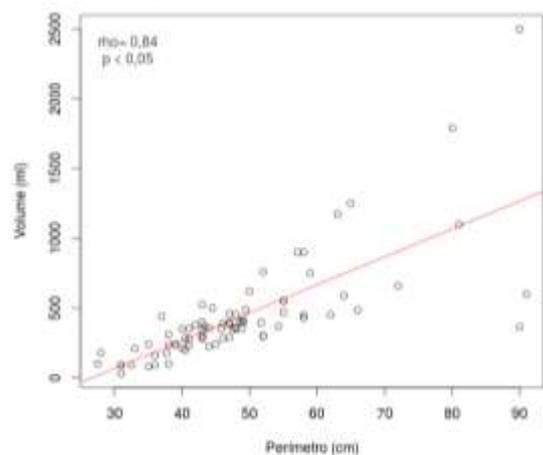
Fonte: Pacheco, M. S. S. (2015).

Gráfico 3 – Correlação entre volume hepático e peso corpóreo



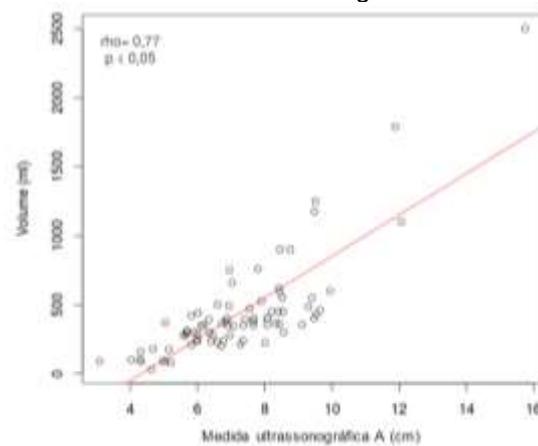
Fonte: Pacheco, M. S. S. (2015).

Gráfico 4 – Correlação entre volume hepático e perímetro torácico



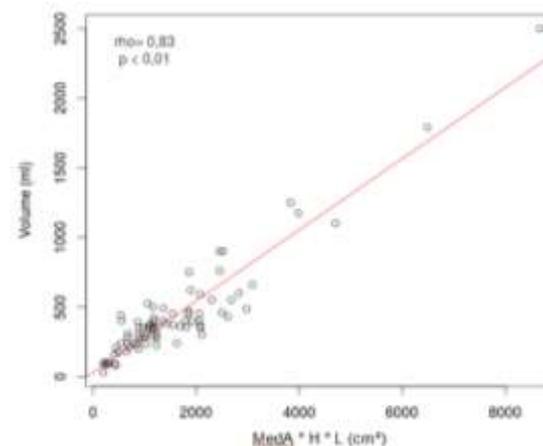
Fonte: Pacheco, M. S. S. (2015).

Gráfico 5 – Correlação entre volume hepático e medida ultrassonográfica A



Fonte: Pacheco, M. S. S. (2015).

Gráfico 6 – Correlação entre volume hepático e a fórmula MedA \* h \* l



Fonte: Pacheco, M. S. S. (2015).

Abaixo estão discriminadas as três equações que, em concordância com os critérios e objetivos pré-estabelecidos, melhor correlacionaram o volume hepático com as medidas externas e ultrassonográficas:

*\* Equação 1 - medida ultrassonográfica "A":*

$$\text{Volume hepático (ml)} = 639 + 10 \rho + 75 \text{ medA} - 55h - 23\text{peri} + 1,4h * \text{peri}$$

$r^2$  ajustado = 0,81

$p < 0,01$

Distribuição normal de resíduos ( $p = 0,15$ ) (Gráfico 7).

*\* Equação 2 - medida ultrassonográfica "E":*

$$\text{Volume hepático (ml)} = 822 + 14 \rho + 59 \text{ medE} - 59h - 28\text{peri} + 1,7h * \text{peri}$$

$r^2$  ajustado = 0,83

$p < 0,01$

Distribuição normal de resíduos ( $p = 0,08$ ) (Gráfico 8).

*\* Equação 3 - medida ultrassonográfica "A":*

$$\text{Volume hepático (ml)} = 30 + 0,3 * x$$

$r^2 = 0,88$

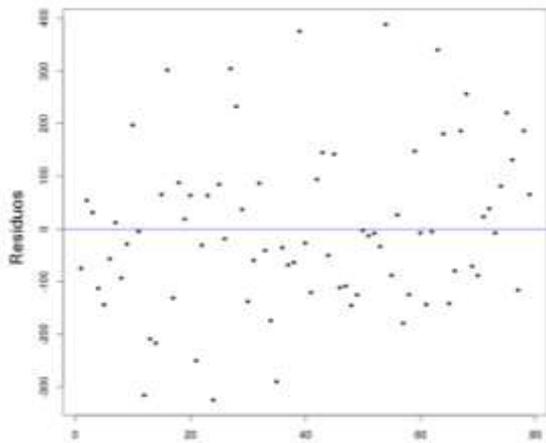
$p < 0,01$

Distribuição normal de resíduos ( $p = 0,08$ ) (Gráfico 9).

Onde:

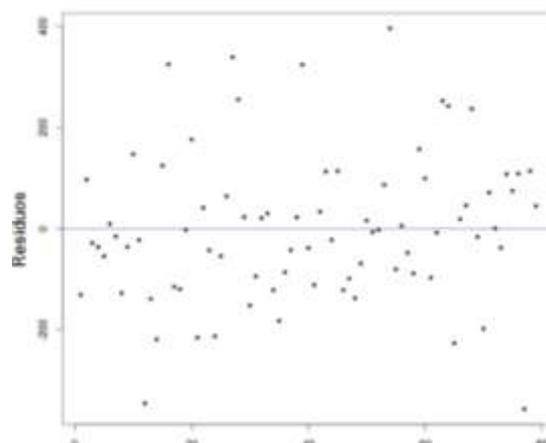
- $\rho$  = peso corporal (kg)
- medA = medida ultrassonográfica "A" (cm)
- medE = medida ultrassonográfica "E" (cm)
- h = altura do tórax (cm)
- peri = perímetro do tórax (cm)
- h \* peri = interação entre altura (cm) e perímetro (cm)
- l = largura do tórax (cm)
- x = medA \* h \* l

Gráfico 7 - Homogeneidade das variâncias dos resíduos da equação 1



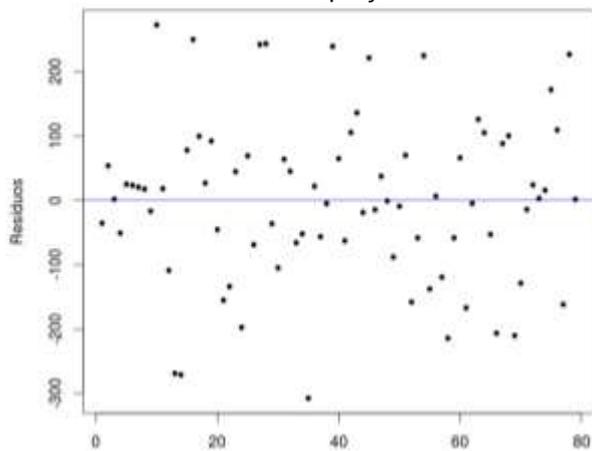
Fonte: Pacheco, M. S. S. (2015).

Gráfico 8 – Homogeneidade das variâncias dos resíduos da equação 2



Fonte: Pacheco, M. S. S. (2015).

Gráfico 9 - Homogeneidade das variâncias dos resíduos da equação 3



Fonte: Pacheco, M. S. S. (2015).

## 6 DISCUSSÃO

A alteração do volume hepático pode, em alguns casos, anteceder alterações clínicas, ultrassonográficas e radiográficas, tornando-se um parâmetro importante no diagnóstico. A posição da borda caudoventral do fígado em relação ao arco costal é o método mais comumente usado para avaliar o tamanho do fígado em cães (WRIGLEY, 1985). Entretanto, essa posição é influenciada pela conformação do diafragma, que por sua vez, varia de acordo a conformação torácica do animal: cães com tórax profundo têm um íngreme declive diafragmático, e podem conter toda a imagem hepática no gradil costal e em cães com tórax largo, o fígado pode se estender caudalmente ao arco costal (GRANDAGE, 1974; WRIGLEY, 1985).

O tamanho hepático pode ser medido através de várias técnicas, como a radiografia, cintilografia, TC, RM e a ultrassonografia (SILVA; SIQUEIRA, 2009). Entretanto, a multiplicidade de métodos de mensuração reflete em parte a falta de uma técnica confiável, reprodutível e de simples execução (ROCHA et al., 2003). Dentre esses métodos de imagem, a ultrassonografia possibilita a avaliação do parênquima hepático e vias biliares, de forma não invasiva, isenta de risco, fácil execução, além de ser um meio largamente disponível e de baixo custo (ROCHA et al., 2003; SILVA; SIQUEIRA, 2009).

Esse estudo desenvolveu três fórmulas matemáticas através de correlação por análise de regressão linear para estimativa do volume hepático em cães. Além de medidas ultrassonográficas hepáticas, foram realizadas medidas externas do tórax com o objetivo de minimizar a influência da conformação torácica. Em consequência à metodologia estatística, três animais foram excluídos da regressão linear para o desenvolvimento das equações. À análise dos dados, observou-se que esses três animais destoavam de forma extrema dos demais, estando fora do padrão em algum aspecto. O animal 28 tinha o perímetro torácico muito maior que os demais, provavelmente por ser obeso; o animal 41 tinha o volume hepático muito grande em relação ao seu peso corpóreo; e o animal 58 tinha o volume hepático menor em relação ao seu peso corpóreo (Apêndice A). As três equações foram realizadas com os dados dos três *outliers* com o objetivo de melhor explorá-los (Apêndice E). Esses animais fazem parte da parcela de pacientes em que o modelo

matemático não estima de forma correta o volume hepático e não foi possível estabelecer a causa do desvio da fórmula nesses casos particulares.

Apesar das equações serem extensas, especialmente a 1 e a 2, um maior número de variáveis nas fórmulas tende a melhorar o ajuste, ou seja, a previsibilidade das equações (equação 1:  $r^2$  ajustado = 0,81, equação 2:  $r^2$  ajustado = 0,83;  $p < 0,01$  e equação 3:  $r^2 = 0,88$ ;  $p < 0,01$ ). Por outro lado, as medidas ultrassonográficas foram de fácil e rápida aquisição, confirmando o descrito no trabalho de Barr (1992). Atualmente, os recursos informáticos disponíveis facilitam o uso das equações, mesmo que à primeira vista pareçam de difícil utilização, permitindo a incorporação de cálculos complexos no exame de rotina. Dentre as três fórmulas obtidas, a 3, além de fornecer uma maior correlação com o volume hepático, é mais fácil de ser utilizada. Nota-se que a principal diferença entre as equações 1 e 2, e a equação 3, é o fato de a variável 'peso' não estar presente na 3. Essa variável é um parâmetro que pode causar confusão, visto que animais de portes similares podem ter pesos muito diferentes dependendo da condição corporal de cada um. Ainda, ao se observar os três animais outliers, conclui-se que o peso foi o motivo da retirada da análise estatística. Assim, apesar de mais variáveis produzirem uma melhor correlação, tirando-se essa variável da equação, a correlação aumentou.

Em humanos, fórmulas matemáticas para estimar o volume hepático têm sido estabelecidas em diferentes grupos étnicos, usando análise de regressão linear (URATA et al., 1995; VAUTHEY et al., 2002). Segundo Yu et al. (2004), um modelo não-linear é mais desejável do que um modelo linear simples para melhor ajustar dados do volume hepático para jovens e adultos, visto que a relação *volume hepático/peso corpóreo* diminuiu juntamente com a idade em jovens, mas é estável em adultos. Na amostra avaliada, encontram-se apenas quatro animais imaturos, com 03, 04, 05 e 07 meses de idade, sendo que a regressão linear forneceu uma correlação satisfatória. No entanto, deve-se atentar ao fato do comportamento não linear do crescimento do fígado em animais jovens em desenvolvimento. É provável que futuros ajustes para animais em crescimento sejam necessários.

Os estudos realizados em seres humanos analisam grupos maiores e mais homogêneos, visto que a variação dentro da espécie é menor se comparada com a espécie canina. Esse trabalho utilizou uma amostra de conveniência, em que foram analisados animais oriundos do Hospital Veterinário da FMVZ/USP e que vieram a

óbito por diferentes doenças. Os cães avaliados eram de variadas raças, portes e idades, dificultando a interpretação dos resultados.

Quanto à análise da variabilidade intra e inter-observador, não houve diferença estatística entre as mensurações obtidas pelo mesmo observador e nem entre os dois observadores, indicando uma boa reprodutibilidade e repetibilidade de todos os parâmetros avaliados. O uso de pontos de referência intra-hepáticos específicos, como a imagem tangencial ao colo da vesícula biliar e a medida da borda caudoventral do fígado até o ponto mais distante do diafragma, torna as mensurações mais objetivas, minimizando a variação intra e inter-observador. Comparativamente, em crianças, estão bem estabelecidos métodos para determinação de medidas hepáticas (DITTRICH et al., 1983; DHINGRA, et al., 2010) e, a correlação de linhas de orientação externas a reparos anatômicos ultrassonográficos extra e intra-hepáticos, definem de modo mais preciso o plano de corte para aferição das medidas, minimizando o fator operador-dependência (ROCHA et al., 2003).

Um dos motivos de exclusão de animais nesse estudo foi a distensão do estômago, pois a presença de ingesta ou conteúdo gasoso podem se sobrepor ao fígado, possibilitando apenas uma visualização parcial do órgão (NYLAND et al., 2002; D'ANJOU, 2008). Assim, da mesma forma que na radiografia convencional estipula-se o trato gastrointestinal vazio para avaliação do tamanho da silhueta hepática (NELSON; COUTO, 2010), a aquisição das medidas propostas deve ser realizada com o animal em jejum, o que é uma recomendação usual para exames de ultrassonografia abdominal.

Em relação aos cortes, a aquisição simultânea da imagem do diafragma e a borda ventrocaudal do fígado foi difícil em alguns cães, especialmente em animais que tinham aumento hepático muito importante. As medidas não foram realizadas em animais com moderada ou acentuada ascite já que o líquido entre os lobos pode causar um falso aumento do volume.

Houve boa correlação entre o volume hepático e todas as variáveis estudadas. O peso corpóreo teve alta correlação com o volume hepático ( $p=0,81$ ;  $p<0,05$ ), dados que corroboram com os achados de Van Bree et al. (1989); Godshalk et al. (1990) e Lopes et al. (2011). Mesmo com essa boa correlação, quando excluído do cálculo de volume, a fórmula se tornou mais precisa. No presente estudo, a variável que teve maior correlação foi o perímetro torácico

( $\rho=0,84$ ;  $p<0,05$ ) e a que teve a menor correlação foi a medida ultrassonográfica E ( $\rho=0,7$ ;  $p<0,05$ ). De qualquer forma, a medida ultrassonográfica A foi a que forneceu a equação com o maior valor de  $r^2$ , quando correlacionada com a altura e largura torácicas. Das fórmulas que incluem o peso corpóreo, a medida ultrassonográfica E correlacionou melhor com o volume. Aparentemente a medida ultrassonográfica E corrige a fórmula que inclui a variável 'peso'. Por medir o fígado desde sua borda caudal até o diafragma, é uma medida que corresponde ao comprimento do fígado, enquanto a medida A mede um segmento que se aproxima da altura e não envolve pontos extremos, representando uma medida aproximada do preenchimento da cavidade pelo órgão, sendo aparentemente menos influenciada pela quantidade de gordura.

Godshalk et al. (1988) correlacionaram o peso do fígado com o seu volume, mensurado por deslocamento de água, e acharam uma correlação perfeita entre esses dois parâmetros ( $r=1,0$ ,  $p<0,0001$ ). Essa alta correlação mostra que ambos os parâmetros podem ser usados de forma equivalente para correlação com medidas ultrassonográficas e externas.

Van Bree, Jacobs e Vandekerckhove (1989) desenvolveram uma medida do tamanho hepático de cães pela radiografia de fácil execução e sensível a pequenas alterações no volume. A equação de regressão adquirida em seu trabalho foi  $\text{Volume} = 11,62 + 0,154 (\text{comprimento hepático} \times \text{profundidade torácica} \times \text{largura torácica})$ , com  $r=0,933$  e  $p < 0,000001$ . O comprimento hepático e a profundidade torácica foram mensurados na radiografia abdominal na projeção laterolateral e a largura torácica foi medida no próprio cão. O comprimento hepático foi obtido da extremidade mais cranial do diafragma, junto à inserção da veia cava, até a extremidade caudoventral do fígado. Apesar de essa medida ser obtida pela radiografia, seus pontos de referência se assemelham ao eixo utilizado no presente estudo para a medida ultrassonográfica E, sendo a radiografia uma imagem somativa, ela não ilustra os pontos extremos, podendo ocorrer algo semelhante ao descrito para a medida A. A fórmula de Van Bree, Jacobs e Vandekerckhove (1989) utiliza dimensões do tórax do cão, com o objetivo de considerar a influência da conformação torácica dos cães na determinação do volume hepático. Portanto, em ambas as pesquisas, a variação da conformação do tórax é tratada de forma similar. Van Bree, Jacobs e Vandekerckhove (1989) não citaram a variação de peso e raças de cães que utilizaram e assim, não é possível saber se a variação encontrada em

sua amostra foi grande como a desse estudo. A correlação com o volume hepático foi alta no presente estudo ( $r^2_{ajustado}=0,81$  e  $0,83$  e  $r^2 = 0,88$   $p<0,01$ ), como no de Van Bree, Jacobs e Vandekerckhove (1989) não sendo possível uma comparação direta pela indisponibilidade dos dados brutos e por tratamento estatístico diferente, pois eles exprimem os dados em  $r = 0,933$ . Entretanto, para possibilitar um confronto entre os trabalhos, os valores de  $r^2$  obtidos foram aproximados para  $r = 0,90$  (equação 1),  $0,911$  (equação 2) e  $0,938$  (equação 3), mostrando que os valores são próximos e ambos os trabalhos fornecem alta correlação com o volume hepático, porém o presente estudo tem a vantagem de utilizar o ultrassom para mensurar o fígado. Além disso, a equação 3, que é a que possui um  $r^2$  maior, assemelha-se estruturalmente com a fórmula obtida por Van Bree.

Trabalhos futuros para determinação do volume hepático em cada raça devem ser considerados para que falsos diagnósticos de microhepatia ou hepatomegalia sejam evitados. Choi et al. (2013) descreveram tamanho hepático de cães da raça pequinês clinicamente saudáveis através de radiografia e compararam com cães de outras raças e com pequineses com doenças hepáticas. Eles mediram o comprimento hepático através da fórmula desenvolvida por Van Bree, Jacobs e Vandekerckhove (1989) e concluíram que critérios radiográficos padronizados para avaliar tamanho hepático em cães podem não ser válidos para pequinês. O volume do fígado por peso corpóreo em pequineses normais foi significativamente menor do que as demais raças. Portanto, a determinação do volume hepático não deve ser generalizada, e trabalhos de raças específicas devem ser desenvolvidos para que se aumente a precisão e eficiência das medidas.

No estudo de Godshalk et al. (1988) os autores relatam que a ultrassonografia não foi útil na medição do volume do fígado em cães. Este estudo foi limitado a 16 cães, houve um atraso de 24-48 horas entre a ultrassonografia e a medição do peso do fígado e correlacionou apenas o peso do fígado com o peso do animal, não se preocupando com a conformação torácica dos cães. A metodologia consistiu em fazer cortes sagitais do fígado com um cm de intervalo no animal em decúbito dorsal, desde a linha média, para cada um dos lados, até que as margens laterais do fígado fossem alcançadas. A única medida obtida por Godshalk et al. (1988) que teve correlação estatística com o peso do fígado foi a medida 3cm à esquerda da linha média ( $r=0,51$ ;  $p<0,05$ ). Essa se assemelha à medida ultrassonográfica A, do estudo em questão, em termos de topografia hepática, visto que a vesícula biliar se

localiza entre o lobo quadrado e o medial direito. Entretanto, a correlação encontrada no estudo atual foi maior, provavelmente pelo fato de se ter usado parâmetros anatômicos intra-abdominais para a mensuração. Já a medida de Godshalk et al. (1988) limitou-se a mensuração dos centímetros a partir da linha média, ainda que sua amostra tenha variado de 7,7 a 29kg, desconsiderando portanto a conformação e o tamanho dos animais.

Já Barr (1992) demonstrou uma significativa correlação entre a medida ultrassonográfica e o peso do fígado na necropsia através de análise de regressão linear, representada pela equação  $\text{Peso do fígado(g)} = [127 \times \text{medida ultrassonográfica (cm)}] - 348,68$ , ( $r=0,85$ ,  $p<0,001$ ). A mensuração ultrassonográfica linear foi considerada desde a ponta dos lobos hepáticos ventrais, na linha média, até o diafragma, usando tanto o plano de corte transversal como o longitudinal. Ele utilizou 40 cães, de variadas raças, com pesos variando entre 1,8kg e 60kg, e que morreram por doenças não relacionadas ao fígado. Entretanto, não foi sempre possível diferenciar a parede abdominal e a gordura falciforme do parênquima hepático e, assim, cada mensuração incluiu uma porção variável de estruturas extra-hepáticas. Isso pode reduzir a credibilidade do método e a acurácia da mensuração, apesar de esse estudo ter se mostrado altamente reprodutível, para qualquer tipo de cão (BARR, 1992). A qualidade dos aparelhos ultrassonográficos melhorou nos últimos anos, possibilitando a delimitação do parênquima hepático e conseqüentemente aumentando a acurácia das medidas. A medida ultrassonográfica utilizada por Barr (1992) é semelhante à medida ultrassonográfica E do estudo atual, porém com a inclusão das estruturas extra-hepáticas, e ambas as medidas ultrassonográficas deram correlação positiva significativa com o tamanho do fígado.

Assim como o estudo do Barr (1992), o fígado foi removido na necropsia em sua totalidade e pesado, sem que nada tenha sido feito para prevenir a perda de sangue ou para estimar o volume de sangue perdido. Heinemann et al. (1999) não observaram mudança sistêmica no volume hepático entre a morte e o exame post-mortem. No entanto, o volume hepático post-mortem pode ser subestimado ou sobrestimado, dependendo da causa da morte (por exemplo, hipovolemia e insuficiência cardíaca) ou do acúmulo intra-hepático de sangue após a morte. Por outro lado, o volume hepático baseado na TC pode ser afetado pela respiração, batimentos cardíacos, efeito de volume parcial, e confiabilidade interobservador.

Além disso, os efeitos dos anestésicos no volume hepáticos nos cães não são totalmente conhecidos, mas sabe-se, por exemplo, que o maleato de acepromazina causa hepatomegalia (LOPES et al., 2011).

Nesse estudo, optou-se por realizar medidas ultrassonográficas no corte longitudinal do fígado, apesar de em estudo anterior o corte transversal ter sido considerado subjetivamente mais fácil de ser selecionado e medido (BARR, 1992). De qualquer forma, Barr (1992) não encontrou diferença estatística significativa entre as medidas transversais e longitudinais. Além disso, Barr (1992) também realizou os cortes transversais no pico da expiração em 10 animais vivos conscientes e concluiu que a anestesia geral e o controle da respiração não são necessários para realizar as mensurações hepáticas. Sendo assim, apesar de o presente estudo ter sido realizado em cadáveres, acredita-se que as equações adquiridas são válidas para animais vivos. No entanto, pelas particularidades do órgão em questão, como sua variação em tamanho devido à vascularização, essa equivalência deve ser melhor investigada.

Ainda, uma única medida linear ultrassonográfica não fornece uma representação acurada do volume hepático em todos os casos, pois nódulos que alteram o tamanho hepático podem não ser inclusos na medida e quando não estiverem na linha de medida podem subestimar o volume e, se estiverem na linha, podem superestimar o volume (RAETH; JOHNSON; WILLIAMS, 1984). Esse método, portanto fornece uma estimativa do volume hepático total, não servindo quando na presença de alterações volumétricas focais (CHAN et al., 2006). Esse fato não apresenta nenhum inconveniente, pois o exame ultrassonográfico do fígado geralmente revela essas alterações focais. Verma et al. (2010) realizaram medições lineares do fígado de adultos em imagens de RM e acharam boa correlação entre o volume hepático e os produtos das medidas hepáticas lineares ( $0,68 < r < 0,78$ ), mostrando-se um indicador prático e simples de tamanho do fígado. O volume hepático foi mensurado traçando-se os contornos do fígado nas imagens sequenciais. As correlações obtidas por Verma et al. (2010), estão em consonância com os dados obtidos nesse estudo, sendo que a pior correlação obtida no estudo atual foi  $\rho = 0,7$  (medida E x volume hepático) e no estudo de Verma et al. (2010) foi aproximadamente  $r = 0,5$ , considerado por esses como uma boa correlação.

Na medicina humana, a TC tem sido amplamente usada como método de avaliação volumétrica pré-operatória do fígado já que uma estimativa mais precisa

do volume é essencial em pacientes submetidos à ressecção hepática ou transplante hepático. O volume hepático é um dos fatores-chaves para a seleção de indivíduo apropriado para o transplante de fígado e é usado como indicador em prever a possibilidade de falência hepática após a ressecção, especialmente em pacientes com doença hepática crônica preexistente (LIM et al., 2014). Entretanto, na medicina veterinária, o transplante hepático ainda não é uma realidade e estimativas menos exatas do fígado podem ser suficientes para o auxílio na clínica. Ainda, a TC e RM são métodos caros, exigem sedação, e, por vezes, agentes de contraste, inviabilizando o uso desses métodos para a volumetria hepática na rotina, além de a TC expor os pacientes à radiação ionizante (MITTAL; CHOWDHARY, 2010).

Stieger et al. (2007) utilizaram a TC helicoidal para estimar o volume de fígado em cães com desvio portossistêmico congênito, e concluíram que cães com desvio tinham fígados, em média, 36,4% menor do que os cães controle. A média do volume do fígado dos cães controles foi determinada em  $24,5 \pm 5,6 \text{cm}^3/\text{kg}$ . Verificou-se que o volume do fígado em relação ao peso corpóreo afeta a tolerância para a oclusão aguda completa do desvio, sendo contra-indicada em fígados menores. Assim, a medição ultrassonográfica do tamanho do fígado e o peso corpóreo podem fornecer um indicador pré-operatório útil da viabilidade da ligação completa do desvio portossistêmico congênito extrahepático em cães.

Se as medidas ultrassonográficas propostas provarem ter utilidade clínica em um ambiente hospitalar, pode-se desenvolver um software nos aparelhos de ultrassom que fornecesse um valor aproximado do volume hepático, permitindo assim, criar uma base de dados para referência de volume do fígado em cada raça canina.

Uma das limitações encontradas nesse trabalho foi o número reduzido de animais. Além disso, não se dividiu os animais em grupos de acordo com o porte e o escore de condição corporal. Indivíduos obesos podem ter aumento do volume hepático devido ao infiltrado gorduroso no órgão (BIAN et al., 2014; BELLOTA, 2015). O aumento do fígado por infiltrado gorduroso geralmente é difuso e, conseqüentemente, mantém a correlação das medidas com o volume, porém, podem ocorrer infiltrados focais com o potencial de distorcer esta correlação. Estes infiltrados focais podem ser detectados pelo exame ultrassonográfico abdominal e são fontes comuns de erro diagnóstico (HAMMER et al., 2006).

O desconhecimento da causa mortis e a falta de exame histopatológico dos fígados avaliados foram considerados fatores que não prejudicaram a realização do estudo, visto que o objetivo consistia em estimar o volume hepático através de medidas externas, independente da condição clínica, para uma avaliação de triagem, utilizando-se como padrão ouro o volume hepático por deslocamento de água. Como um estudo subsequente, as fórmulas serão testadas em animais vivos submetidos à TC, e serão comparados os resultados das fórmulas com os volumes obtidos pela TC, para avaliar se há boa correlação.

## 7 CONCLUSÃO

Esse estudo desenvolveu três fórmulas de simples obtenção para mensuração do volume hepático de cães, sendo que a melhor foi *Volume hepático (ml) = 30 + 0,3 \* x* ( $r^2 = 0,88$ ,  $p < 0,01$ ), onde  $x =$  medida ultrassonográfica A \* Altura do tórax \* largura do tórax. As medidas ultrassonográficas estabelecidas mostraram-se reprodutíveis por um mesmo observador ou observadores diferentes.

Os resultados obtidos referem-se a uma parcela da casuística do Hospital Veterinário da FMVZ/USP, não devendo ser estendidos como padrão de referência. Constituem, no entanto, um ponto de partida para se estabelecer valores de referência de fígados normais nas diferentes raças.

## REFERÊNCIAS

BARR, F. Ultrasonographic assessment of liver size in the dog. **Journal of Small Animal Practice**, v. 33, n. 4, p. 359-364, 1992.

BELOTTA, A. F. **Avaliação ultrassonográfica hepática ao modo-b, dúplex e tríplex doppler de cães com sobrepeso e obesos**. 2015. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, 2015.

BIAN, H.; HAKKARAINEN, A.; LUNDBOM, N.; YKI-JARVINEN, H. Effects of Dietary Interventions on Liver Volume in Humans. **Obesity**, v. 22, p. 989-995, 2014.

BILLER, D. S.; KANTROWITZ, B.; MIYABAYASHI, T. Ultrasonography of Diffuse Liver Disease - A Review. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 6, p.71-76, 1992.

BRAGG, D. G. Imaging strategies for oncologic diagnosis and staging. In: BRAGG, D. G.; RUBIN, O.; YOUKER, J. E. **Oncologic Imaging**. Oxford: Pergamon Press, 1985. p.13-21.

CARR, D.; DUNCAN, J. G. Liver volume determination by ultrasound: a feasibility study. **British Journal of Radiology**, v. 49, p. 776-778, 1976.

CARVALHO, F. A.; JOYEUX, H.; COELHO, J. C. U.; SAIN-AUBERT, B.; ROUANET, P.; MATIAS, J. E. F. Volumetria hepática computadorizada como método de avaliação e acompanhamento da regeneração hepática após hepatectomia parcial em suínos. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**. v. 36, n. 1, p. 49-55, 2009.

CENTER, S. A. Fisiopatologia, diagnóstico laboratorial e afecções do fígado. In: ETTINGER, S. J.; FELDMAN, E. C. **Tratado de medicina interna veterinária: doenças do cão e do gato**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p.1745-1816.

CHAN, S. C.; LIU, C.L.; LO, C.M.; LAM, B. K.; LEE, E. W.; WONG, Y.; FAN, S. T. Estimating liver weight of adults by body weight and gender. **World Journal of Gastroenterology**, v. 12, n. 14, p. 2217-2222, 2006.

CHOI, J.; KEH, S.; KIM, H.; KIM, J.; YOON, J. Radiographic liver size in pekingese dogs versus other dog breeds. **Veterinary Radiology and Ultrasound**, v. 54, n. 2, p. 103-106, 2013.

CIESLAK, K. P.; RUNGE, J. H.; HEGER, M.; STOKER, J.; BENNINK, R. J.; VAN GULIK, M. T. New perspectives in the assessment of future remnant liver. **Digestive Surgery**, v. 31, p. 255–268, 2014.

D'ANJOU, M. A. Fígado. In: PENNINCK, D.; D'ANJOU, M. A. **Atlas de ultrassonografia de pequenos animais**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. p. 217-241.

DHINGRA, B.; SHARMA, S.; MISHRA, D.; KUMARI, R.; PANDEY, R. M.; AGGARWAL, S. Normal values of liver and spleen size by ultrasonography in indian children. **Indian Pediatrics**, v. 47, p. 475-476, 2010.

DITTRICH, M.; MILDE, S.; DINKEL, E.; BAUMANN, W.; WEITZEL, D. Sonographic biometry of liver and spleen size in childhood. **Pediatric Radiology**, v. 13, p. 206-211, 1983.

D'ONOFRIO, M.; ROBERTIS, R.; DEMOZZI, E.; CROSARA, S.; CANESTRINI, S.; MUCELLI, R. P. Liver volumetry: Is imaging reliable? Personal experience and review of the literature. **World Journal of Radiology**, v. 6, n. 4, p. 62-71, 2014.

DORAN, I. P.; BARR, F. J.; MOORE, A. H.; KNOWLES, T. G.; HOLT, P.E. Liver size, bodyweight, and tolerance to acute complete occlusion of congenital extrahepatic portosystemic shunts in dogs. **Veterinary Surgery**, v. 37, p. 656–662, 2008.

GODSHALK, C. P.; TWARDOCK, A. R.; KNELLER, S. K. Nuclear scintigraphic assessment of liver size in clinically normal dogs. **American Journal of Veterinary Research**, v. 50, n. 5, p. 645-650, 1989.

GODSHALK, C. P.; BADERTSCHER, R. R.; RIPPY, M. K.; GHENT, A. W. Quantitative ultrasonic assessment of liver size in dogs. **Veterinary Radiology**, v. 29, n. 4, p.162-167, 1988.

GODSHALK, C. P.; KNELLER, S. K.; BADERTSCHER, R. R.; ESSEX-SORLIE, D. Quantitative noninvasive assessment of liver size in clinical normal dogs. **American Journal of Veterinary Research**, v. 51, n. 9, p.1421-1426, 1990.

GOSINK, B. B.; LEYMASTER, C. E. Ultrasonic determination of hepatomegaly. **Journal of Clinical Ultrasound**, v. 9, p. 37-44, 1981.

GRANDAGE, J. The radiology of the dog's diaphragm. **Journal of Small Animal Practice**, v. 15, p. 1-17, 1974.

HAMMER, O. W.; AGUIRRE, D. A.; CASOLA, G.; LAVUNE, J. E.; WOENCKHAUS, M.; SIRLIN, C. B. Fatty Liver: Imaging Patterns and Pitfalls. **RadioGraphics**, v. 26, p. 1637-1653, 2006.

HEINEMANN, A.; WISCHHUSEN, F.; PUSCHEL, K.; ROGIERS, X. Standard liver volume in the Caucasian population. **Liver transplantation and surgery**, v. 5, p. 366-368, 1999.

HOLMES, H. J.; SUNDGREN, C.; IKLE, D.; FINCH, J. A simple ultrasonic method for evaluating liver size. **Journal of Clinical Ultrasound**. v. 5, n. 2, p. 89 -91, 1976.

HORI, M.; SUZUKI, K.; EPSTEIN, M. L.; BARON, R. L. Computed tomography liver volumetry using 3-dimensional image data in living donor liver transplantation: Effects of slice thickness on volume calculation. **Liver Transplantation**, v. 17, n. 12, p. 1427-1436, 2011.

HUGHES, S. W.; ARCY, T. J. D.; MAXWELL, D. J.; CHIU, W.; MILNER, A.; SAUNDERS, J. E.; SHEPPARD, R. J. Volume estimation from multiplanar 2D ultrasound images using a remote electromagnetic position and orientation sensor. **Ultrasound in Medicine and Biology**, v. 22, n. 5, p. 561-572, 1996.

KARLO, C.; REINER, C. S.; STOLZMANN, P.; BREITENSTEIN, S.; MARINCEK, B.; WISHAUPT, D.; FRAUENFELDER, T. CT- and MRI-based volumetry of resected liver specimen: Comparison to intraoperative volume and weight measurements and calculation of conversion factors. **European Journal of Radiology**, v. 75, p. 107-111, 2010.

KIRKWOOD, J. K. The influence of size on the biology of the dog. **Journal of Small Animal Practice**, v. 26, p. 97-110, 1985.

KRESTIN, G. P.; BRENNAN, R. P. Ultrasound diagnosis of the abdomen. **Therapeutische Umschau**, v. 49, n. 6, p. 395-404, 1992.

KUMMELING, A.; VRAKING, D. J. E.; ROTHUIZEN, J.; GERRITSEN, K. M.; VAN SLUIJS, F. J. Hepatic volume measurements in dogs with extrahepatic congenital portosystemic shunts before and after surgical attenuation. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 24, p. 114-119, 2010.

LIM, M. C.; TAN, C. H.; CAI, J.; ZHENG, J.; KOW, A. W. C. CT volumetry of the liver: where does it stand in clinical practice?. **Clinical Radiology**, v. 69, p. 887-895, 2014.

LOPES, B. F.; TAFFAREL, M. O.; FEITOSA, M. L.; COSTA, L. A. V. S.; MONTEIRO, E. R.; COSTA, F. S. Radiografia quantitativa hepática de cães tranquilizados com acepromazina. **Ciência Rural**, v. 41, n. 1, p. 137-142, 2011.

MAMPRIM, M. J. Fígado e vesícula biliar. In: CARVALHO, C. F. **Ultrassonografia em pequenos animais**. São Paulo: Roca, 2004. cap. 6, p. 51-73.

MITTAL, R.; CHOWDHARY, D. S. A pilot study of the normal measurements of the liver and spleen by ultrasonography in the rajasthani population. **Journal of Clinical and Diagnostic Research**, v. 4, p. 2733-2736, 2010.

NELSON, R. W.; COUTO, C. G. **Medicina interna de pequenos animais**. 4. ed. Rio de Janeiro: Mosby Elsevier, 2010.

NYLAND, T. G.; PARK, R. D.; LATTIMER, J. C.; LEBEL, J. L.; MILLER, C. W. Gray-scale ultrasonography of the canine abdomen. **Veterinary Radiology and Ultrasound**, v. 2, p. 220-227, 1981.

NYLAND, T. G.; HAGER, D. A. Sonography of the liver, gallbladder and spleen. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 15, p.1123-47, 1985.

NYLAND, T. G.; HAGER, D. A.; HERRING, D. S. Sonography of the liver, gallbladder, and spleen. **Sem vet med surg**, v. 4, p. 13-31, 1989.

NYLAND, T. G.; MATTOON, J. S.; HERRGESELL, E. J.; WISNER, E. R. Fígado. In: NYLAND, T. G.; MATTOON, J. S. **Ultrassom diagnóstico em pequenos animais**. 2 ed. Philadelphia: W.B Saunders, 2002.

R DEVELOPMENT CORE TEAM, R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria, 2013. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: jul. 2015.

RAETH, U.; JOHNSON, P. J.; WILLIAMS, R. Ultrasound determination of liver size and assessment of patients with malignant liver disease. **Liver**, v. 4, p. 287-293, 1984.

ROCHA, S. M. S.; OLIVEIRA, I. R. S.; WIDMAN, A.; CHISMAN, B. S. K.; FUKUSHIMA, J. T.; OLIVEIRA, L. A. N.; CERRI, G. G. Hepatometria ultrasonográfica em crianças: proposta de novo método. **Radiologia Brasileira**, v. 36, n. 2, p. 63-70, 2003.

ROTHUIZEN, J.; BUNCH, S. E.; CHARLES, J. A.; CULLEN, J. M.; DESMET V. J.; SZATMÁRI, V.; TWEDT, D. C.; VAN DENINGH T. S. G. A. M.; VAN WINKLE, T. J.; WASHABAU. In: WSAVA. **Standards for clinical and histological diagnosis of canine and feline liver diseases**. Philadelphia, PA: Saunders Elsevier, 2006. p. 5-14.

RYLANCE, G. W.; MORELAND, T. A.; COWAN, M. D.; CLARK, D. C. Liver volume estimation using ultrasound scanning. **Archives of Disease in Childhood**, v. 57, 283-286, 1982.

SEGUIN, B.; TOBIAS, K.M.; GAVIN, P. R.; TUCKER, R. L. Use of magnetic resonance angiography for diagnosis of portosystemic shunts in dogs. **Veterinary Radiology and Ultrasound**, v. 40, p. 251–258, 1999.

SILVA, R. M.; SIQUEIRA, M. V. Hepatimetria: correlação entre o método clínico e ultra-sonográfico. **Arquivos Catarinenses de Medicina**, v. 38, n. 2, p. 98-104, 2009

STIEGER, S. M.; ZWINGENBERGER, A.; POLLARD, R. E.; KYLES, A. E. WISNER, E. R. Hepatic volume estimation using quantitative computed tomography in dogs with portosystemic shunts. **Veterinary Radiology and Ultrasound**, v. 48, p. 409-413, 2007.

SULLIVAN, S.; KRASNER, N.; WILLIAMS, R. The clinical estimation of liver size: a comparison of techniques and an analysis of the source of error. **British Medical Journal**, v. 2, p. 1042-1043, 1976.

SWKIYAMA, K.; YOSHIBA M.; INOUE K.; SUGATA, F. Prognostic value of hepatic volumetry in fulminant hepatic failure. **Digestive Diseases and Sciences**, v. 39, p. 240-244, 1994.

THRALL, D. E.; ROBERTSON, I. D. **Atlas of normal radiographic anatomy e anatomic variants in the dog and cat**. Philadelphia: Elsevier Saunders, 2011. p. 169-206.

URATA, K.; KAWASAKI, S.; MATSUNAMI, H.; HASHIKURA, Y.; IKEGAMI, T.; ISHIZONE, S.; MOMOSE, Y.; KOMIYAMA, A.; MAKUUCHI, M. Calculation of child and adult standard liver volume for liver transplantation. **Hepatology**, v. 21, p. 1317-1321, 1995.

VAN BREE, H.; JACOBS, V.; VANDEKERCKHOVE, P. Radiographic assessment of liver volume in dogs. **American Journal of Veterinary Research**, v. 50, n. 9, p.1613-1615, 1989.

VAN BREE, H.; SACKX, A. Evaluation of radiographic liver size in twenty-seven normal deep-chested dog. **Journal of Small Animal Practice**, v. 28, p. 693–703, 1987.

VAUTHEY, J. N.; ABDALLA, E. K.; DOHERTY, D. A.; GERTSCH, P.; FENSTERMACHER, M. J.; LOYER, E. M.; LERUT, J.; MATERNE, R.; WANG, X.; ENCARNACION, A.; HERRON, D.; MATHEY, C.; FERRARI, G.; CHARNSANGAVEJ, C.; DO, K. A.; DENYS, A. Body surface area and body weight predict total liver volume in Western adults. **Liver Transplantation**, v. 8, p. 233-240, 2002.

VERMA, S. K.; MCCLURE, K.; PARKER, L.; MITCHELL, D. G.; VERMA, M. Simple linear measurements of the normal liver: Interobserver agreement and correlation with hepatic volume on MRI. **Clinical Radiology**, v. 65, p. 315-318, 2010.

WALTHAM. Obesidade canina: como mudanças de comportamento podem ajudar a evitá-la. **Focus auxiliar**, n°2, p. 5, 2010.

WARMBRAND, G. **Contribuição da ressonância magnética na avaliação de doadores do lobo direito ao transplante hepático intervivos**. 2004. 159 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

WASHIZU, M.; KATAGI, M.; WASHIZU, T.; TORISU, S.; KONDO, Y.; NOJIRI, A. An evaluation of radiographic hepatic size in dogs with portosystemic shunt. **Journal of Veterinary Medical Science**, v. 66, p. 977-978, 2004.

WRIGLEY, R. H. Radiographic and ultrasonographic diagnosis of liver disease in dogs and cats. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v.15, n. 1, p. 21-38, 1985.

YU, H. C.; YOU, H.; LEE, H.; JIN, Z. W.; MOON, J.; CHO, B. H. Estimation of standard liver volume for liver transplantation in the korean population. **Liver Transplantation**, v. 10, n. 6, p. 779-783, 2004.

ZWINGENBERGER, A. L.; SHOFER, F. S. Dynamic computed tomographic quantitation of hepatic perfusion in dogs with and without portal vascular anomalies. **American Journal of Veterinary Research**, v. 68, p. 970-974, 2007.

APÊNDICE A – Variáveis qualitativas e quantitativas (peso, idade, perímetro, altura, largura e volume) de todos os animais estudados

(continua)

Cão	Raça	Peso (kg)	Idade (anos)	Sexo	Perímetro (cm)	Altura (cm)	Largura (cm)	Volume (cm)
1	SRD	15,0	8	Macho	47	17,5	11	290
2	Cocker	7,0	18	Macho	43,3	14,5	11,3	366
3	SRD	6,8	6	Fêmea	47,5	15	12	350
4	Poodle	3,0	1	Macho	32,5	11	7,8	90
5	Poodle	8,5	8	Fêmea	44	14	9,2	355,7
6	Cocker	12,0	3	Macho	48	18	10,5	450
7	Poodle	6,95	-	Macho	43	13,8	11,8	345
8	Pinscher	2,0	0,42	Macho	27,5	8,5	6	100
9	SRD	4,5	9	Fêmea	28	12	11,6	180
10	Poodle	3,0	10	Fêmea	37	10,5	8,5	440
11	SRD	4,0	17	Fêmea	37,7	12,5	7,7	175
12	SRD	18,5	4	Macho	62	22	11	450
13	SRD	12,0	-	Fêmea	58	18,3	15	430
14	SRD	7,5	-	Fêmea	52	19	13	300
15	Poodle	5,0	13	Fêmea	41	14	8,5	280
16	Rottweiler	34,0	9	Fêmea	90	29	19	2500
17	SRD	70,0	10	Macho	80	26	21	1790
18	SRD	12,0	12	Fêmea	64	16,2	15,2	590
19	Pinscher	4,9	14	Macho	41	11	11	350
20	SRD	10,3	-	Macho	52	14	15,5	300
21	Husky S.	15,0	7	Macho	91	19	15	600
22	SRD	28,0	11	Fêmea	81	19,5	20	1100
23	Fox P.	6,3	16	Fêmea	43	13,3	11,2	300
24	SRD	15,0	11	Macho	90	18,5	13,5	365
25	SRD	6,1	8	Fêmea	40	12,2	13	350
26	SRD	14,0	11	Fêmea	55	18	15	550
27	SRD	15,5	12	Macho	58	17,5	16	900
28	Labrador	30,0	12	Fêmea	75	23,3	21,5	800
29	SRD	13,0	10	Macho	59	20,3	13,2	750
30	Cocker	13,0	13	...	55	15,7	15,7	470
31	SRD	12,0	-	Fêmea	48	16	12,6	360
32	Poodle	3,5	-	Fêmea	33	10	7,8	210
33	Poodle	9,8	12	Macho	48	13	13,5	350
34	Dachshund	5,9	10	Fêmea	46	15,4	11,5	280
35	Poodle	1,9	13	Fêmea	31	8	5,5	30
36	SRD	25,0	14	Macho	66	18,2	17,6	485
37	Dachshund	8,3	11	Macho	47	16,2	10,4	400
38	Pinscher	3,0	16	Fêmea	40,5	11,8	11,2	200
39	Pinscher	1,4	15	Fêmea	31	10,1	5,8	90
40	SRD	20,5	-	...	65	21,8	18,5	1250
41	SRD	17,2	15	Macho	56	18	16	1150
42	Poodle	10,0	5	Macho	42	13	11,2	380
43	SRD	4,0	5	Fêmea	35	12,1	7	80

(conclusão)

Cão	Raça	Peso (kg)	Idade (anos)	Sexo	Perímetro (cm)	Altura (cm)	Largura (cm)	Volume (cm)
44	Poodle	3,6	13	Fêmea	38	10	12	310
45	SRD	6,5	20	Macho	46	12	11,5	390
46	Poodle	5,1	12	Fêmea	41	12	10,8	230
47	SRD	6,7	12	Fêmea	43	12,3	11	525
48	SRD	1,4	3	Macho	31	10,1	5,8	90
49	SRD	5,2	-	...	39	10,8	8,5	240
50	SRD	7,0	14	Fêmea	40	12	8,1	210
51	Poodle	10,0	10	Macho	49	14	13,5	400
52	SRD	2,6	0,25	Macho	38	8,5	8,5	100
53	Poodle	3,0	17	Fêmea	35	10,8	8,5	240
54	SRD	9,0	-	Macho	48,6	15,8	17	400
55	Pinscher	3,8	15	Macho	38	13,4	12	235
56	Cocker	14,3	15	Macho	57,1	15,7	19	900
57	Cocker	9,3	0,33	Macho	48,9	16	14	355
58	SRD	13,0	5	Fêmea	57	23	14	200
59	Dachshund	6,5	15	Fêmea	43	13,5	12	300
60	SRD	7,1	-	Fêmea	44	14,2	10,8	225
61	SRD	9,6	12	Macho	45,8	21,8	12,5	350
62	SRD	10,0	-	Fêmea	54,3	16	19,3	370
63	SRD	6,8	1	Macho	43	14	10,5	400
64	SRD	13,0	2	Macho	55	21	13,6	550
65	Dachshund	5,75	17	Macho	40,5	14,7	10,5	280
66	Labrador	21,0	11	Macho	63	21	20	1175
67	SRD	8,0	13	Fêmea	50	15	15	620
68	SRD	11,0	0,58	Fêmea	58	20	11	450
69	SRD	6,5	14	Fêmea	45	16	15	240
70	Poodle	8,2	5	Fêmea	49	14	14,5	420
71	SRD	11,8	-	Fêmea	52	19	16,6	760
72	Poodle	6,3	-	Fêmea	47	16	16,2	460
73	SRD	10,9	2	Fêmea	51,7	20	13	395
74	SRD	9,8	-	Macho	47	16	13	380
75	SRD	2,9	-	...	36	10,8	8,9	160
76	SRD	5,1	-	...	39	11,7	11,5	240
77	SRD	5,2	-	...	43	12,8	12,8	280
78	SRD	5,5	-	...	44,5	14	12,6	500
79	SRD	9,1	-	...	49,5	16,2	12,2	490
80	SRD	22,5	-	...	72	22	20	660
81	SRD	6,5	-	Macho	49	8,3	9,8	400
82	Shih Tzu	1,5	-	Fêmea	36	8,6	8,6	90

Fonte: Pacheco, M. S. S. (2015).

APÊNDICE B - Valores das três medidas ultrassonográficas A e B, obtidas pelos dois observadores

(Continua)

Animal	Medida ultrassonográfica A						Medida ultrassonográfica B					
	Medidas Observador 1			Medidas Observador 2			Medidas Observador 1			Medidas Observador 2		
1	6,1	5,87	6,02				6,87	6,99	6,72			
2	6,2	7,14	6,86				8,01	7,5	7,75			
3	6,42	7,12	7,19				7,55	8,91	8,5			
4	5,05	5,06	5,05				6,03	5,91	5,97			
5	9,12	8,96	9,28				9,24	9	9,48			
6	9,12	7,28	8,2				9,24	8,29	8,76			
7	7,07	7	7,14				7,72	7,77	7,83			
8	4,07	4,15	3,89				4,64	4,69	4,45			
9	4,68	4,5	4,86				5,54	5,13	5,95			
10	5,33	6,72	6,02				5,76	5,87	6,72			
11	4,75	5,51	5,2				6,05	6,52	5,99			
12	9,03	8,05	8,54				9,99	10,24	10,12			
13	9,18	9,88	9,5				10,87	10,97	10,9			
14	8,63	8,51	8,55				9,33	9,09	9,2			
15	5,65	5,23	6,07				7,6	6,97	8,23			
16	17,05	16,65	13,53				18,11	17,95	14,49			
17	11,67	11,86	12,1				12,73	12,79	12,68			
18	8,94	8,59	8,74	8,25	8,1	8,13	9,29	9,12	9,09	8,14	8,95	8,12
19	7,63	7,6	7,5	6,79	7,44	7,18	8,19	8,03	8,11	7,28	8,02	7,77
20	6,53	5,25	5,74	5,48	5,61	5,47	7,54	7,64	6,89	6,46	6,71	6,62
21	10,15	9,71	9,97				11,46	11,19	11,35			
22	12,39	13,16	13,1	11,67	10,65	11,42	14	14,27	13,63	13,12	11,66	12,33
23	5,8	5,8	6,14				6,98	7,19	7,24			
24	8,43	8,5	8,05				10,25	10,49	10,02			
25	6,39	6,15	6,01				7,23	6,98	6,97			

(continuação)

26	8,04	8,98	8,55							9,23	10,1	9,55					
27	8,82	8,7	8,76							9,42	9,54	9,45					
28	11,27	11,12	11,49	10,98	10,79	10,86				12,38	12,31	12,46	12,03	12,02		11,98	
29	6,96	6,64	6,09	7,09	8,08	6,82				8,04	7,77	7,73	8	8,78		7,63	
30	7,49	7,63	7,52							7,83	8,03	7,97					
31	7,29	7,27	9,2	9,08	9,08	8,64				8,38	8,33	10,26	9,67	9,83		9,33	
32	5,65	5,65	5,7	6,19	5,88	5,88				6,63	6,63	6,63	6,76	6,52		6,55	
33	6,59	6,16	6,05	6,21	6,16	5,54				7,92	7,32	7,2	7,29	7,34		6,71	
34	7,31	6,95	6,79	6,77	7,07	6,92				7,97	7,6	7,47	7,46	7,71		7,58	
35	4,63	4,73	4,53							5,32	5,29	5,33					
36	9,43	9,28	9,2							10,98	10,56	10,63					
37	7,89	8,28	8,04							8,7	8,82	9,32					
38	6,78	6,73	6,59							7,52	7,36	7,52					
39	4,45	4,3	4,24							5,28	5,12	5,16					
40	9,58	9,3	9,62							10,89	10,92	10,76					
41	9,54	9,57	9,41							10,59	10,61	10,38					
42	7,77	7,45	7,72							8,98	9,24	9,37					
43	5,47	5,46	5,14	4,98	5,16	5,06				6,46	6,48	5,85	5,4	5,64		5,45	
44	5,73	5,63	5,68							6,2	6,07	6,1					
45	6,63	6,1	6,3							7,48	7,11	7,22					
46	6,83	6,54	6,49	6,59	6,62	6,51				7,28	7,23	7,21	7,28	7,28		7,18	
47	7,97	7,99	8,18	7,66	7,63	7,86				8,97	8,8	9,2	8,5	8,47		8,55	
48	4,84	4,95	4,7	5,12	5,2	5,01				5,53	5,48	5,44	5,6	5,55		5,62	
49	7,44	7,46	7,6	7,13	7,46	6,99				8,16	7,97	7,97	7,76	7,76		7,36	
50	7,37	7,17	7,28							8,6	8,31	8,38					
51	9,7	9,23	9,47							10,92	10,36	10,32					
52	4,8	3,94	4,9	4,01	3,95	4,11				4,3	4,75	4,6	4,46	4,54		4,4	
53	5,91	5,93	5,99	6,12	5,74	6,1				6,39	6,25	6,39	6,67	6,25		6,58	
54	7,51	7,76	7,76							8,27	8,29	8,26					



APÊNDICE C - Valores das três medidas ultrassonográficas C e D, obtidas pelos dois observadores

(Continua)

Animais	Medida ultrassonográfica C						Medida ultrassonográfica D					
	Medidas Observador 1			Medidas Observador 2			Medidas Observador 1			Medidas Observador 2		
1	7,35	7,35	7,04				8,18	7,85	7,3			
2	6,1	7,03	6,9				8,01	8,07	7,66			
3	8,16	6,36	6,43				8,98	8,99	7,28			
4	4,64	5,11	4,87				5,59	5,99	5,79			
5	8,01	8,33	8,34				9,26	9,2	9,32			
6	7,86	8,33	8,1				8,92	9,26	9,09			
7	6,98	6,21	7,4				7,68	7,68	7,97			
8	4,28	4,11	4,17				4,79	4,82	4,8			
9	5,41	5,22	5,6				6,04	5,98	6,1			
10	6,22	6,13	6,31				7,54	6,74	7,84			
11	5,14	5,19	5,01				6,2	6,11	6,14			
12	7,68	7,6	7,74				9,43	9,4	9,46			
13	9,51	8,75	8,72				10,45	10,43	10,62			
14	8,58	8,78	8,25				9,13	9,44	8,84			
15	6,96	6,72	7,18				7,86	7,75	7,97			
16	14,84	15,83	14,88				15,98	17,04	16,17			
17	12,01	12,02	11,95				12,55	12,85	12,5			
18	8,22	8,25	8,18	8,07	7,9	7,84	8,84	8,86	8,89	8,5	8,36	8,65
19	7,1	7,31	7,28	7,13	7,65	7,07	7,62	7,79	7,81	7,63	8,13	7,68
20	6,94	6,55	6,55	5,82	5,68	6,09	7,32	7,29	7,42	6,55	6,39	6,77
21	10,48	9,88	9,74	10,24	9,8	9,53	12,23	11,13	11,12	10,98	10,92	10,71
22	12,38	11,62	12,19	10,85	11,1	10,5	13,69	12,53	13,52	12,04	11,96	12



(continuação)														(conclusão)
51	8,73	8,68	8,92											
52	4,08	4,1	4,13	4,43	4,3	4,53	9,92	9,83	9,89	4,96	4,82	4,13		
53	5,79	6,37	6,15	6,09	6,09	5,71	6,36	6,62	6,59	6,82	6,84	6,27		
54	6,7	6,75	6,92				7,62	7,57	7,57					
55	6,28	6,64	6,43				6,58	7,08	6,87					
56	8,73	8,8	9,11				9,57	9,48	10,01					
57	8,6	8,11	8,36				9,45	8,89	9,08					
58	9,09	9	9,18				9,63	9,35	9,85					
59	6,17	5,76	7,35				6,76	6,41	8,32					
60	8,22	8,12	8,86				9,28	8,92	9,86					
61	8,02	7,76	7,84	8,21	8,1	7,97	9,29	9,01	9,14	9,37	9,48	9,63		
62	5,83	5,53	5,65	4,13	3,73	4,48	8,68	8,42	8,46	7,36	7,2	8,02		
63	7,85	8,39	8,14				8,76	8,92	8,96					
64	9,1	9,85	9,26	9,69	8,86	9,08	10,32	10,52	10,47	10,33	9,57	9,71		
65	6,96	7,33	7,54	7,18	7,32	6,99	7,65	8,05	8,13	7,74	7,79	7,57		
66	8,47	10,67	11,24	7,51	7,8	7,74	9,51	11,91	11,99	8,59	8,53	8,51		
67	8,49	8,57	8,52				9,67	9,61	9,42					
68	8,58	8,52	8,45				10,14	10,14	9,85					
69	6,5	6,28	6,41				6,95	7	6,9					
70	7,83	6,14	5,88				7,3	6,76	6,59					
71	7,45	7,35	7,21				8,22	7,98	8,12					
72	11,58	11,02	10,03				11,54	11,27	11,03					
73	7,97	8,18	8,13				9,56	9,56	9,64					
74	8,55	8,88	9,01				9,32	9,44	9,59					
75	3,49	3,2	3,78				4,54	4,5	4,52					
76	6,7	6,7	6,7				6,93	6,9	6,96					
77	5,64	5,11	5,48				6,45	6,23	6,35					

78	6,71	7,18	6,94					7,42	7,59	7,58		
79	6,99	6,27	6,49					8,08	7,33	7,55		
80	7,87	7,9	7,88					9,07	9,16	9,11		
81	6,99	7,08	6,93					7,52	7,56	7,63		
82	3,35	3,5	3,58					4,01	4,12	4,12		

Fonte: Pacheco, M. S. S. (2015).

APÊNDICE D – Valores das três medidas ultrassonográficas E obtidas por um observador

(Continua)

Animais	Medida Ultrassonográfica E		
	Medidas observador 1		
1	5,6	7,04	6,32
2	6,47	6,25	6,52
3	8,08	8,75	8,4
4	4,68	3,23	3,95
5	8,65	8,6	8,7
6	8,49	6,63	6,34
7	8,27	8,38	7,73
8	4,72	4,58	4,32
9	3,95	5,2	4,57
10	6,91	7,21	8,63
11	5,72	5,64	5,68
12	7,28	8,39	8,51
13	8,68	8,91	8,79
14	9,78	8,12	8,81
15	4,52	4,79	5,31
16	13,59	11,71	12,57
17	7,05	7,03	7
18	12,14	12,56	13,42
19	8,74	8,99	8,67
20	3,87	3,73	4,36
21	10,32	9,57	9,31
22	12,17	9,11	11,16
23	8,52	7,67	8,1
24	6,26	6,56	6,79
25	8,84	8,94	9,37
26	8,18	6,25	7,21
27	8,02	8,72	8,39
28	10,49	9,67	10,21
29	6,13	5,65	5,79
30	8,09	8,12	8,15
31	9,14	9,15	9,09
32	6,95	6,91	6,86
33	7,59	7,91	7,49
34	5,9	6,28	6,51
35	4,25	3,86	4,05
36	7,82	7,4	6,3
37	8,67	10,25	9,46
38	7,48	7,23	6,73
39	3,08	2,92	2,91
40	10,55	9,05	9,03

(conclusão)

41	9,11	9,64	10,07
42	8,19	8,76	8,47
43	5,7	5,12	4,92
44	7,37	7,3	7,5
45	7,81	7,47	7,67
46	7,14	6,4	7,04
47	9,29	9,5	9,42
48	5,44	5,3	5,54
49	7,95	8,38	8,21
50	8,22	7,98	7,49
51	9,51	9,75	9,85
52	4,57	4,5	4,35
53	6,59	6,42	6,28
54	7,34	8,53	8,29
55	4,91	4,84	4,78
56	8,61	8,74	9,23
57	8,34	8,23	8,85
58	6,82	8,22	7,52
59	6,96	6,97	7,58
60	7,01	6,33	6,39
61	6,84	6,26	6,55
62	4,59	3,95	5,37
63	7,51	6,56	7,21
64	8,8	8,07	8,48
65	6,99	6,69	6,75
66	11	10,75	9,17
67	8,18	8,33	8,27
68	9,55	9,98	9,64
69	6,04	4,2	5,91
70	8,68	8,41	8,43
71	7,39	8,55	7,97
72	10,01	9,65	9,83
73	6,12	6,1	6,14
74	8,61	8,58	9,52
75	6,24	5,87	6,33
76	7,19	6,7	7,27
77	5,32	5,17	6,18
78	9,76	9,51	9,67
79	7,46	7,49	7,63
80	8,86	9,49	9,85
81	9,99	9,8	9,4
82	3,83	3,53	3,39

Fonte: Pacheco, M. S. S. (2015).

APÊNDICE E – Volumes reais e obtidos pelas três fórmulas matemáticas dos três animais outliers

	Volume Real	Equação 1	Equação 2	Equação 3
Animal 28	800ml	1210,75ml	1335,13ml	1696,66ml
Animal 41	1150ml	656,7ml	713,39ml	850,80ml
Animal 58	200ml	698,15ml	723,38ml	892,64ml

Fonte: Pacheco, M. S. S. (2015).