

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS CÂMPUS DE  
JABOTICABAL**

**ULTRASSONOGRAFIA TRANSCRANIANA EM CÃES  
ADULTOS HÍGIDOS: PADRONIZAÇÃO DA TÉCNICA, ASPECTOS  
ANATÔMICOS E BIOMÉTRICOS**

**Thassila Caccia Feragi Cintra**

**Orientador: Prof. Dr. Júlio Carlos Canola**

**Coorientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cibele Figueira Carvalho**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Cirurgia Veterinária.

JABOTICABAL – SÃO PAULO - BRASIL

Abril de 2011

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**THASSILA CACCIA FERAGI CINTRA** – nascida na cidade de São Paulo, SP, aos trinta e um de janeiro de 1982, ingressou no curso de Medicina Veterinária na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Câmpus de Jaboticabal - SP em 2002. Concluiu o curso de Medicina Veterinária em 2006. Ingressou no programa de Aprimoramento em Diagnóstico por imagens em Fevereiro de 2007 e concluiu o programa em Janeiro de 2009. Ingressou no curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Cirurgia Veterinária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) da Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Câmpus de Jaboticabal em 2009 sob orientação do Prof. Dr. Julio Carlos Canola, com bolsa de estudo da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Julio Carlos Canola por toda a orientação recebida, não só durante a realização deste trabalho, como também durante toda a minha formação acadêmica e aprendizado na rotina médico-hospitalar. A prof. Dra. Cibele Figueira Carvalho, não só pela orientação, como também pela participação ativa, por todo o conhecimento, idéias e incentivo que me foram passados, permitindo a realização e conclusão deste trabalho. Que fique aqui registrado a minha admiração, respeito e carinho por esses professores.

Ao Prof. Dr. Alvimar José da Costa por permitir a utilização dos cães provenientes do Centro de Pesquisa em Sanidade Animal (CPPar) da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, campus de Jaboticabal – SP, para a realização deste trabalho.

Ao Centro de Controle de Zoonoses da cidade de Ribeirão Preto - SP pelo fornecimento dos cadáveres de cães utilizados nesse estudo.

À Médica Veterinária Carla Marconato por permitir a utilização do equipamento de ultrassom da Clínica Veterinária Animale, na cidade de Jaboticabal – SP, para realização deste trabalho.

À Prof. Dra Rosângela Zacarias Machado e ao Prof. Dr. Gervásio Henrique Bechara por permitirem a utilização das dependências e dos equipamentos do Departamento de Patologia Veterinária da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – campus de Jaboticabal – SP, para a realização do congelamento das cabeças dos cadáveres utilizados neste experimento.

Ao Narciso Batista Tel, funcionário do Departamento de Patologia Veterinária da Universidade Estadual paulista Júlio de Mesquita Filho, campus de Jaboticabal – SP, pelo auxílio durante a realização dos cortes anatômicos nas cabeças dos cadáveres.

À Prof. Dra Márcia Rita Fernandez Machado e a prof. Dra Irvênia Luiza de Santis Prada pela grande ajuda na interpretação e identificação das estruturas encefálicas nos cortes anatômicos.

Ao Prof. Dr José Carlos Barbosa pela realização dos cálculos estatísticos.

Ao prof. Dr. José Wanderley Catellan e a prof. Dra. Márcia Rita Fernandez Machado pelas correções e sugestões durante a banca de qualificação.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) pelo auxílio financeiro que possibilitou a minha estadia em Jaboticabal durante todo o período de realização deste trabalho.

Ao Sérgio Netto Vitaliano pelas sugestões, auxílio e incentivo na confecção deste trabalho e pela dedicação e cumplicidade na vida diária.

À Thiciene C. Feragi Cintra pela confecção do resumo em Inglês e por todo o incentivo durante a realização deste trabalho e pelo apoio e amizade de todos os dias.

À Rose Meire Feragi por todo o amor, incentivo e apoio financeiro e psicológico recebido, não só durante o período do curso de mestrado, mas durante toda a minha vida.

As amigas Vanessa Páfaró, Anelise Carvalho Nepomuceno, Rosana Zanatta, Marina Suzuki Cursino e Fernanda Maria de Carvalho pela amizade e troca de experiências que nos fizeram crescer juntas profissional e pessoalmente, apesar da distância sei que são pessoas com as quais sempre poderei contar.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE TABELAS.....	iii
LISTA DE FIGURAS.....	iv
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
I. INTRODUÇÃO.....	1
II. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 Anatomia do crânio e encéfalo.....	4
2.2 Exame ultrassonográfico do encéfalo.....	8
III. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1 Animais.....	16
3.2 Padronização da técnica.....	16
3.2.1 Equipamento.....	16
3.2.2 Exame ultrassonográfico transcraniano.....	17
3.3 Padronização dos planos de corte anatômicos.....	20
3.4 Processamento das imagens e denominação das estruturas.....	21
3.5 Padronização das medidas dos ventrículos laterais, sulco marginal, sulco coronal e região cerebelar.....	22
3.6 Análise estatística.....	23
IV. RESULTADOS.....	24
4.1 Exame ultrassonográfico transcraniano realizado com o transdutor posicionado perpendicularmente ao osso temporal.....	24
4.2 Exame ultrassonográfico transcraniano realizado pela janela temporal com o transdutor rotacionado em sentido horário, em aproximadamente 45° de seu eixo central.....	27
4.3 Exame ultrassonográfico transcraniano realizado pela janela temporal com o transdutor rotacionado em sentido anti-horário,	40

em aproximadamente 45° de seu eixo central.....	
4.4 Exame ultrassonográfico transcraniano realizado pela janela occipital.....	58
4.5 Padronização das medidas da largura dos ventrículos laterais, manto encefálico, espessura do sulco marginal, espessura do sulco coronal e dimensões da região cerebelar.....	65
V. DISCUSSÃO.....	73
VI. CONCLUSÕES.....	82
VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83

## LISTA DE TABELAS

	Página
<b>Tabela 1</b> Denominação dos planos de corte ultrassonográficos, ângulos de rotação e inclinação do transdutor para obtenção de cada plano de corte e estruturas encefálicas visibilizadas em cada plano de corte obtido por meio de exame ultrassonográfico realizado pela janela temporal nos 7 cadáveres e 30 animais <i>in vivo</i> . UNESP – Jaboticabal/ 2010.....	56
<b>Tabela 2</b> Denominação dos planos de corte ultrassonográficos, ângulos de rotação e inclinação do transdutor para obtenção de cada plano de corte e estruturas encefálicas visibilizadas em cada plano de corte obtido por meio de exame ultrassonográfico realizado através pela occipital nos 7 cadáveres e 30 animais <i>in vivo</i> . UNESP – Jaboticabal/ 2010.....	65
<b>Tabela 3</b> Médias, desvios padrão ( $\pm$ ) e valores mínimos e máximos (Min - Máx) das medidas das estruturas encefálicas mensuradas por meio do exame realizado nos 30 animais <i>in vivo</i> . UNESP – Jaboticabal/ 2010.....	68
<b>Tabela 4</b> Médias e desvios padrão ( $\pm$ ) das medidas do sulco marginal, sulco coronal e cerebelo, obtidas por meio do exame realizado pela janela temporal direita em comparação com os valores de médias e desvios padrão ( $\pm$ ) das medidas das mesmas estruturas obtidas por meio de exame realizado pela janela temporal contralateral nos 30 animais <i>in vivo</i> . UNESP – Jaboticabal/2010.....	72

## LISTA DE FIGURAS

		Página
<b>Figura 1</b>	Imagem e desenho esquemático ilustrando o posicionamento do transdutor para varredura ultrassonográfica do encéfalo em plano dorsal.....	18
<b>Figura 2</b>	Imagem e desenho esquemático ilustrando o posicionamento do transdutor após movimento de rotação de 45° em sentido horário para a varredura ultrassonográfica do encéfalo nos planos dorsais oblíquos caudais.....	18
<b>Figura 3</b>	Imagem e desenho esquemático ilustrando o posicionamento do transdutor após movimento de rotação de 90° (em relação à figura 2) em sentido anti-horário para a varredura ultrassonográfica do encéfalo nos planos dorsais oblíquos craniais.....	18
<b>Figura 4</b>	Imagem ilustrando o posicionamento do transdutor para varredura ultrassonográfica do encéfalo através da janela occipital. <b>A</b> , Posicionamento do transdutor perpendicular ao forame magno para obtenção de imagem em plano longitudinal. <b>B</b> , Posicionamento do transdutor após rotação de 90° (em relação à figura A) em sentido anti-horário para varredura eletrônica do encéfalo nos planos dorsal e dorsal oblíquo.....	19
<b>Figura 5</b>	<b>A</b> , Peça metálica confeccionada para auxiliar na realização dos cortes anatômicos. <b>B</b> , Posicionamento e fixação da cabeça de cadáver de cão congelada na porção articulada da peça metálica, imediatamente antes da realização dos cortes anatômicos. 1, porção articulada da peça; 2, transferidor para mensuração do ângulo de rotação da cabeça; 3, base da peça; 4, fixadores para cabeça; 5, cabeça de cadáver de cão congelada.....	21
<b>Figura 6</b>	Peça anatômica da cabeça de cão em secção dorsal em correspondência ao corte ultrassonográfico da Figura 7.....	25
<b>Figura 7</b>	Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal mediano, com o transdutor posicionado	

	perpendicularmente em relação ao osso temporal. O desenho esquemático no canto inferior direito indica a topografia do corte. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.....	25
<b>Figura 8</b>	Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cão <i>in vivo</i> no mesmo plano de corte ilustrado na figura 7. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.....	26
<b>Figura 9</b>	Peça anatômica da cabeça de cão em secção dorsal oblíqua caudal em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura 10.....	28
<b>Figura 10</b>	Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal oblíquo caudal pela janela temporal, com o transdutor rotacionado 45° em sentido horário. O desenho esquemático no canto inferior direito indica a topografia do corte. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.....	28
<b>Figura 11</b>	Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cão <i>in vivo</i> no mesmo plano de corte ilustrado na figura 10. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.....	29
<b>Figura 12</b>	Peça anatômica da cabeça de cão em secção dorsal oblíqua caudal em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura 13.....	30
<b>Figura 13</b>	Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal oblíquo caudal pela janela temporal, com o transdutor rotacionado 45° em sentido horário e 10° em sentido dorsal. O desenho esquemático no canto inferior direito indica a topografia do corte. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.....	30
<b>Figura 14</b>	Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cão <i>in vivo</i> no mesmo plano de corte ilustrado na figura 13. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.....	31
<b>Figura 15</b>	Peça anatômica da cabeça de cão em secção dorsal oblíqua caudal em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura	

16.....	32
<b>Figura 16</b> Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal oblíquo caudal pela janela temporal, com o transdutor rotacionado 45° em sentido horário e 20° em sentido dorsal. O desenho esquemático no canto inferior direito indica a topografia do corte. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.....	32
<b>Figura 17</b> Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cão <i>in vivo</i> no mesmo plano de corte ilustrado na figura 16. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.....	33
<b>Figura 18</b> Peça anatômica da cabeça de cão em secção dorsal oblíquo caudal em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura 19.....	34
<b>Figura 19</b> Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal oblíquo caudal pela janela temporal, com o transdutor rotacionado 45° em sentido horário e 30° em sentido dorsal. O desenho esquemático no canto inferior direito indica a topografia do corte. LE: lado esquerdo; D: Dorsal; Cr: cranial; Ca: caudal.....	34
<b>Figura 20</b> Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cão <i>in vivo</i> no mesmo plano de corte ilustrado na figura 19. LE: lado esquerdo; D: dorsal; Cr: cranial; Ca: caudal.....	35
<b>Figura 21</b> Peça anatômica da cabeça de cão em secção dorsal oblíqua caudal em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura 22.....	36
<b>Figura 22</b> Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal oblíquo caudal pela janela temporal, com o transdutor rotacionado 45° em sentido horário e 10° em sentido ventral. O desenho esquemático no canto inferior direito indica a topografia do corte. V: ventral; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.....	36
<b>Figura 23</b> Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cão <i>in vivo</i> no mesmo plano de corte ilustrado na figura 22. V: Ventral; LD: lado	

	direito; Cr: cranial; Ca: caudal.....	37
<b>Figura 24</b>	Peça anatômica da cabeça de cão em secção dorsal oblíqua caudal em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura 25.....	38
<b>Figura 25</b>	Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal oblíquo caudal pela janela temporal, com o transdutor rotacionado 45° em sentido horário e 20° em sentido ventral. O desenho esquemático no canto inferior direito indica a topografia do corte. V: Ventral; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.....	38
<b>Figura 26</b>	Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cão <i>in vivo</i> no mesmo plano de corte ilustrado na figura 25. V: Ventral; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.....	39
<b>Figura 27</b>	Peça anatômica da cabeça de cão em secção dorsal oblíqua cranial em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura 28.....	41
<b>Figura 28</b>	Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal oblíquo cranial pela janela temporal, com o transdutor rotacionado 45° em sentido anti-horário. O desenho esquemático no canto inferior direito indica a topografia do corte. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.....	41
<b>Figura 29</b>	Peça anatômica da cabeça de cão em secção dorsal oblíqua cranial em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura 30.....	42
<b>Figura 30</b>	Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal oblíquo cranial pela janela temporal, com o transdutor rotacionado 45° em sentido anti-horário. O desenho esquemático no canto inferior direito indica a topografia do corte. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.....	42
<b>Figura 31</b>	Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cão <i>in vivo</i> no mesmo plano de corte ilustrado na figura 30. LE: lado esquerdo; LD:	43

	lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.....	
<b>Figura 32</b>	Peça anatômica da cabeça de cão em secção dorsal oblíqua cranial em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura 33.....	44
<b>Figura 33</b>	Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal oblíquo cranial pela janela temporal, com o transdutor rotacionado 45° em sentido anti-horário e 10° em sentido dorsal. O desenho esquemático no canto inferior direito indica a topografia do corte. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.....	44
<b>Figura 34</b>	Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cão <i>in vivo</i> no mesmo plano de corte ilustrado na figura 33. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.....	45
<b>Figura 35</b>	Peça anatômica da cabeça de cão em secção dorsal oblíqua cranial em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura 36.....	46
<b>Figura 36</b>	Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal oblíquo cranial pela janela temporal, com o transdutor rotacionado 45° em sentido anti-horário e 20° em sentido dorsal. O desenho esquemático no canto inferior direito indica a topografia do corte. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.....	46
<b>Figura 37</b>	Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cão <i>in vivo</i> no mesmo plano de corte ilustrado na figura 36. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.....	47
<b>Figura 38</b>	Peça anatômica da cabeça de cão em secção dorsal oblíqua cranial em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura 39.....	48
<b>Figura 39</b>	Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal oblíquo cranial pela janela temporal, com o transdutor rotacionado 45° em sentido anti-horário e 30° em sentido dorsal. O desenho esquemático no canto inferior direito indica a topografia do corte. LE: lado esquerdo; D: dorsal; Cr:	48

	cranial; Ca: caudal.....	
<b>Figura 40</b>	Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cão <i>in vivo</i> no mesmo plano de corte ilustrado na figura 39. D: dorsal; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.....	49
<b>Figura 41</b>	Peça anatômica da cabeça de cão em secção dorsal oblíqua cranial em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura 42.....	50
<b>Figura 42</b>	Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal oblíquo cranial pela janela temporal, com o transdutor rotacionado 45° em sentido anti-horário e 10° em sentido ventral. O desenho esquemático no canto inferior direito indica a topografia do corte. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.....	50
<b>Figura43</b>	Peça anatômica da cabeça de cão em secção dorsal oblíqua cranial em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura44.....	51
<b>Figura 44</b>	Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal oblíquo cranial pela janela temporal, com o transdutor rotacionado 45° em sentido anti-horário e 10° em sentido ventral. O desenho esquemático no canto inferior direito indica a topografia do corte. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.....	51
<b>Figura 45</b>	Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cão <i>in vivo</i> no mesmo plano de corte ilustrado na figura 44. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.....	52
<b>Figura 46</b>	Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cão <i>in vivo</i> no mesmo plano de corte ilustrado na figura 44. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.....	52
<b>Figura 47</b>	Peça anatômica da cabeça de cão em secção dorsal oblíqua cranial em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura 48.....	53
<b>Figura 48</b>	Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal oblíquo cranial pela janela temporal, com	53

o transdutor rotacionado 45° em sentido anti-horário e 20° em sentido ventral. O desenho esquemático no canto inferior direito indica a topografia do corte. V: ventral; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.....

- Figura 49** Peça anatômica da cabeça de cão em secção dorsal oblíqua cranial em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura 50..... 54
- Figura 50** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal oblíquo cranial pela janela temporal, com o transdutor rotacionado 45° em sentido anti-horário e 20° em sentido ventral. O desenho esquemático no canto inferior direito indica a topografia do corte. V: ventral; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal..... 54
- Figura 51** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cão *in vivo* no mesmo plano de corte ilustrado na figura 50. V: ventral; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal..... 55
- Figura 52** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cão *in vivo* no mesmo plano de corte ilustrado na figura 50. LE: lado esquerdo; V: ventral; Cr: cranial; Ca: caudal..... 55
- Figura 53** Peça anatômica da cabeça de cão em secção longitudinal em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura 54..... 59
- Figura 54** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte longitudinal pela janela occipital, com o transdutor posicionado perpendicularmente ao forame magno. V: ventral; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal..... 59
- Figura 55** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cão *in vivo* no mesmo plano de corte ilustrado na figura 54. V: ventral; Cr: cranial; Ca: caudal..... 60
- Figura 56** Peça anatômica da cabeça de cão em secção longitudinal em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura 57..... 61
- Figura 57** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal pela janela occipital, com o transdutor posicionado perpendicularmente ao forame magno e

rotacionado em 90° no sentido anti-horário em relação ao plano anterior. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.....

- Figura 58** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cão *in vivo* no mesmo plano de corte ilustrado na figura 57. LE: lateral esquerda; LD: lateral direita; Cr: cranial; Ca: caudal..... 62
- Figura 59** Peça anatômica da cabeça de cão em secção longitudinal em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura 60..... 63
- Figura 60** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal pela janela occipital, com o transdutor rotacionado em 90° no sentido anti-horário e 10° em sentido caudal. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal..... 63
- Figura 61** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cão *in vivo* no mesmo plano de corte ilustrado na figura 60. LE: lateral esquerda; LD: lateral direita; Cr: cranial; Ca: caudal..... 64
- Figura 62** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal mediano, com o transdutor posicionado perpendicularmente em relação ao osso temporal. **A**, cursor posicionado sobre o septo pelúcido e o outro posicionado sobre a parede lateral do ventrículo direito, ilustrando as dimensões do ventrículo lateral direito. **B**, cursor posicionado sobre a parede lateral do ventrículo esquerdo, demonstrando as dimensões do ventrículo lateral esquerdo. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal..... 66
- Figura 63** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal mediano, com o transdutor posicionado perpendicularmente em relação ao osso temporal. Posicionamento dos cursores demonstrando a medida do manto encefálico: Cursor posicionado no centro da imagem sobre a linha hiperecogênica que representa a parede lateral do ventrículo esquerdo e o outro posicionado em região mais superficial, adjacente à linha arqueada hiperecogênica que representa o contorno da calota craniana. LE: lado esquerdo; 67

- LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.....
- Figura 64** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão pela janela temporal, em plano de corte dorsal oblíquo caudal, com o transdutor rotacionado 45° em sentido horário e inclinado 30° em sentido dorsal. A linha hiperecogênica no centro da imagem representa o sulco marginal e o posicionamento dos cursores ilustra a medida da sua espessura. LE: lado esquerdo; D: dorsal; Cr: Cranial; Ca: caudal..... 69
- Figura 65** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão pela janela temporal, em plano de corte dorsal oblíquo cranial, com o transdutor rotacionado 45° em sentido anti-horário e inclinado 30° em sentido dorsal. A linha hiperecogênica no centro da imagem representa o sulco coronal e o posicionamento dos cursores ilustra a medida da sua espessura. LE: lado esquerdo; D: dorsal; Cr: cranial; Ca: caudal..... 70
- Figura 66** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão pela janela temporal, em plano de corte dorsal oblíquo cranial, com o transdutor rotacionado 45° em sentido anti-horário e inclinado 20° em sentido ventral. A imagem central ecogênica de formato arredondado, circundada por um halo hiperecogênico representa a região de cerebelo, parte do tálamo e mesencéfalo, circundada pelo tentório ósseo do cerebelo e pelo osso basoesfenoidal. O posicionamento dos cursores referentes à distância 1 ilustra a medida do diâmetro ventro-lateral, os cursores referentes à distância 2 ilustra a medida do diâmetro caudo-cranial. LD: lado direito; V: ventral; Cr: cranial; Ca: caudal..... 71

## ULTRASSONOGRAFIA TRANSCRANIANA EM CÃES ADULTOS HÍGIDOS: PADRONIZAÇÃO DA TÉCNICA, ASPECTOS ANATÔMICOS E BIOMÉTRICOS

**RESUMO** - Com este trabalho objetivou-se correlacionar a ultrassonografia transcraniana com a anatomia encefálica, confeccionar um atlas com cortes anatômicos do encéfalo, à similitude dos planos de varredura ultrassonográficos, identificando e mensurando nas imagens as estruturas encefálicas visibilizadas, para padronizar dimensões em cães mesaticéfalos. Foram utilizados 37 cães adultos, hígidos, sem raça definida, sendo 30 *in vivo* e sete cadáveres. Nos cadáveres, após varredura, as cabeças foram removidas e seccionadas em planos anatômicos à similitude dos planos ultrassonográficos. Nos animais *in vivo* a identificação e as mensurações das estruturas encefálicas foram comparadas entre si para avaliar a repetibilidade da varredura eletrônica. No encéfalo foram realizados cortes ultrassonográficos em planos dorsais e dorsais oblíquos pela janelas temporal e occipital, sendo passível visibilizar regiões dos lobos frontal, temporal e occipital, ventrículos laterais, septo pelúcido, fissura longitudinal do cérebro, sulcos suprasilviano, marginal e coronal, cerebelo, tentório ósseo do cerebelo, vermes do cerebelo, e medula oblonga. As médias e os desvios padrão das estruturas encefálicas nos 30 cães *in vivo* não variaram ( $p > 0,05$ ) em função das janelas temporais e foram  $0,277\text{cm} \pm 0,030$  e  $0,281\text{cm} \pm 0,024$ ;  $1,643\text{cm} \pm 0,115$ ;  $0,161 \pm 0,021$  e  $0,157 \pm 0,016$ ;  $2,248 \pm 0,166$  e  $2,368 \pm 0,212$ , respectivamente para largura dos ventrículos laterais direito e esquerdo; manto encefálico; espessura dos sulcos marginal e coronal; diâmetros ventro-lateral e crânio-caudal da região cerebelar.

**Palavras-Chave:** cães, encéfalo, ultrassonografia

## TRANSCRANIAL ULTRASONOGRAPHY IN HEALTHY ADULT DOGS: TECHNICAL STANDARDIZATION, ANATOMICAL AND BIOMETRIC ASPECTS

**ABSTRACT** – the goals of this study were to correlate transcranial ultrasonography with brain anatomy, to make an atlas with anatomical cuts of the brain that were similar to the ultrasound plane images, to identify and to measure the brain structures visualized, in order to standardize their dimensions in mesaticephalic dogs. In this experiment, 37 adult, healthy mongrel dogs were used – 30 alive and 7 corpses. After the ultrasound procedure the head of the corpse was removed and cut in anatomical planes as the ultrasound plane images. In the live animals, the brain structures identification and measurements were compared to each other to assess the reproducibility of the ultrasound procedure. Ultrasound scans in dorsal and dorsal oblique planes were performed in the brain through the temporal and occipital window, with visualization of the frontal, temporal and occipital lobe, lateral ventricles, septum pellucidum, the longitudinal fissure of the brain, suprasylvian, marginal and coronal sulcus, cerebellum, the osseous tentorium of the cerebellum, the vermis of the cerebellum and the medulla oblongata. The average and the standard deviation of the brain structures of the 30 live dogs did not vary ( $p>0,05$ ) in both temporal window and were  $0,277\text{cm} \pm 0,030$  e  $0,281\text{cm} \pm 0,024$ ;  $1,643\text{cm} \pm 0,115$ ;  $0,161 \pm 0,021$  e  $0,157 \pm 0,016$ ;  $2,248 \pm 0,166$  e  $2,368 \pm 0,212$ , respectively for width of the right and left lateral ventricles and cerebral mantle, thickness of the marginal and coronal sulcus, and ventro-lateral and canio-caudal cerebellar diameter.

**Key Words:** dogs, brain, ultrasonography

## I. INTRODUÇÃO

O interesse pelo estudo do sistema nervoso central vem crescendo na medicina veterinária à medida que novas modalidades diagnósticas por imagem têm se tornado realidade (LORIGADOS, 2008).

A ultrassonografia foi o primeiro método de diagnóstico por imagem utilizada na investigação do encéfalo, sendo empregada inicialmente em seres humanos por LEKSELL (1956) em modo A (modulação de amplitude), em que a amplitude dos ecos detectados eram processados e apresentados em forma de gráficos em função da profundidade em que eram gerados. Embora esse método não possibilitasse obter imagens anatômicas do encéfalo, foi utilizado durante algum tempo para avaliar modificações intracranianas, como alterações na diferenciação entre o tecido normal e o tecido tumoral a partir dos ecos gerados (TANAKA et al., 1965).

O emprego da ultrassonografia em modo B (modulação do brilho) no crânio humano foi, inicialmente, relatado por VLIEGER et al. (1963) que utilizaram técnicas de exame por contato. A técnica do exame transcraniano era difícil em razão da superfície curva do crânio que causava acentuada descontinuidade de contato dos transdutores, gerando artefatos em campo proximal, com consequente degradação da imagem. Após 1973, concomitante ao desenvolvimento dos equipamentos, os autores empenharam-se em melhorar o emprego e o papel da ultrassonografia na avaliação neurológica (ABRÃO et al., 1998).

Somente em 1980, com a disponibilidade da imagem em tempo real e a popularização da fontanela anterior como janela acústica, a neurosonografia começou a ser utilizada extensivamente em neonatos, sendo considerada como um dos métodos de avaliação do encéfalo (BEN-ORA et al., 1980; LONDON, et al., 1980; BABCOCK & HAN, 1981; COHEN & HALLER, 1994; WANG et al., 2002). A partir desse período, muitos outros autores descreveram suas experiências com a ultrassonografia em modo B realizadas pela fontanela anterior e outras janelas, além das suturas dos ossos cranianos, tornando a ultrassonografia transcraniana reconhecida como método diagnóstico de desordens cerebrovasculares em seres humanos (BERG et al., 2008).

Na medicina veterinária, a neurosonografia também teve aplicação desde o início. Em 1972 a ultrassonografia em modo A foi utilizada para investigar lesões provocadas em encéfalos de cães. A partir de 1990, a ultrassonografia em modo B foi empregada para avaliar o encéfalo de filhotes de cães com menos de um mês de idade e de pequeno porte (CARVALHO & NEVES, 1996). A utilização desse método para exame do encéfalo de outras espécies também foi relatada (HUDSON et al., 1991, 1998).

Na medicina humana, com o desenvolvimento da tomografia computadorizada (TC), a utilização da ultrassonografia para o encéfalo foi praticamente abandonada. O interesse foi desviado para métodos de diagnósticos mais complexos, como a ressonância magnética (RM) e a tomografia por emissão de pósitrons (PET). Entretanto, a introdução dessas técnicas implicou em altos custos de produção, desenvolvimento, manutenção e de operação, e como consequência o difícil acesso e a viabilidade desses exames, especialmente na medicina veterinária (ABRÃO et al., 1998; LORIGADOS, 2008).

A ultrassonografia transcraniana tem a vantagem de ser um método não invasivo e de grande valor diagnóstico, sobretudo pela rapidez e o baixo custo com que pode ser realizada, sem a necessidade de anestésicos e pela ampla popularização da utilização de equipamentos de ultrassom (SCHELLINGER et al., 1985; VACHON & MIKITY, 1987). Com relação à acurácia, o exame ultrassonográfico transcraniano pode complementar os resultados de outros métodos de neuroimagem como a tomografia computadorizada e a ressonância magnética, em razão dos diferentes princípios de formação da imagem (reflexão de ondas ultrassonográficas nas interfaces com diferente impedância acústica), sendo, em alguns casos, considerada até superior à tomografia computadorizada (HUDSON et al., 1989; SPAULDING et al., 1990; BERG et al., 2008).

Atualmente, tem sido descrito, na medicina veterinária, o uso da ultrassonografia para o diagnóstico da hidrocefalia em cães pela fontanela persistente (CARVALHO & ANDRADE NETO, 2005; PRYNN & REDDING, 1968). Em estudo realizado por SAITO et al. (2001), um dos cães não tinha fontanela persistente, porém o diagnóstico foi

realizado via janela temporal, mostrando que a ausência da fontanela não impede o uso da ultrassonografia transcraniana em pequenos animais.

Em suma, a obtenção de uma imagem de boa resolução tem sido um desafio desde os primórdios da ultrassonografia transcraniana para a avaliação de estruturas cerebrais. Porém a melhoria na tecnologia dos transdutores e os avanços no processamento do sinal têm refinado a resolução da imagem. Dessa forma, tem se tornado mais acessível o estudo ultrassonográfico realizado através da tábua óssea íntegra com equipamentos modernos e de alta resolução, os quais permitem o detalhamento anatômico de estruturas normais e a localização de lesões, complementando a TC e a RM, a custos inferiores (BERG et al., 2008; LORIGADOS, 2008). No entanto, há na literatura uma lacuna referente à padronização da técnica ultrassonográfica transcraniana em cães como método diagnóstico na rotina médico hospitalar. Assim sendo, este trabalho teve como objetivos:

- Correlacionar as imagens ultrassonográficas obtidas pelas janelas temporal e occipital com a anatomia do encéfalo em cães mesaticéfalicos adultos, a fim de determinar o padrão de normalidade dos planos de varredura obtidos no exame ultrassonográfico.

- Confeccionar um atlas com imagens ultrassonográficas de cortes anatômicos oblíquos do encéfalo, correlacionando e identificando nas imagens ecográficas e macroscópicas as estruturas encefálicas.

- Mensurar as estruturas ultrassonográficas encefálicas passíveis de visualização, a fim de padronizar suas dimensões na população estudada.

## II. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 ANATOMIA DO CRÂNIO E ENCÉFALO

O sistema nervoso central é formado por células oriundas do tubo neural, denominadas de neuroepitélio, as quais se diferenciam em neuroblastos e glioblastos, dando origem mais tarde aos neurônios, astrócitos e oligodendrócitos. A partir dos glioblastos se formam as células endimárias, responsáveis pelo revestimento interno dos ventrículos. O mesênquima que envolve o tubo neural se condensa formando a membrana denominada meninge. A camada mais externa se espessa formando a dura-máter e a camada mais interna permanece delgada, formando a aracnóide e a pia-máter, constituindo a leptomeninge (MOORE & PERSAUD, 2004).

O encéfalo está contido em uma cavidade no interior do crânio, cujo limite rostral é formado por uma placa óssea do etmóide, a lâmina cribiforme, e o limite caudal pelo osso occipital. Lateralmente, a cavidade é limitada pelos ossos temporal, parietal e frontal, sendo o teto (*calvária*) da cavidade uma composição única formado pelo frontal e parietal. As partes caudal, dorsal e lateral de toda a cavidade craniana encaixam-se em harmonia. Sua característica interna mais proeminente é o tentório ósseo do cerebelo, uma grande projeção na junção das paredes dorsal e caudal (EVANS, 1993; MOLENAAR, 1997).

A base da cavidade craniana pode ser dividida em três fossas: a rostral, a média e a caudal. A fossa rostral, formada pelos ossos etmóide e pré-esfenóide, se estende até a abertura dos canais ópticos. Nessa região localiza-se o bulbo olfatório e parte rostral dos hemisférios cerebrais. A fossa média, formada pelo osso basisfenóide, prolonga-se dos canais ópticos às cristas petrosas da porção petrosa do osso temporal. Nessa região se situa o lobo parietal e temporal dos hemisférios cerebrais, além da fossa hipofisária na qual se encontra a hipófise. A fossa caudal se estende do limite caudal da fossa hipofisária ao forame magno. A fossa caudal aloja ventralmente o encéfalo médio, a ponte e a medula oblonga e, dorsalmente, o cerebelo (LORIGADOS, 2008).

As diferentes raças de cães apresentam grandes variações no formato e no tamanho do crânio. Cães que possuem um crânio longo e estreito são designados dolicocefálicos (Greyhound, Collie). Aqueles que possuem crânios muito largos e curtos são denominados braquicefálicos (Bulldog). Formatos intermediários são mesaticefálicos (Fox-terrier) (SISSON, 1986).

Durante o desenvolvimento fetal, são observadas suturas fibrosas entre os ossos do crânio. Essas suturas estendem-se a uma intersecção também chamada de fontanela. O cão possui uma fontanela mediana mais evidente na junção da sutura frontoparietal, região denominada bregma. Nas raças *toys* e condrodistróficas a fontanela bregmática é relativamente grande e pode permanecer aberta por três meses ou até por toda a vida (EVANS, 1993; CARVALHO & ANDRADE NETO, 2005).

O encéfalo é um órgão irregular, circundado por três membranas contínuas ou meninges denominadas dura-máter, aracnóide e pia-máter, cuja forma adapta-se muito aproximadamente à cavidade craniana em que fica alojado (MOLENAAR, 1997).

A membrana mais externa, a dura-máter, funde-se com o perióstio mais interno dos ossos do crânio; separa-se deste na margem do forame magno, formando um tubo livre separado da parede do canal vertebral por um espaço epidural. A dura-máter craniana forma determinadas pregas que se projetam para dentro e limitam os movimentos oscilatórios do encéfalo. A aracnóide é a primeira das duas membranas internas. A parte mais externa da aracnóide forma uma membrana contínua moldada em oposição ao envoltório da dura-máter. Sua superfície mais interna é ligada à pia-máter por inúmeras trabéculas e filamentos. A pia-máter está fixada diretamente ao encéfalo e à medula, e acompanha cada mudança em seus contornos. O espaço subaracnóide, entre a pia-máter e a aracnóide é preenchido pelo líquido cerebrospinal, cuja maior parte é produzida nos ventrículos laterais, no terceiro e quarto ventrículos por tufo capilares derivados do epêndima, denominados de plexo coróide (DE LAHUNTA, 1983; MOLENAAR, 1997; DYCE & SACK, 2004).

O encéfalo é dividido em segmentos, da direção rostral para caudal em telencéfalo – com dois hemisférios cerebrais; diencéfalo – com epitélamo, tálamo e hipotálamo; mesencéfalo – com a lâmina tectal (ou quadrigeminal) e o pedúnculo

cerebral; metencéfalo – com o cerebelo e a ponte; mielencéfalo – com a medula oblonga (SCHALLER, 1999; CARVALHO & ANDRADE NETO, 2005). O tronco encefálico, por sua vez, compreende o metencéfalo ventral (ponte), o mielencéfalo, o mesencéfalo e o diencéfalo (BEITZ & FLETCHER, 1993).

Os hemisférios cerebrais semi-ovais estão divididos um do outro por uma fissura longitudinal profunda e do cerebelo por uma fissura transversal e interligados por três vias comissurais: a comissura rostral, a comissura hipocampal caudalmente e o corpo caloso que é a maior delas. Cada hemisfério é moldado para exibir um padrão de elevações (giros) e depressões (sulcos) (BABCOCK & HAN, 1981; MOLENAAR, 1997; KONIG et al., 2004).

Os hemisférios podem ser divididos em lobos denominados pela porção óssea correspondente que os recobre. O lobo frontal é a porção mais rostral, limitado caudalmente pelo sulco cruzado. O lobo parietal é caudal ao sulco cruzado e dorsal ao giro Silviano e se estende caudalmente até o terço caudal do hemisfério cerebral. O lobo occipital inclui o terço caudal do hemisfério cerebral. O lobo temporal é composto pelos giros e sulcos da porção ventro-lateral dos hemisférios cerebrais, parte dos giros silvianos estão localizados nessa região (DYCE & SACK, 2004)

Os ventrículos I e II estão localizados em região paramediana nos hemisférios cerebrais como ventrículos laterais. O septo pelúcido forma a parte medial dos ventrículos laterais. O ventrículo III situa-se dentro do diencéfalo e comunica-se com os ventrículos laterais através do forâmen interventricular. O ventrículo IV tem forma de diamante e tem sua parte maior na junção entre a ponte e a medula, comunicando-se rostralmente com o terceiro ventrículo através do aqueduto mesencefálico (MOLENAAR, 1997; CARVALHO & ANDRADE NETO, 2005). No interior dos ventrículos estão localizados tufo de capilares, denominados plexos coróides, responsáveis pela produção do fluido cérebrospinal ou cefalorraquidiano (DE LA HUNTA, 1983).

O núcleo caudato possui a forma geral de uma vírgula, com uma grande cabeça fazendo saliência no assoalho da parte principal do ventrículo lateral, um corpo seguindo a curvatura caudal da cavidade e uma cauda relacionada com o teto de sua

extensão ventral. O diencéfalo forma a parte mais rostral do tronco encefálico. Sua parte mais ventral, o hipotálamo, compreende três partes: epítalamo, tálamo e hipotálamo, que se desenvolvem com relação ao teto, às paredes e ao assoalho do ventrículo III, respectivamente. O mesencéfalo aparece como duas colunas divergentes, os pedúnculos cerebrais, que compreendem tratos fibrosos localizados na passagem entre o telencéfalo e a parte caudal do tronco encefálico. Estes estão separados pela fossa interpeduncular (MOLENAAR, 1997)

O cerebelo é uma massa multifissurada, grosseiramente globular, localizada acima da ponte e da medula oblonga e ligada ao tronco encefálico por três pedúnculos de cada lado. Fica separado dos hemisférios cerebrais pela fissura transversa ocupada pelo tentório membranoso do cerebelo. O cerebelo consiste em grandes hemisférios laterais e uma saliência mediana estreita denominada verme (BEITZ & FLETCHER, 1993; DYCE & SACK, 2004).

A face ventral do encéfalo é completamente achatada e revela claramente as subdivisões do encéfalo. A parte caudal é composta pela medula oblonga, que se expande quando seguida à frente, até que termine atrás de uma proeminência transversal, a ponte, que pode ser delineada sobre a face lateral para unir-se ao cérebro. (MOLENAAR, 1997).

A medula espinhal é uma estrutura alongada, mais ou menos cilíndrica, mas com um achatamento dorsoventral e determinadas variações regionais de forma e dimensões. Um corte transversal da medula demonstra uma massa central de substância cinzenta perfurada na linha média por um pequeno canal central, o resíduo do lúmen do tubo neural embrionário. A substância cinzenta, que possui semelhança grosseira com o formato de uma borboleta, é comumente descrita por apresentar cornos ou colunas dorsais e ventrais. O corno dorsal corresponde à placa alar e o ventral à placa basal. Os neurônios dentro de cada corno estão especificamente agrupados de acordo com suas associações funcionais e tópicas, mas isto não é macroscopicamente discernível (MOLENAAR, 1997).

A substância branca que envolve a cinzenta divide-se em três funículos de cada lado, compostos por fibras nervosas ascendentes e descendentes, muitas agrupadas

em feixes de origem, destino e função comuns. O funículo dorsal está contido entre um sulco dorsal raso e a linha de origem das raízes dorsais dos nervos espinhais. O funículo lateral está contido entre as linhas das raízes dorsal e ventral. O funículo ventral está contido entre a linha das raízes ventrais e uma fissura ventral que penetra profundamente na substância branca (MOLENAAR, 1997).

## **2.2 EXAME ULTRASSONOGRÁFICO DO ENCÉFALO**

Na suspeita da presença de alguma alteração craniana, a radiografia convencional é geralmente o método de primeira escolha na rotina veterinária, embora não contribua significativamente como meio diagnóstico. A alta qualidade na radiografia pode mostrar detalhes na maioria das estruturas ósseas do crânio, mas é insensível para os tecidos moles. Conseqüentemente, achados radiográficos normais podem ocorrer em animais com lesão significativa no sistema nervoso central. Por essa razão, métodos de imagem adicionais são necessários para o acesso acurado de muitas afecções que afetam o cérebro (CARVALHO et al., 2007a).

Técnicas como a cintilografia, tomografia computadorizada, ressonância magnética e ultrassonografia, são técnicas novas de imagem cuja maior vantagem consiste no fato de serem métodos não invasivos, que não requer cateterização, intervenção operatória ou injeção intratecal, promovendo diagnóstico com aumento da acurácia e redução do risco. Por outro lado, a maior desvantagem do avanço da tecnologia de imagem é o alto custo da compra e a manutenção dos equipamentos. Esse fator tem limitado a aplicação da tomografia computadorizada, ressonância magnética e cintilografia na medicina veterinária (BRAWNER, 1993; LORIGADOS, 2008).

Atualmente, como rotina na veterinária, a ultrassonografia transcraniana é realizada em animais neonatos (HUDSON et al 1989; 1991).

EDWARDS et al. (1981) realizaram exame ultrassonográfico transcraniano utilizando a fontanela anterior como janela acústica em 56 neonatos. Comparando as imagens sonográficas com as obtidas por tomografia computadorizada, esses autores

mostraram que a ultrassonografia transcraniana pode substituir a tomografia computadorizada como método de triagem para investigação do tamanho ventricular.

CARVALHO et al. (2007a), realizaram ultrassonografias transcranianas em 55 cães com sinais clínicos de afecções neurológicas de origem central e observaram que a sensibilidade e a especificidade do método na detecção de lesões focais foram 83% e 93% respectivamente.

Apesar da afirmativa de que o osso não permite a transmissão das ondas sonoras, refletindo 100% do feixe ultrassônico, RUBENSTEIN et al, (1984); BERLAND et al, (1988); BAILEY (1990) e KODAIRA (1995) realizaram trabalhos sobre a utilização da ultrassonografia transcraniana em seres humanos adultos. Interesse semelhante pela aplicabilidade dessa técnica na medicina veterinária, até então, não tinha sido observado.

A grande diferença de impedância acústica em uma interface de tecidos moles com uma superfície óssea gera artefatos de reflexão, em razão da diferença de velocidade do feixe ultrassônico nos meios. A absorção do feixe acústico depende também da espessura óssea, sendo a energia transmitida nunca superior a 35% da emitida. Por outro lado, uma camada de osso esponjoso, denominada díploe, é encontrada em alguns ossos do crânio, como no frontal e na porção dorsal do parietal. Composta por espículas ósseas dispostas em varias direções, esta camada esponjosa é responsável pela atenuação do feixe sônico. Já, ossos compactos possuem efeito de refração mais importante do que de atenuação. Assim sendo, em virtude da fina estrutura e por ser compacto, o osso temporal tem sido utilizado como janela acústica viável na realização da ultrassonografia transcraniana em seres humanos (WHITE et al., 1978; BERLAND et al., 1988; KODAIRA, 1995; NYLAND et al., 2002).

WANG et al. (2002) estudaram a viabilidade da ultrassonografia transcraniana para avaliação de crianças com dores de cabeça. Utilizaram como janela acústica a área temporal, convexidade parietal, área supra-orbital e forame magno. Observaram que todas as janelas acústicas são viáveis para a avaliação ultrassonográfica transcraniana, com especificidade de 99,8% e sensibilidade de 75% na detecção de tumores encefálicos, hematomas, cistos aracnóides e hidrocefalia.

Na medicina Veterinária, cães com menos de 1 mês de idade podem ser avaliados pela fontanela bregmática (HUDSON et al., 1991). O transdutor posicionado sobre a fontanela permite a obtenção de imagem oblíqua transversa por meio de movimentos de varredura com esta sendo deslocada no sentido rostral para o caudal, e posteriormente no sentido inverso, o que lembra o movimento de um “limpador de pára-brisa”. Ato contínuo, o transdutor é rotacionado em 90° para a obtenção de imagens em planos parasagittais por meio de movimentos de varredura em leque com este sendo deslocado no sentido laterolateral do lado direito para o esquerdo e, posteriormente, no sentido contrário (HUDSON et al., 1998).

Alguns autores relataram a utilização do osso temporal como janela acústica. Segundo HUDSON et al. (1998) e CARVALHO et al. (2007a), a abordagem transcraniana pode ser realizada com sucesso em alguns cães com a fontanela fechada. Nestes animais a calota craniana é suficientemente fina, de modo a permitir o acesso ultrassonográfico transcraniano através do osso temporal. LORIGADOS (2008) utilizou o osso temporal e a porção lateral do osso parietal como janelas acústicas em cães adultos, realizando varredura encefálica no sentido rostrocaudal (por meio de cortes transversais) e dorsoventral (por meio de cortes dorsais ou coronais), os quais foram correlacionados com cortes anatômicos e com imagens obtidas em tomografia computadorizada.

Em seres humanos, ABRÃO et al. (1998) observaram que o transdutor posicionado em janela temporal com angulação um pouco oblíqua e posterior permite a obtenção de imagem dos cornos anteriores dos ventrículos laterais, do terceiro ventrículo e dos cornos temporais e hemisférios cerebelares.

A utilização de transdutores setoriais ou convexos é mais indicada, uma vez que a janela acústica é pequena. A superfície de contato dos transdutores deve ser curta e pequena. A frequência ideal do transdutor varia de acordo com a janela acústica utilizada na realização do exame. A ultrassonografia transcraniana em seres humanos depende de transdutores de baixa frequência (2 ou 3 MHz) para penetrar a porção escamosa do osso temporal após o fechamento da fontanela. Em cães com a fontanela rostral aberta, utilizada como janela acústica, recomenda-se o uso de transdutor de alta

freqüência (7 a 12 MHz). Para avaliação encefálica através do osso temporal, é indicado transdutores de baixa frequência (5 MHz ou menos), para possibilitar a penetração do feixe sonoro através da estrutura óssea (SEIBERT et al., 1990; HUDSON et al., 1998; CARVALHO et al., 2007b; LORIGADOS, 2008).

Segundo ABRÃO et al. (1998), através da varredura encefálica pela janela temporal em seres humanos, são passíveis de visualização a cisterna basal, fissura longitudinal do cérebro, lobos frontais temporais e occipitais, substâncias branca e cinzenta, ventrículos laterais, sulcos caloso e esplenial, pedúnculos cerebrais.

Sonograficamente, as estruturas encefálicas visualizadas em cães apresentam aspectos semelhantes aos descritos para os seres humanos. Nos planos transversais e sagitais, realizados pela fontanela bregmática, os contornos da caixa craniana podem ser identificados como uma linha hiperecogênica, a fissura longitudinal como uma linha hiperecogênica no centro da imagem, os sulcos caloso e esplenial identificados como linhas hiperecogênicas que auxiliam a orientação do examinador e a matéria cerebral cinza e branca aparece hipocócica, tendendo a moderada ecogenicidade. Em plano transversal mediano é possível visualizar os ventrículos laterais normais como áreas anecogênicas, bilateralmente simétricas na região mediana central do encéfalo, com a presença de uma linha hiperecogênica em seu assoalho, representada pelo plexo coróide (composto por vasos), sobrepondo o tálamo (HUDSON et al., 1990; SPAULDING et al., 1990; CARVALHO & ANDRADE NETO, 2005).

HUDSON et al. (1989) observaram que, em planos transversos mais caudais, realizados com o transdutor posicionado na fontanela bregmática, o ventrículo III pode ser visualizado como uma região mediana hiperecogênica em decorrência da presença do plexo coróide hiperecogênico. Caudalmente à adesão intertalâmica, a porção dorsal do hipocampo aparece como uma estrutura oval hipocócica formando as paredes ventral e medial da porção dorsal do ventrículo lateral.

Segundo HUDSON et al. (1998), existem algumas diferenças entre o encéfalo neonatal e o de animais adultos. O tentório do cerebelo é cartilaginoso permitindo sua visualização por meio do acesso através da linha média dorsal em filhotes, mas não em adultos. Os sulcos e giros do encéfalo de animais neonatais são menos desenvolvidos

do que em animais adultos. O hipocampo é uma estrutura proeminente no encéfalo de animais adultos, porém não é visibilizado claramente no encéfalo de neonatos.

LORIGADOS (2008) descreveu a visualização ultrassonográfica do vermis do cerebelo como linhas paralelas hiperecogênicas em cães adultos, utilizando o forame magno como janela acústica.

Existem poucos trabalhos sobre medidas das dimensões dos ventrículos laterais. HUDSON et al. (1990) realizaram ultrassonografia transcraniana, pela fontanela bregmática persistente, ou por meio de craniotomia cirúrgica em 23 cães. Em oito cães apresentando exame neurológico normal, utilizando planos transversos ao nível da adesão intertalâmica, observaram que a medida da altura dos ventrículos laterais foram cerca de 0,04 a 0,35 cm com uma média de 0,15 cm. A espessura do manto encefálico acima de cada ventrículo variou de 1,24 a 2,15 cm com uma média de 1,75 cm.

SPAULDING et al. (1990) avaliaram a aplicabilidade do ultrassom na avaliação dos ventrículos laterais de 28 cães com fontanela aberta. As medidas dos ventrículos laterais foram realizadas em plano de corte transversal, ao nível da fossa pituitária, obtidos por meio da utilização da fontanela bregmática como janela acústica. A porcentagem do cérebro ocupada pelos ventrículos laterais foi calculada comparando a medida dorsoventral do cérebro com a dorsoventral dos ventrículos laterais. Os valores obtidos foram categorizados em três grupos: normal (0 – 14% e ventrículos de 0 – 4mm); ventriculomegalia moderada (15 – 25% e ventrículos de 5 – 9mm); ventriculomegalia severa (mais de 25% e ventrículos com 10mm ou mais). Concluíram que ultrassonografia pela fontanela é viável para determinar o tamanho ventricular e a anatomia encefálica.

O exame ultrassonográfico transcraniano é indicado para animais que apresentam sinais clínicos de distúrbio neurológico central, como diminuição do reflexo e tônus muscular, déficit de reação postural em membros, movimentação ou postura anormal, paralisia de membros, nistagmo, déficit de reação de nervos cranianos, agressividade ou alterações comportamentais, alteração do estado mental e crises convulsivas (BRAUND, 2003).

A aplicação mais comum da ultrassonografia do encéfalo é na determinação do tamanho dos ventrículos laterais em cães de raças pequenas com suspeita de hidrocefalia, onde comumente a fontanela encontra-se aberta (HUDSON et al., 1998).

A hidrocefalia, definida como acúmulo patológico de líquido cefalorraquidiano no sistema ventricular, pode ser ultrassonograficamente observada pelo aumento das dimensões dos ventrículos que passam a apresentar-se repletos por líquido anecogênico e homogêneo. Com o aumento severo, os sulcos cerebrais ficam achatados e difíceis de serem identificados (HUDSON et al., 1990; SPAULDING et al., 1990; CARVALHO & ANDRADE NETO, 2005).

Vale ressaltar que ventrículos laterais dilatados podem representar um achado incidental comum em cães pequenos das raças toy e braquicefálicas, sem a presença de sinais clínicos associados. No entanto, em alguns casos, a falha na drenagem do líquido cefalorraquidiano causa dilatação ventricular progressiva, produzindo um aumento na pressão intracraniana, que causa diminuição na perfusão cerebral e destruição tecidual, podendo levar ao déficit neurológico severo. Existe, portanto, uma pobre correlação entre a severidade dos sinais clínicos e o grau de hidrocefalia (SAITO et al., 2003).

A segunda aplicação mais freqüente da ultrassonografia transcraniana é a investigação do encéfalo de animais com suspeita de neoplasia, em que o tamanho da massa pode ser monitorado por meio do defeito craniano resultante de lise óssea patológica ou de investigação cirúrgica prévia (HUDSON et al., 1998).

O aspecto sonográfico das massas depende da sua composição tecidual, assim como do nível de desmielinização das células nervosas, a quantidade de tecido necrótico e de tecido fibroso no local da lesão. Muitas neoplasias, em seres humanos e em animais, aparecem como lesões hiperecogênicas, porém quanto maior a quantidade de necrose tecidual, menor a ecogenicidade da lesão (CARVALHO & ANDRADE NETO, 2005; DINIZ, 2007).

GALLAGHER et al. (1995) estudaram a avaliação ultrassonográfica intra-operatória para detecção de massa encefálica em cães e gatos, observando que as

massas cerebrais apresentavam ecogenicidade elevada em comparação com o tecido cerebral normal e foram facilmente localizadas.

A ultrassonografia pode ser utilizada ainda para avaliar a integridade dos contornos da caixa craniana e do próprio cérebro, bem como para determinar a presença de hemorragia subaracnóidea ou intraparenquimal, quando houver fratura craniana em consequência de trauma (HUDSON et al., 1998; CARVALHO & ANDRADE NETO, 2005).

Poucos relatos são encontrados na literatura veterinária sobre a utilização da ultrassonografia no diagnóstico de outras afecções encefálicas tais como cistos (SAITO et al., 2001), abscessos (ENZMANN et al., 1982), processos inflamatórios (DZYBAN; TIDWELL, 1996), processos hemorrágicos ou isquêmicos (LILLEHEI et al., 1984; HUDSON et al., 1998; FUKUSHIMA et al., 2000), malformações congênitas, edema e ventriculites (CARVALHO & ANDRADE NETO, 2005).

SAITO et al. (2001) descreveram o aspecto ultrassonográfico de cistos aracnóides na cisterna quadrigeminal como áreas anecogênicas, de formato triangular e contornos bem definidos, localizadas na porção caudal entre os lobos occipitais, dorsal ao mesencéfalo e rostral ao cerebelo na cisterna quadrigeminal (corte realizado pela da fontanela) e entre os dois ventrículos laterais (corte realizado pela janela temporal)

Abscessos encefálicos podem ser visibilizados como lesões pobremente definidas e hiperecogênicas em função do conteúdo de alta celularidade. Para diagnóstico definitivo entre hematoma e abscesso, é necessária biópsia por aspiração realizada com agulha fina (CARVALHO & ANDRADE NETO, 2005).

A hemorragia intracraniana pode produzir áreas hipo ou hiperecogênicas, dependendo do tempo de evolução, sendo o aspecto inicial hipoecogênico, mas rapidamente se torna hiperecogênico com a agregação de eritrócitos (HUDSON et al., 1998; NYKAMP et al., 2001).

A lissencefalia, que ocorre a partir de defeitos na migração neural, durante o desenvolvimento fetal, é uma anormalidade do desenvolvimento que exhibe ausência ou número limitado de circunvoluções cerebrais, caracterizando-se,

ultrassonograficamente, pela ausência das imagens dos sulcos cerebrais, normalmente observadas em campo proximal da tela (GREENE & BRAUND, 1992).

SMITH et al. (1985) descreveram o aspecto ultrassonográfico do edema cerebral relacionado à presença de massa encefálica. Segundo esses autores, o edema cerebral pode apresentar aparência hiperecogênica variável, as áreas hiperecogênicas do cérebro próximas a massas cerebrais não são necessariamente hemorragia e o edema ecogênico pode interferir na acurácia do mapeamento de lesões cerebrais extensas de moderada ecogenicidade.

### **III. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 ANIMAIS**

Foram utilizados, para a varredura ultrassonográfica transcraniana 30 cães adultos, sem raça definida, 8 machos e 22 fêmeas, entre 2 e 10 kg, sendo 14 provenientes do Centro de Pesquisa em Sanidade Animal (CPPAR) e 16 da rotina do Hospital Veterinário Governador Laudo Natel, ambos setores da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - câmpus de Jaboticabal - SP. Estes animais foram previamente submetidos ao exame clínico, com avaliação de parâmetros como temperatura corpórea, auscultação cardíaca e pulmonar, palpação abdominal e exame neurológico, com a finalidade de determinar o estado de saúde geral. Animais que apresentaram alterações em qualquer um destes parâmetros foram descartados do experimento.

Para a secção do encéfalo, à similitude dos planos de varredura ultrassonográficos transcranianos, foram utilizados sete cadáveres de cães adultos, 4 machos e 3 fêmeas, submetidos à eutanásia, não apresentando sinais clínicos de desordem neurológica, sob indicação clínica do Setor de Clínica Médica ou Cirúrgica do Hospital Veterinário Governador Laudo Natel – FCAV/UNESP – *campus* de Jaboticabal e do Centro de Controle de Zoonoses da cidade de Ribeirão Preto - SP. Quanto à conformação craniana, foram utilizados cães classificados fenotipicamente como mesaticefálicos.

#### **3.2 PADRONIZAÇÃO DA TÉCNICA**

##### **3.2.1 EQUIPAMENTO**

A avaliação ultrassonográfica do encéfalo foi realizada em um equipamento *Sonoscape* modelo SSI – 1000V, equipado com transdutor convexo multifrequencial modelo 5P1 phased array, com frequência variando de 4 a 7MHz.

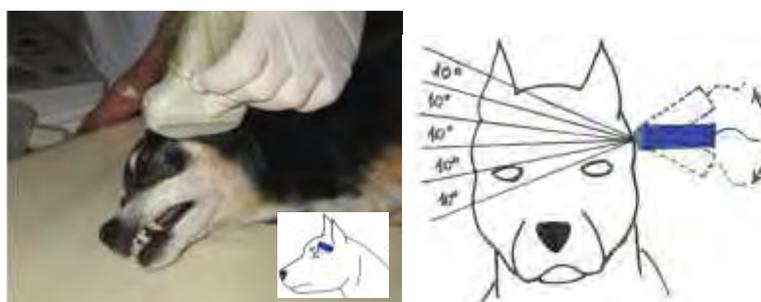
### 3.2.2 EXAME ULTRASSONOGRÁFICO TRANSCRANIANO

Para a realização do exame ultrassonográfico transcraniano do encéfalo em modo B, foram utilizados como janelas acústicas o osso temporal e o forame magno, a técnica de varredura utilizada foi adaptada às técnicas descritas por Abraão et al. (1998) em crianças. Para padronização dos exames ultrassonográficos, os animais foram posicionados em decúbito lateral esquerdo, para o acesso pela janela temporal do lado direito da cabeça, e em decúbito lateral direito para o acesso do lado esquerdo da cabeça. O acesso pelo forame magno foi realizado com o animal posicionado em decúbito lateral direito, com a cabeça flexionada ventralmente, formando um ângulo de aproximadamente 30° entre a mandíbula e o pescoço. Foi realizada tricotomia bilateral nas regiões temporais e na região occipital, seguindo-se aplicação de gel condutor acústico entre o transdutor e a pele do animal.

O transdutor foi posicionado, inicialmente, perpendicular ao osso temporal (plano frontal), cranialmente à orelha, paralelo e dorsalmente ao processo zigomático, obtendo-se um plano de secção dorsal (Figura 1). Ato contínuo, o transdutor foi rotacionado em sentido horário, em aproximadamente em 45° de seu eixo central, seguindo-se a realização de cortes, de aproximadamente de 10° em 10°, em planos frontais longitudinais oblíquos, obtidos com movimento em leque do transdutor, no sentido ventrodorsal (Figura 2). Terminada a varredura do encéfalo com o transdutor nesta posição, o mesmo foi rotacionado, agora, no sentido anti-horário, em aproximadamente 90°. Planos de cortes, com o transdutor reposicionado foram realizados a semelhança dos planos anteriores (Figura 3).



**Figura 1.** Imagem e desenho esquemático ilustrando o posicionamento do transdutor perpendicular ao osso temporal para a varredura ultrassonográfica do encéfalo em plano dorsal



**Figura 2.** Imagem e desenho esquemático ilustrando o posicionamento do transdutor após movimento de rotação de  $45^\circ$  em sentido horário para a varredura ultrassonográfica do encéfalo nos planos dorsais oblíquos caudais



**Figura 3.** Imagem e desenho esquemático ilustrando o posicionamento do transdutor após movimento de rotação de  $90^\circ$  (em relação à figura 2) em sentido anti-horário para a varredura ultrassonográfica do encéfalo nos planos dorsais oblíquos craniais

Para avaliação ultrassonográfica do encéfalo utilizando o forame magno como janela acústica, o transdutor foi posicionado, inicialmente, perpendicular ao mesmo (plano sagital), caudalmente à crista do occipital e cranialmente às primeiras vértebras cervicais (Figura 4A). Ato contínuo, o transdutor foi rotacionado em sentido anti-horário, em aproximadamente em 90° de seu eixo central, seguindo-se a realização de dois planos de corte: um corte dorsal, com o transdutor posicionado perpendicularmente ao forame Magno (Figura 4B) e um corte dorsal oblíquo, com o transdutor inclinado caudalmente em aproximadamente de 10° em relação ao plano anterior.



**Figura 4.** Imagem ilustrando o posicionamento do transdutor para varredura ultrassonográfica do encéfalo através da janela occipital. **A**, Posicionamento do transdutor perpendicular ao forame magno para obtenção de imagem em plano longitudinal. **B**, Posicionamento do transdutor após rotação de 90° (em relação à figura A) em sentido anti-horário para varredura ultrassonográfica do encéfalo nos planos dorsal e dorsal oblíquo.

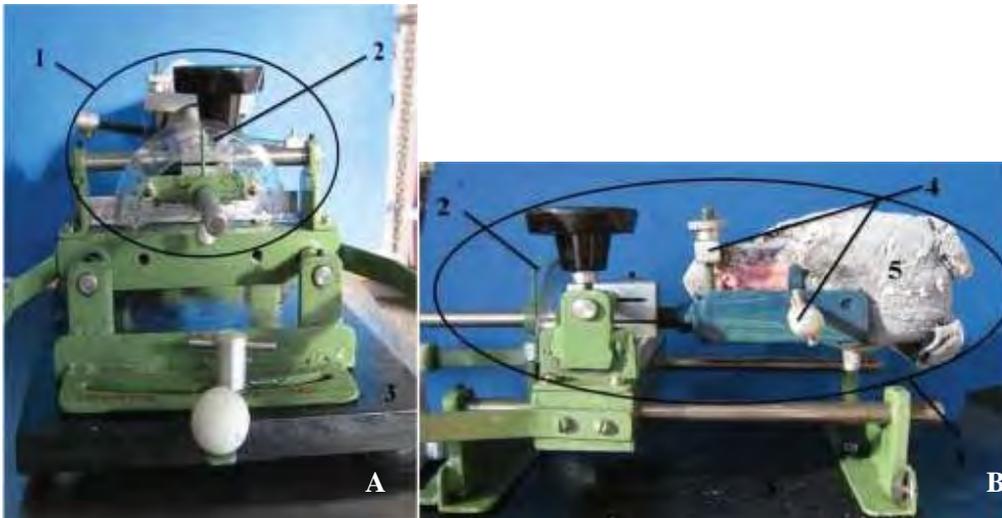
Nos sete cadáveres de cães, animais recém eutanasiados, foi realizada avaliação ultrassonográfica seguindo a técnica acima descrita. Durante esta avaliação foram realizadas marcações na cabeça do animal, em topografia correspondente aos cortes sonográficos, utilizando para isto uma caneta tipo pincel atômico, para referendar a secção dos planos de cortes anatômicos correspondentes aos planos de varredura ultrassonográficos.

### 3.3 PADRONIZAÇÃO DOS PLANOS DE CORTES ANATÔMICOS

Após avaliações ultrassonográficas, as cabeças dos cadáveres foram removidas, congeladas inicialmente a  $-30^{\circ}\text{C}$  durante 48h e posteriormente a  $-70^{\circ}\text{C}$  durante uma semana, segundo técnica descrita por RODRIGUEZ et al. (2007).

Após congelamento, imediatamente antes da secção, as cabeças foram fixadas, uma de cada vez, numa peça de metal confeccionada exclusivamente para a realização deste trabalho (figura 5). A peça, constituída de uma base de metal acoplada a uma porção articulada na qual foram fixadas as cabeças, permitiu rotacionar a cabeça ao redor do seu próprio eixo e mensurar os ângulos de rotação ( $10^{\circ}$  em  $10^{\circ}$ ), facilitando assim a realização dos cortes anatômicos na mesma angulação dos planos de corte ultrassonográficos.

Após fixação na peça metálica e com auxílio de serra elétrica fixa em fita, as cabeças foram seccionadas nas marcações realizadas previamente. A cabeça do cadáver de número 1 foi seccionada na marcação realizada para o corte ultrassonográfico em plano dorsal. As cabeças dos cadáveres de números 2 e 3 foram seccionadas nas marcações para os cortes oblíquos correspondentes aos planos obtidos com transdutor rotacionado a  $45^{\circ}$  no sentido horário em relação ao plano dorsal inicial (planos dorsais oblíquos caudais). Os cadáveres de números 4 e 5 tiveram as respectivas cabeças seccionadas nas marcações para os cortes oblíquos correspondentes aos planos obtidos com o transdutor rotacionado  $45^{\circ}$  no sentido anti-horário em relação ao plano dorsal inicial (planos dorsais oblíquos craniais). A cabeça do cadáver de número 6 foi seccionada na marcação para o corte ultrassonográfico em plano sagital realizado pela janela occipital. Finalmente, o cadáver de número 7 teve a cabeça seccionada nas marcações para os cortes dorsal e dorsal oblíquo caudal, realizados através da janela occipital. Dentre o material obtido por meio da secção das cabeças dos cadáveres de números 2 e 3, bem como dos cadáveres de números 4 e 5, foram selecionados os melhores cortes anatômicos para a obtenção de imagens fotográficas.



**Figura 5** – **A**, Peça metálica confeccionada para auxiliar na realização dos cortes anatômicos do encéfalo. **B**, Posicionamento e fixação da cabeça de cadáver de cão congelada na porção articulada da peça metálica, imediatamente antes da realização dos cortes anatômicos. 1, porção articulada da peça; 2, transferidor para mensuração do ângulo de rotação da cabeça; 3, base da peça; 4, fixadores para cabeça; 5, cabeça de cadáver de cão congelada.

### 3.4 PROCESSAMENTO DAS IMAGENS E DENOMINAÇÃO DAS ESTRUTURAS

Cada plano de corte anatômico foi fotografado com câmera digital em 8,1 mega pixels. As imagens foram, posteriormente, trabalhadas em programa de imagem *Adobe Photoshop* e *Power Point*, sendo definidas e nomeadas as respectivas regiões encefálicas. As estruturas anatômicas relacionadas às secções dos encéfalos foram identificadas com base na *Nomenclatura Anatômica Veterinária Ilustrada* (SCHALLER, 1999) e a terminologia utilizada segundo o *International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature* (2005). Para identificação dos sulcos, fez-se uso das designações empregadas por (BEITZ & FLETCHER, 1993; FLETCHER, 1993; KITCHELL, 1993), em razão da presença de desenhos esquemáticos que facilitaram a identificação e a localização dos sulcos encefálicos.

As imagens obtidas foram transportadas do aparelho ultrassonográfico para um computador *DELL* modelo D520, utilizando um dispositivo USB da marca *pqi* de 4GB, documentadas e arquivadas para posterior análise.

As imagens dos planos de varredura ultrassonográficos obtidos nos cadáveres foram correlacionadas com as imagens dos cortes anatômicos, para identificação das regiões e estruturas encefálicas.

As imagens ultrassonográficas *in vivo* dos 30 cães, foram comparadas entre si, plano a plano, e posteriormente comparadas com as imagens ultrassonográficas dos encéfalos dos cadáveres e com os respectivos planos anatômicos.

### **3.5 PADRONIZAÇÃO DAS MEDIDAS DOS VENTRÍCULOS LATERAIS, SULCO MARGINAL, SULCO CORONAL E REGIÃO CEREBELAR**

Durante a avaliação ultrassonográfica *in vivo* nos 30 cães, foram mensurados os ventrículos laterais direito e esquerdo, o sulco marginal dos hemisférios cerebrais direito e esquerdo, o sulco coronal dos hemisférios cerebrais direito e esquerdo e a área correspondente à região do mesencéfalo, tálamo e cerebelo - estruturas encefálicas previamente identificadas por meio da comparação entre os cortes anatômicos e as imagens dos planos de varredura ultrassonográficos obtidos nos cadáveres - com a finalidade de padronizar as medidas das dimensões destas estruturas em condições normais.

Os ventrículos laterais direito e esquerdo foram mensurados por meio do plano de corte dorsal, realizado com o animal em decúbito lateral direito e o transdutor posicionado perpendicularmente ao osso temporal esquerdo (Figura1).

A mensuração do sulco marginal foi realizada em plano de corte dorsal oblíquo caudal (Figura 2), com o transdutor angulado 30° em sentido dorsal.

O sulco coronal foi mensurado em plano de corte dorsal oblíquo cranial (Figura 3), com o transdutor angulado 30° em sentido dorsal. Primeiramente o animal foi posicionado em decúbito lateral direito para mensuração do sulco coronal presente no

hemisfério cerebral esquerdo e, posteriormente, em decúbito lateral esquerdo para mensuração do sulco coronal contralateral.

Finalmente, foi realizada a mensuração da área correspondente às regiões de tálamo, mesencéfalo e cerebelo, bilateralmente, inicialmente com o animal em decúbito lateral direito e posteriormente com o animal em decúbito lateral esquerdo, em plano de corte dorsal oblíquo cranial (Figura 3), com o transdutor angulado 20° em sentido ventral.

### **3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA**

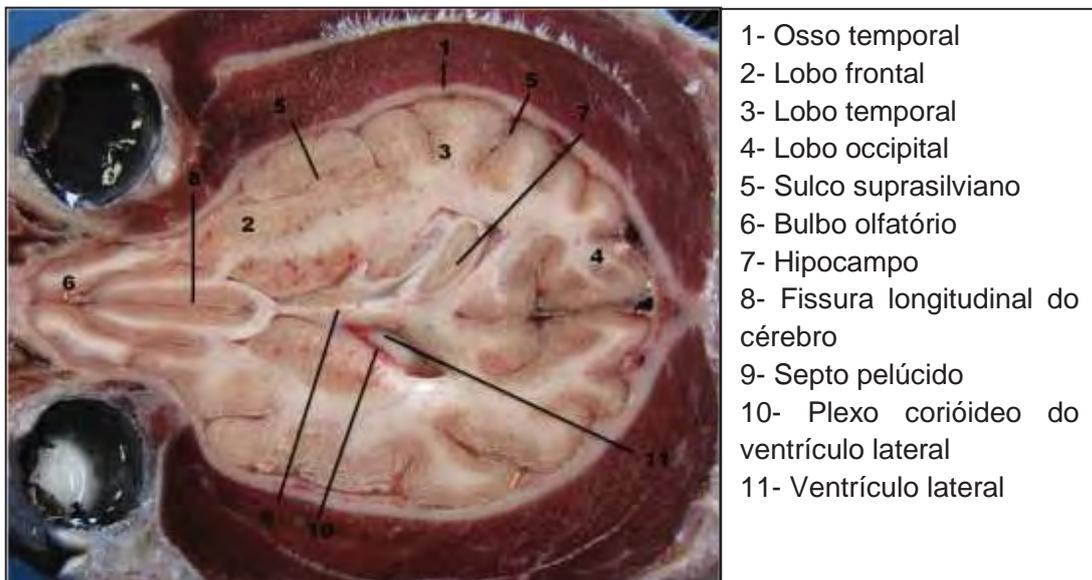
Os valores relativos às medidas dos ventrículos laterais, manto encefálico, sulco marginal, sulco coronal, diâmetro ventro-lateral e diâmetro crânio-caudal do cerebelo, mensuradas em cada cão *in vivo*, foram apresentadas sob a forma de médias, acompanhadas dos respectivos desvios padrão. A média das medidas do sulco marginal, obtidas por meio do exame realizado pela janela temporal direita, foram comparadas com a média das medidas da mesma estrutura, obtidas por meio do exame realizado pela janela contralateral, utilizando o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. O mesmo foi realizado para as médias das medidas do sulco coronal, diâmetros ventro-lateral e crânio caudal da região cerebelar.

As análises citadas foram realizadas com o auxílio do *software* estatístico AgroEstat (BARBOSA & MALDONADO, 2010).

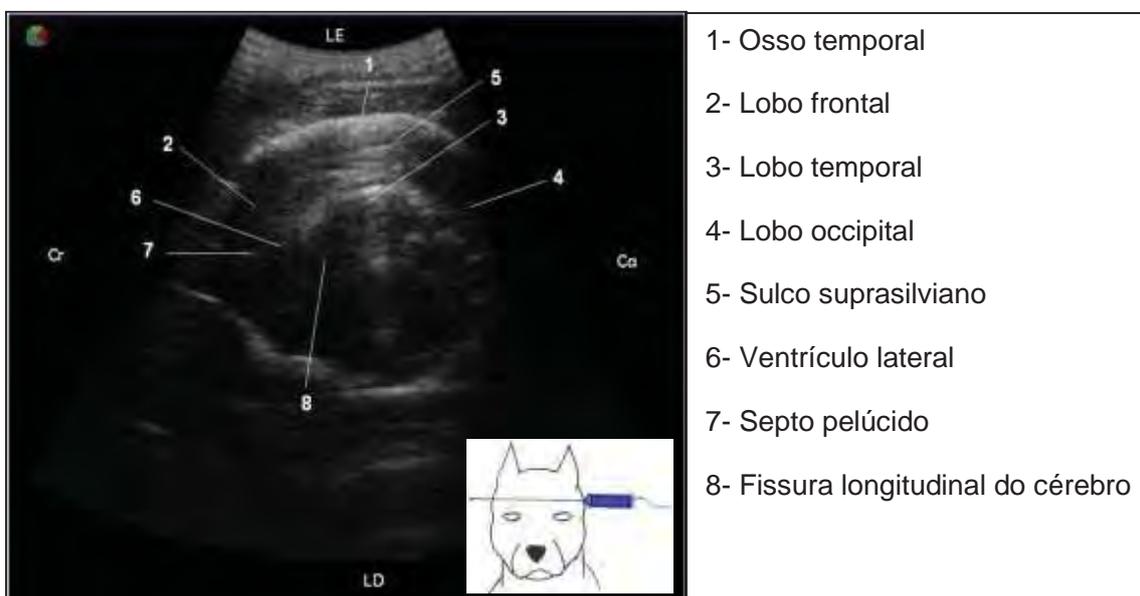
## IV. RESULTADOS

### 4.1 EXAME ULTRASSONOGRÁFICO TRANSCRANIANO REALIZADO COM O TRANSDUTOR POSICIONADO PERPENDICULARMENTE AO OSSO TEMPORAL

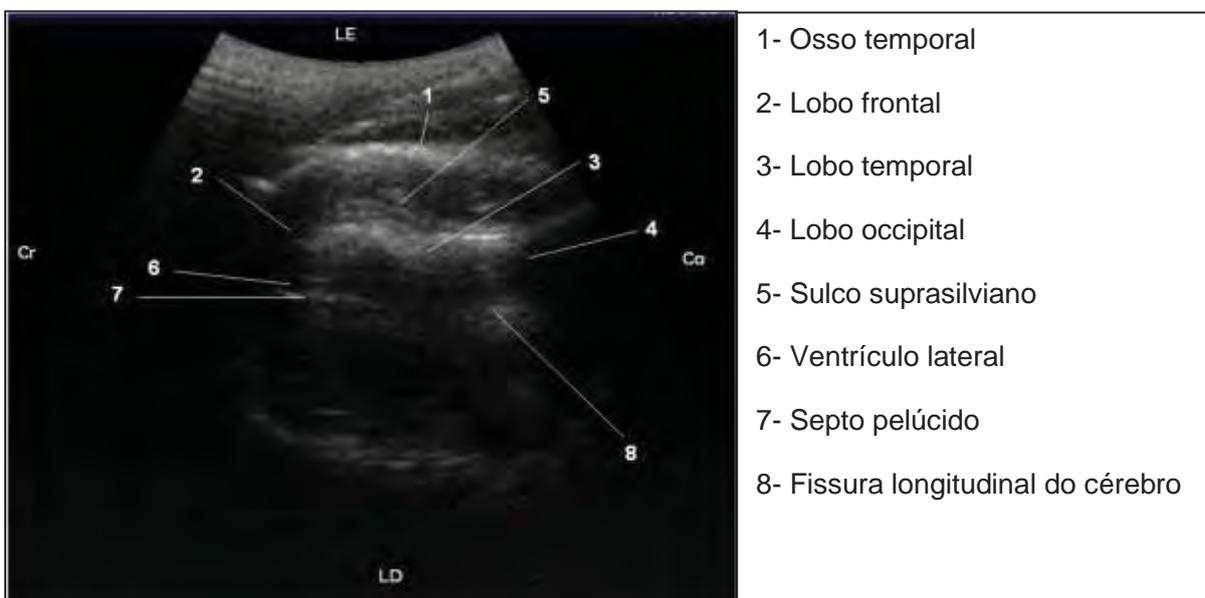
Nesta etapa foi estabelecido um único corte ultrassonográfico em plano dorsal. A identificação ultrassonográfica das estruturas encefálicas foi realizada com o auxílio da secção anatômica da cabeça na topografia do corte ultrassonográfico (Figura 6). O exame ultrassonográfico transcraniano neste plano, realizado pela janela temporal direita e esquerda, possibilitou, tanto no animal *in vivo* quanto no *post mortem*, a visibilização do osso temporal como uma linha hiperecogênica arqueada no topo da imagem, o tecido cerebral hipoecogênico, o sulco suprasilviano como uma estrutura linear hiperecogênica, os ventrículos laterais anecogênicos, o septo pelúcido como uma fina linha hiperecogênica que separa os dois ventrículos laterais e a fissura longitudinal do cérebro como uma linha hiperecogênica no centro da imagem. Os lobos frontal, temporal e occipital foram identificados de acordo com a topografia da realização do corte (Figuras 7 e 8) (Tabela 1).



**Figura 6.** Peça anatômica da cabeça de cão em secção dorsal em correspondência ao corte ultrassonográfico da Figura 7.



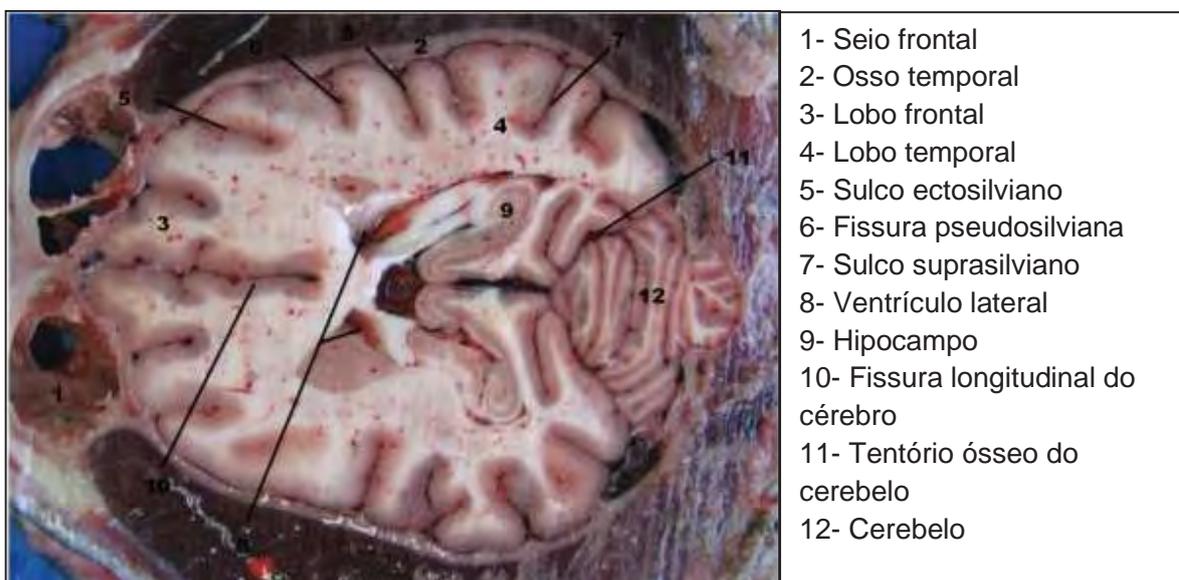
**Figura 7.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal mediano, com o transdutor posicionado perpendicularmente em relação ao osso temporal. O desenho esquemático no canto inferior direito da imagem indica a topografia do corte. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.



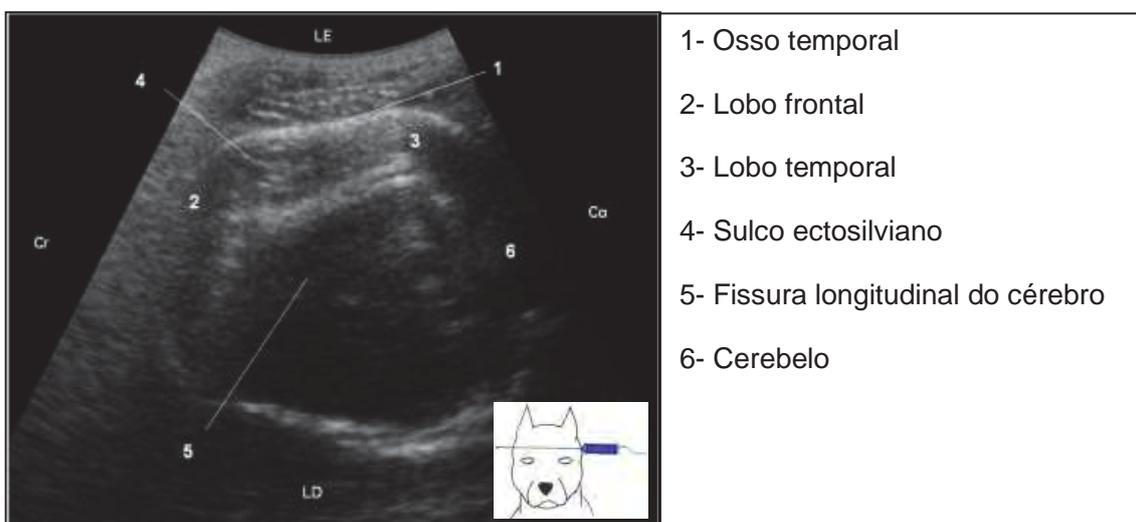
**Figura 8.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cão *in vivo* no mesmo plano de corte ilustrado na figura 7. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.

#### **4.2 EXAME ULTRASSONOGRÁFICO TRANSCRANIANO REALIZADO PELA JANELA TEMPORAL COM O TRANSDUTOR ROTACIONADO EM SENTIDO HORÁRIO, EM APROXIMADAMENTE 45° DE SEU EIXO CENTRAL.**

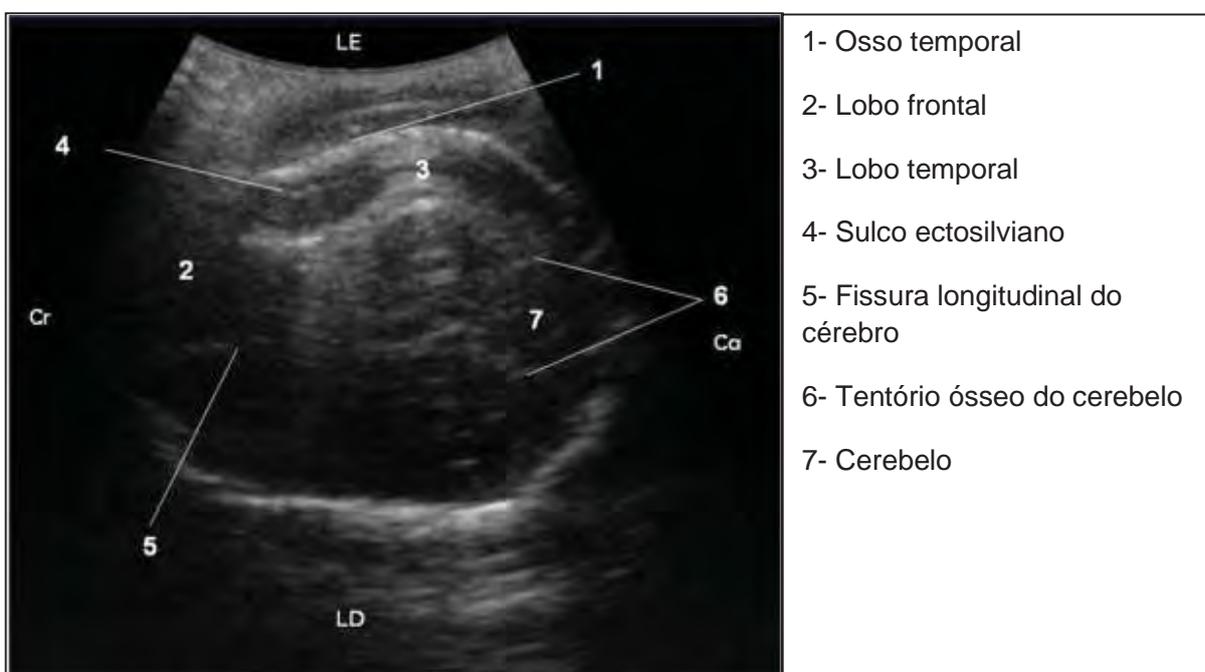
Neste exame foram realizados seis cortes ultrassonográficos em plano dorsal oblíquo caudal. Um corte em região mediana (Figuras 10 e 11), três cortes com o transdutor angulado dorsalmente, sendo o primeiro em 10° (Figuras 13 e 14), o segundo em 20° (Figuras 16 e 17) e o terceiro 30° (Figuras 19 e 20), em relação ao plano de corte em região mediana e, finalmente, dois outros cortes, um com o transdutor angulado ventralmente em 10° (Figuras 22 e 23) e o outro em 20° (Figuras 25 e 26) respectivamente, em relação ao plano mediano. A identificação sonográfica das estruturas encefálicas foi realizada com o auxílio da secção anatômica da cabeça na topografia dos cortes ultrassonográficos (Figuras 9, 12, 15, 18, 21 e 24). A ultrassonografia transcraniana em plano dorsal oblíquo caudal pela janela temporal direita e esquerda possibilitou, *in vivo* e no *post mortem*, a visibilização dos ossos temporal e parietal como linhas hiperecogênicas arqueadas no topo da imagem, do tecido cerebral hipocogênico, dos sulcos cerebrais como uma estrutura linear hiperecogênica destacando-se do parênquima hipocogênico, do tentório ósseo do cerebelo como uma linha hiperecogênica em região caudal da imagem e da fissura longitudinal do cérebro como uma linha hiperecogênica no centro da imagem. Os lobos frontal, temporal, parietal e occipital, bem como o cerebelo e o mesencéfalo foram identificados de acordo com a topografia da realização do corte (Tabela 1).



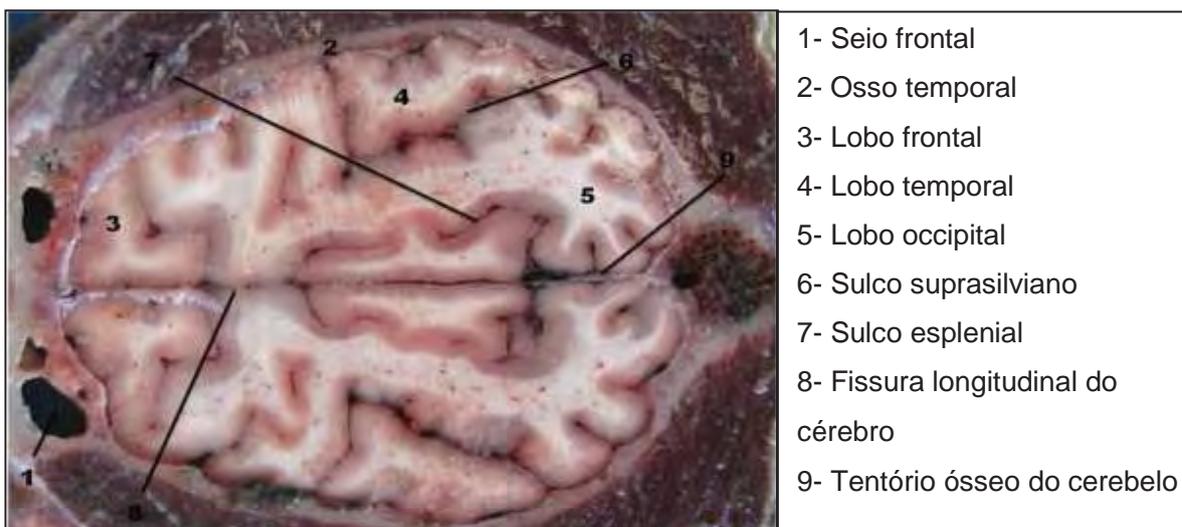
**Figura 9.** Peça anatômica da cabeça de cão em secção dorsal oblíqua caudal em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura 10



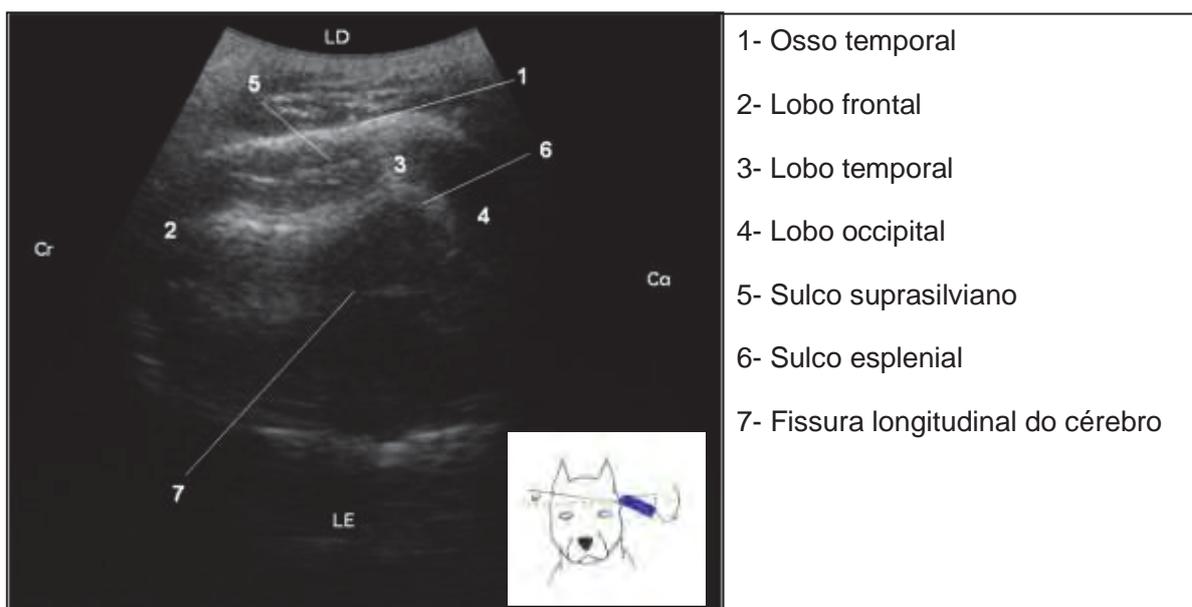
**Figura 10.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal oblíquo caudal pela janela temporal, com o transdutor rotacionado 45° em sentido horário. O desenho esquemático no canto inferior direito da imagem indica a topografia do corte. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.



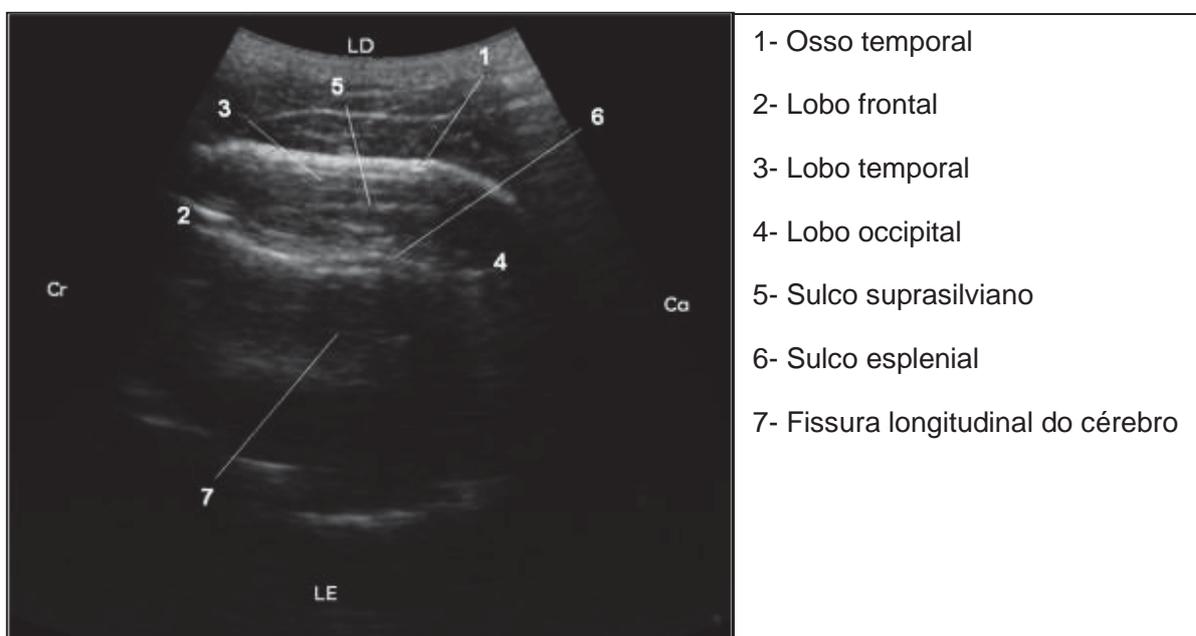
**Figura 11.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cão *in vivo* no mesmo plano de corte ilustrado na figura 10. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.



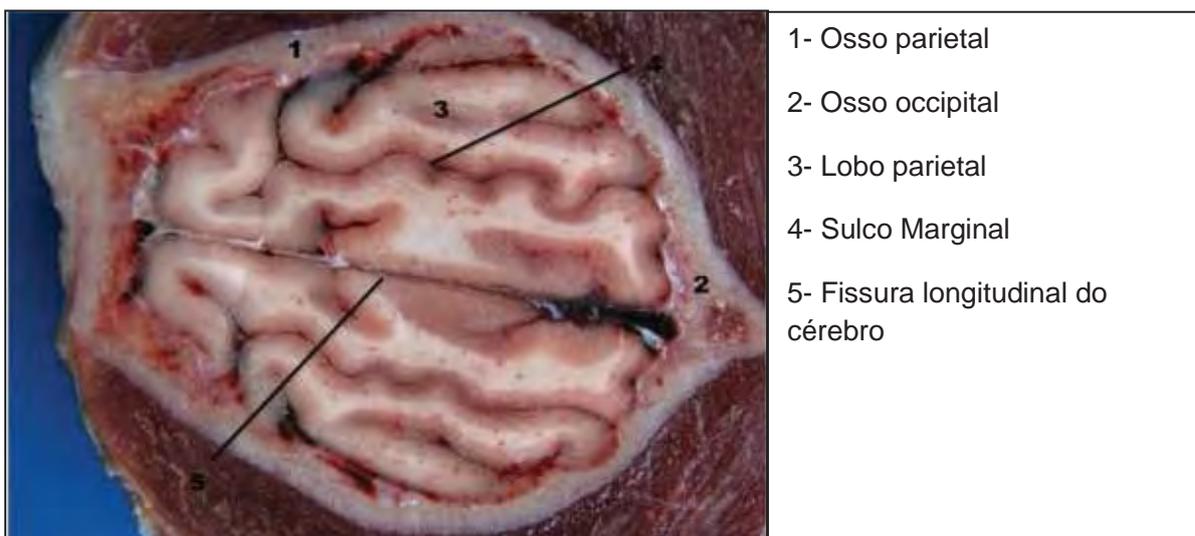
**Figura 12.** Peça anatômica da cabeça de cão em seção dorsal oblíqua caudal em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura 13



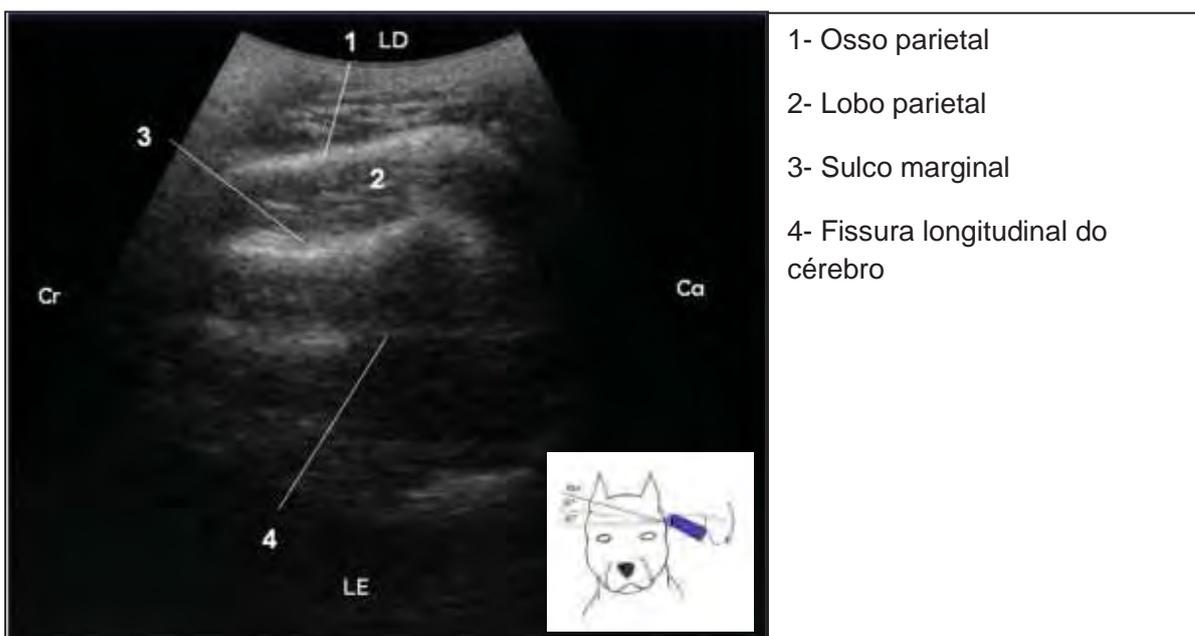
**Figura 13.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal oblíquo caudal pela janela temporal, com o transdutor rotacionado 45° em sentido horário e 10° em sentido dorsal. O desenho esquemático no canto inferior direito da imagem indica a topografia do corte. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.



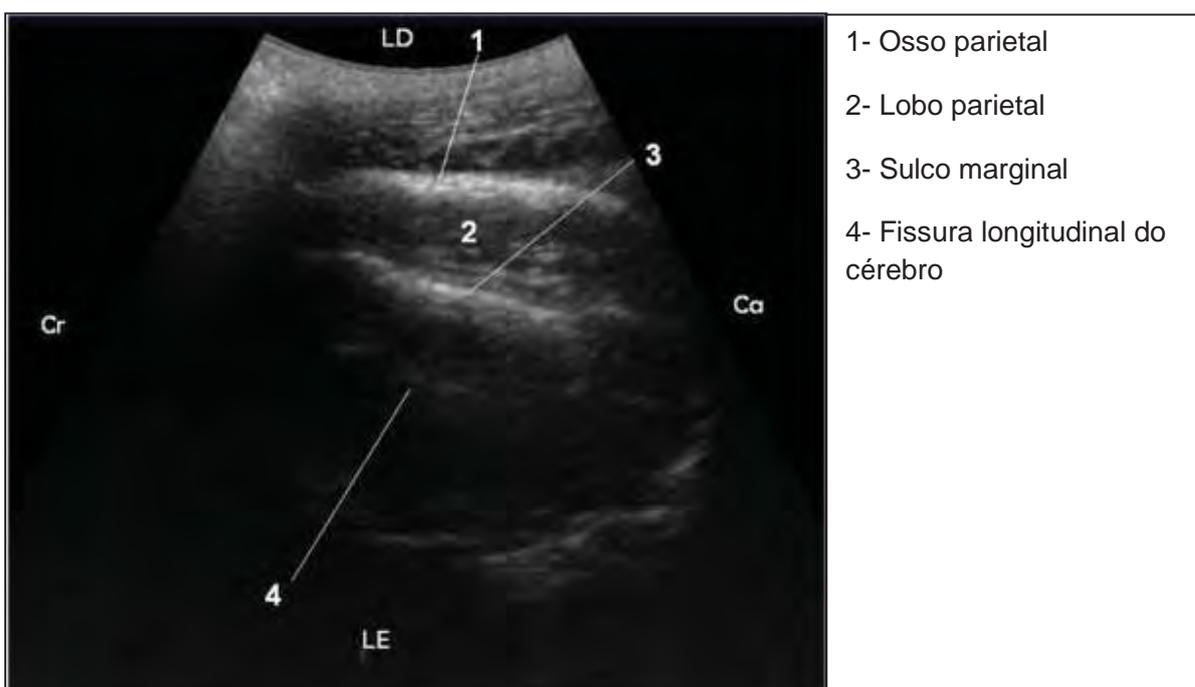
**Figura 14.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cão *in vivo* no mesmo plano de corte ilustrado na figura 13. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.



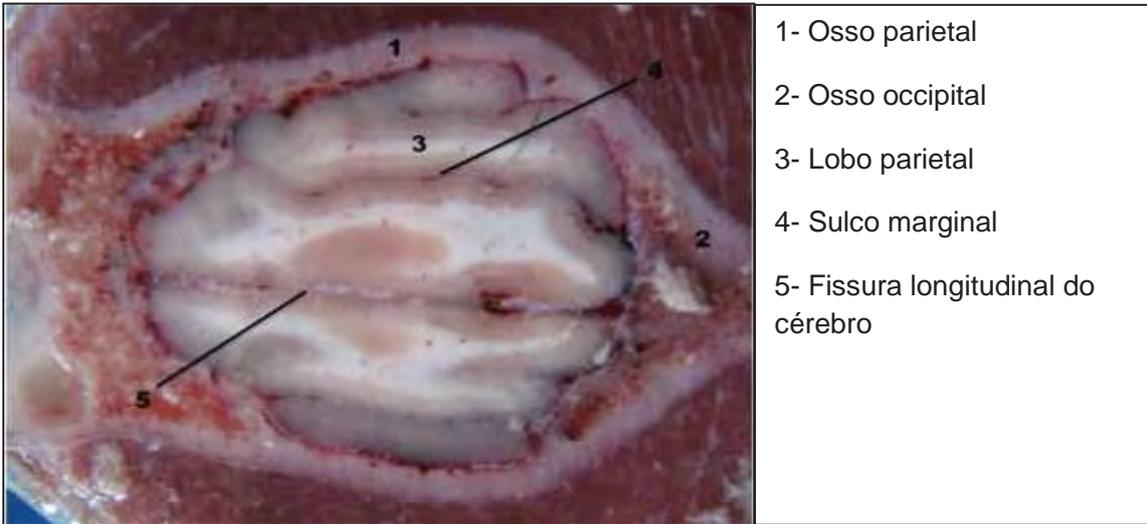
**Figura 15.** Peça anatômica da cabeça de cão em secção dorsal oblíqua caudal em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura 16.



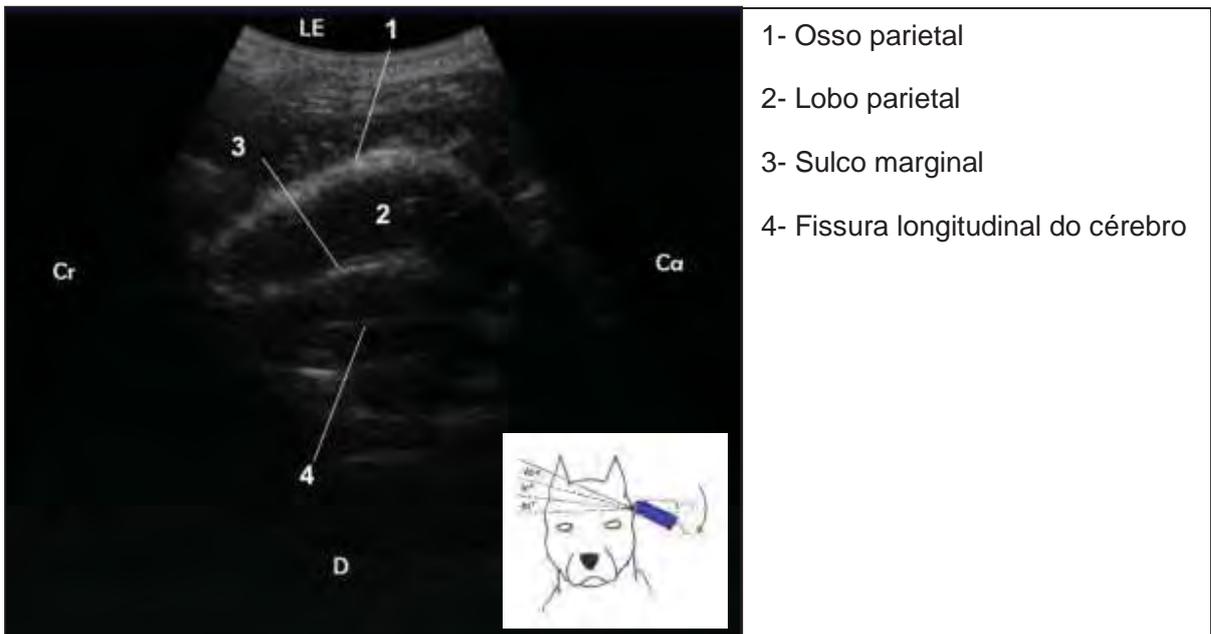
**Figura 16.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal oblíquo caudal pela janela temporal, com o transdutor rotacionado 45° em sentido horário e 20° em sentido dorsal. O desenho esquemático no canto inferior direito da imagem indica a topografia do corte. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.



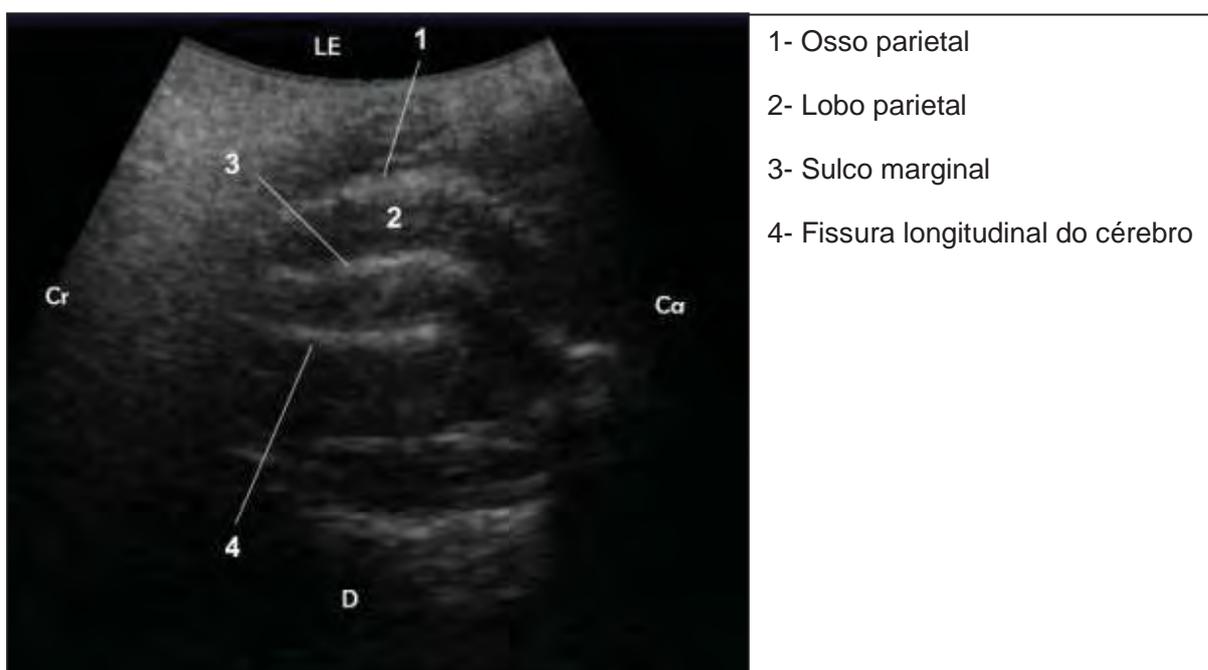
**Figura 17.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cão *in vivo* no mesmo plano de corte ilustrado na figura 16. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.



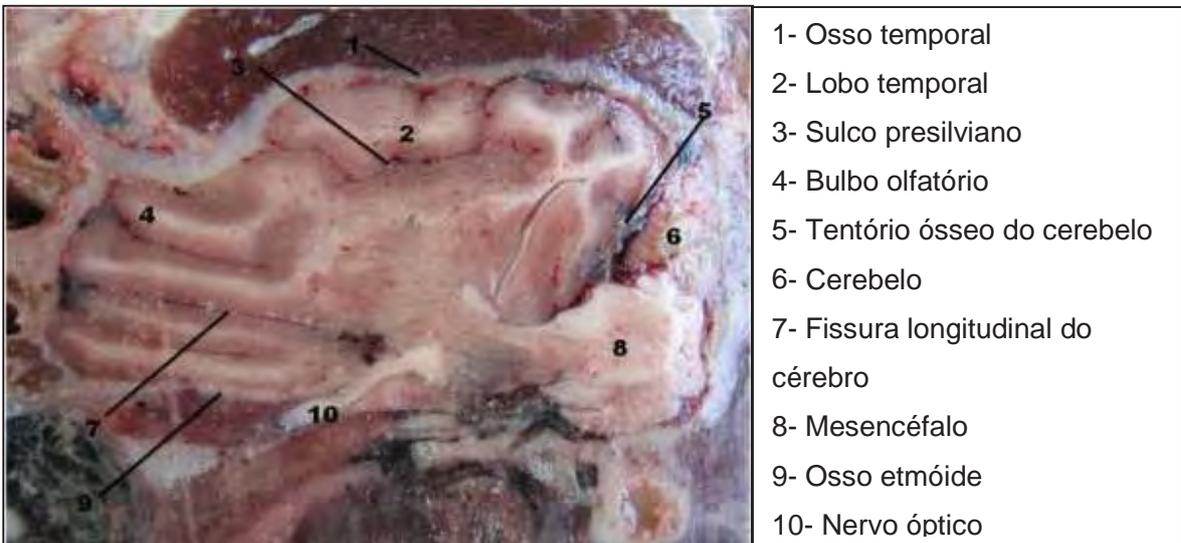
**Figura 18.** Peça anatômica da cabeça de cão em seção dorsal oblíqua caudal em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura 19



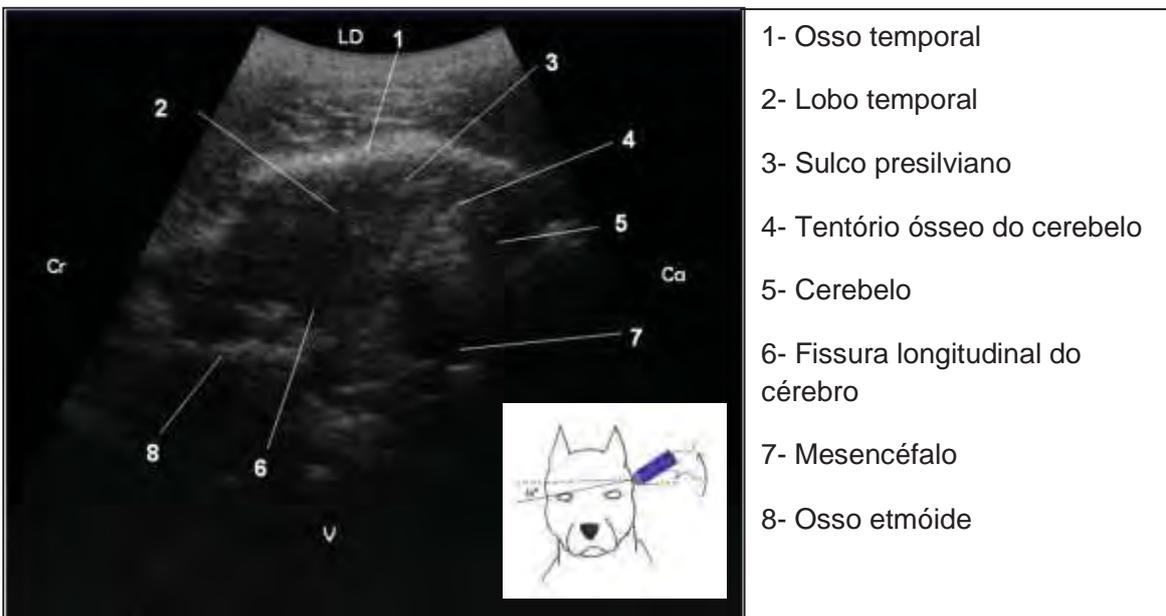
**Figura 19.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal oblíquo caudal pela janela temporal, com o transdutor rotacionado 45° em sentido horário e 30° em sentido dorsal. O desenho esquemático no canto inferior direito da imagem indica a topografia do corte. LE: lado esquerdo; D: Dorsal; Cr: cranial; Ca: caudal.



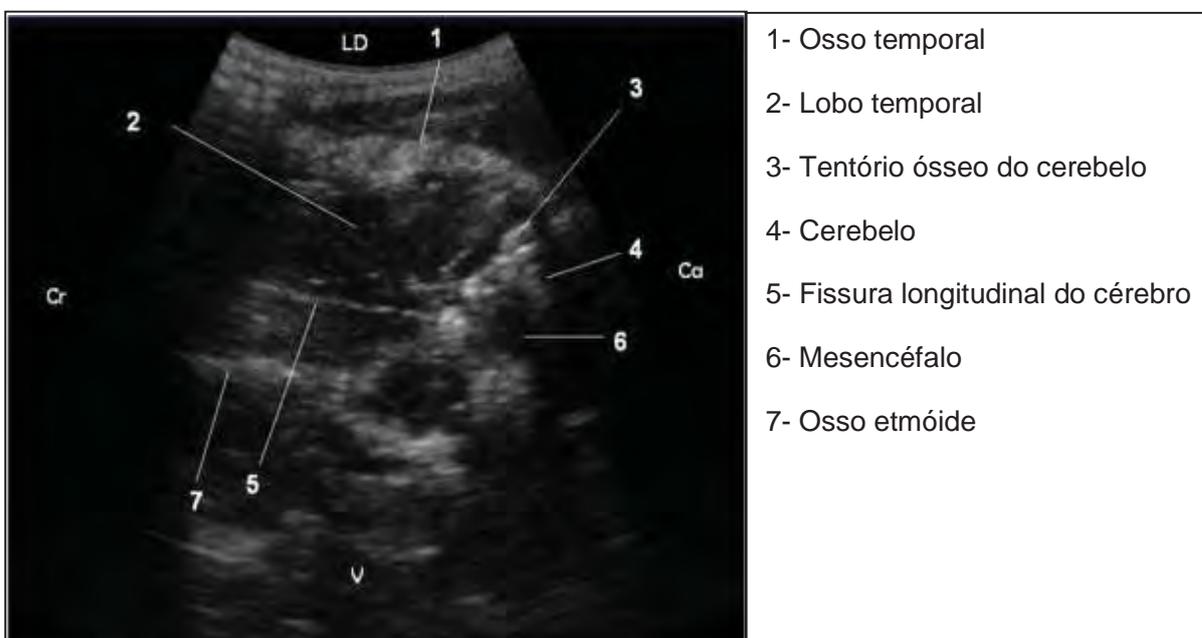
**Figura 20.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cão *in vivo* no mesmo plano de corte ilustrado na figura 19. LE: lado esquerdo; D: dorsal; Cr: cranial; Ca: caudal.



**Figura 21.** Peça anatômica da cabeça de cão em secção dorsal oblíqua caudal em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura 22.



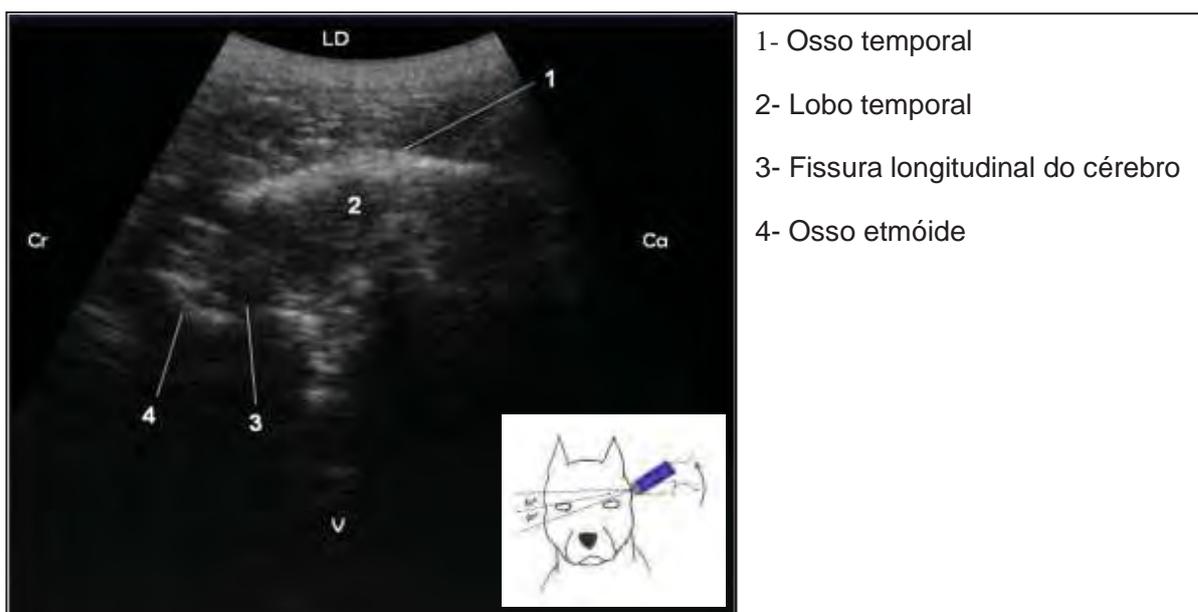
**Figura 22.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal oblíquo caudal pela janela temporal, com o transdutor rotacionado 45° em sentido horário e 10° em sentido ventral. O desenho esquemático no canto inferior direito da imagem indica a topografia do corte. V: ventral; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.



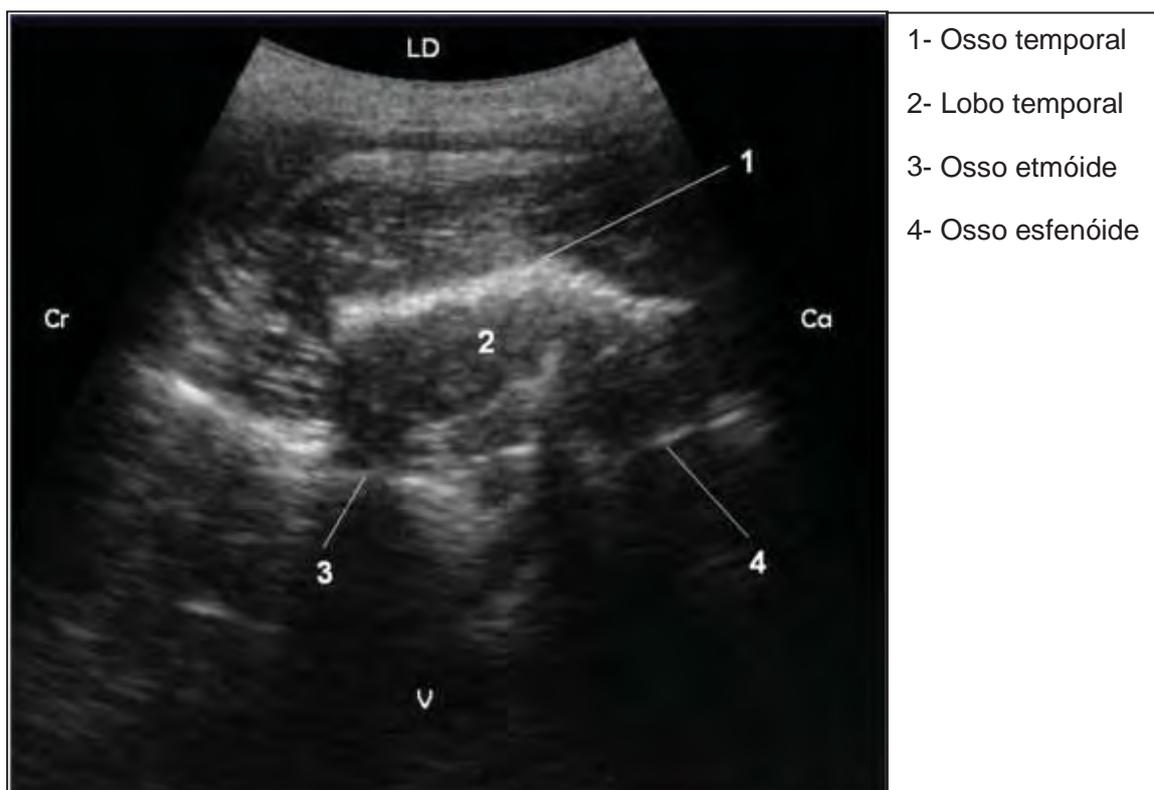
**Figura 23.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cão *in vivo* no mesmo plano de corte ilustrado na figura 22. V: Ventral; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.



**Figura 24.** Peça anatômica da cabeça de cão em secção dorsal oblíqua caudal em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura 25.



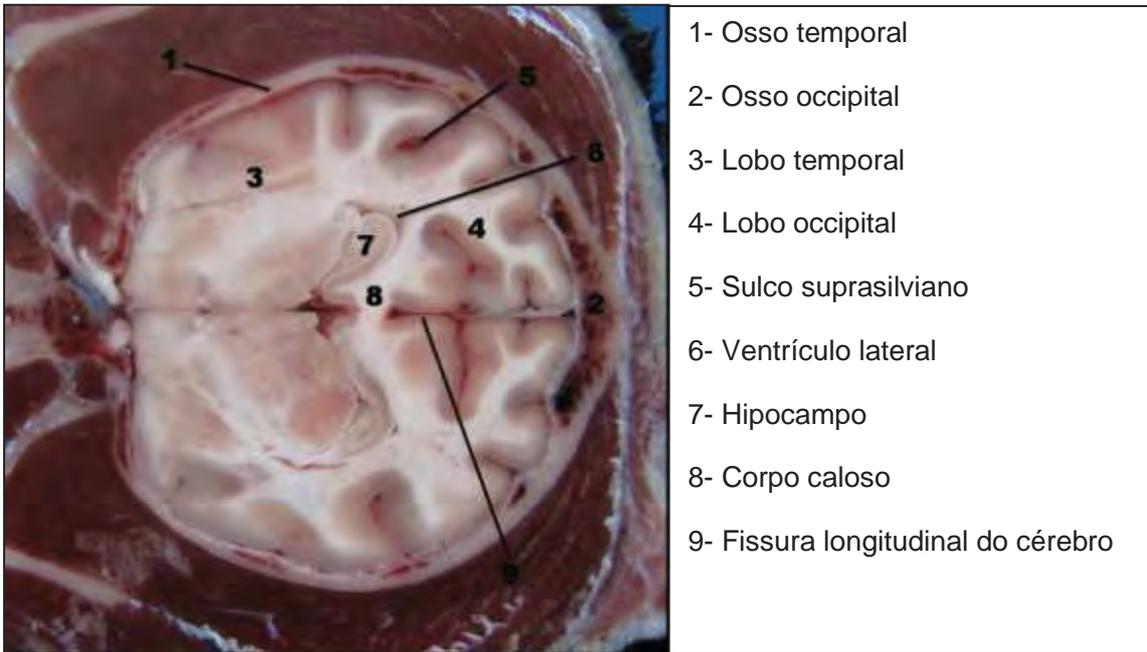
**Figura 25.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal oblíquo caudal pela janela temporal, com o transdutor rotacionado 45° em sentido horário e 20° em sentido ventral. O desenho esquemático no canto inferior direito da imagem indica a topografia do corte. V: Ventral; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.



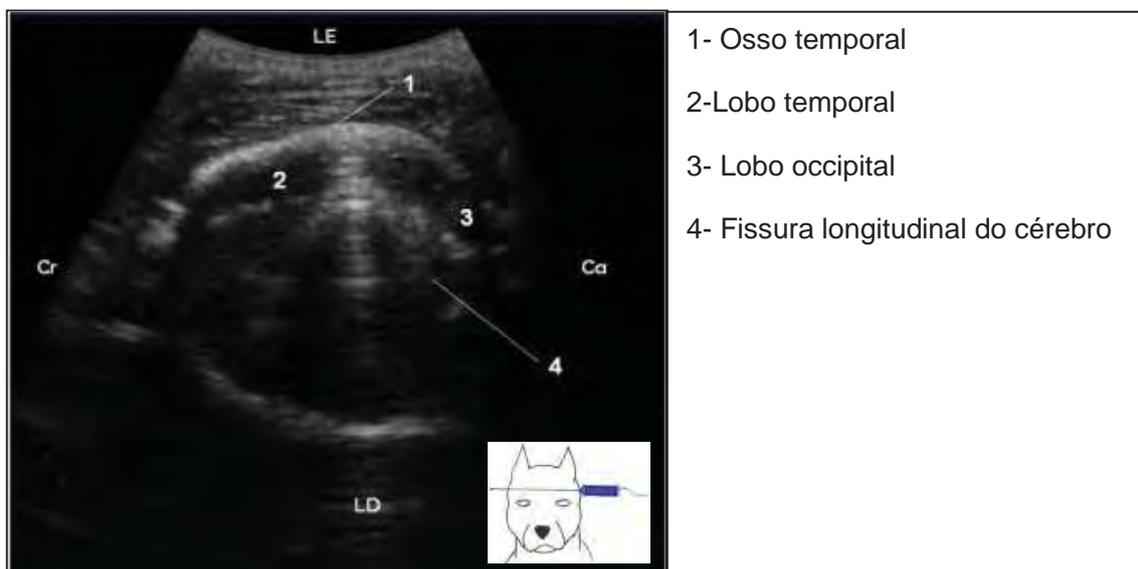
**Figura 26.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cão *in vivo* no mesmo plano de corte ilustrado na figura 25. V: Ventral; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.

#### **4.3 EXAME ULTRASSONOGRÁFICO TRANSCRANIANO REALIZADO PELA JANELA TEMPORAL COM O TRANSDUTOR ROTACIONADO EM SENTIDO ANTI-HORÁRIO, EM APROXIMADAMENTE 45° DE SEU EIXO CENTRAL.**

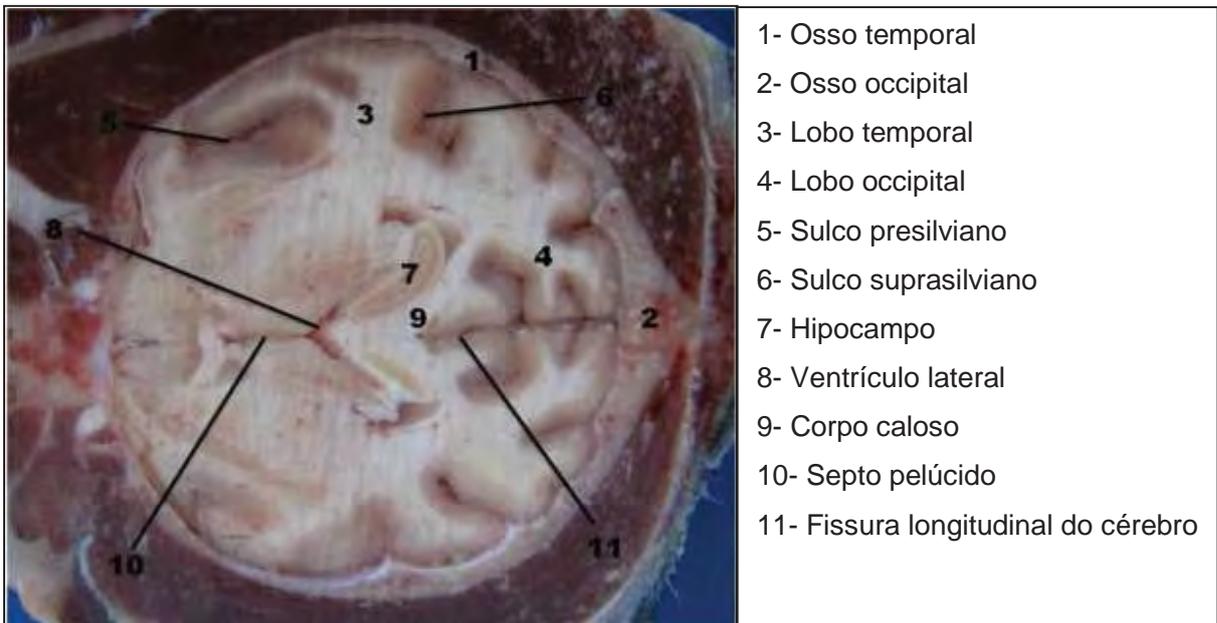
Neste exame foram realizados cortes ultrassonográficos em plano dorsal oblíquo cranial, um corte em região mediana (Figuras 28, 30 e 31), três cortes com o transdutor angulado dorsalmente, sendo o primeiro em 10° (Figuras 33 e 34), o segundo em 20° (Figuras 36 e 37) e o terceiro em 30° (Figuras 39 e 40), em relação ao plano de corte em região mediana e, finalmente, dois outros cortes, um com transdutor angulado ventralmente em 10° (Figuras 42, 44, 45 e 46) e o outro em 20° (Figuras 48, 50, 51 e 52) em relação ao plano mediano. A identificação sonográfica das estruturas encefálicas foi realizada com o auxílio da secção anatômica da cabeça na topografia dos cortes ultrassonográficos (Figuras 27, 29, 32, 35, 38, 41, 43, 47 e 49). O exame ultrassonográfico transcraniano em plano dorsal oblíquo cranial, realizado pela janela temporal direita e esquerda possibilitou, *in vivo* e no *post mortem*, a visualização dos ossos temporal e parietal como linhas hiperecogênicas arqueadas no topo da imagem, do tecido cerebral hipocogênico, dos ventrículos laterais anecogênicos, septo pelúcido como uma fina linha hiperecogênica que separa os dois ventrículos laterais, sulcos cerebrais como estruturas lineares hiperecogênicas destacando-se do parênquima hipocogênico, tentório ósseo de cerebelo como uma linha hiperecogênica em região caudal da imagem e da fissura longitudinal do cérebro como uma linha hiperecogênica no centro da imagem. O mesencéfalo, telencéfalo e diencéfalo foram visualizados como área de ecogenicidade discretamente reduzida em relação ao restante do parênquima encefálico e identificados de acordo com a topografia da realização do corte. Os lobos frontal, temporal, parietal e occipital, bem como o cerebelo foram identificados de acordo com a topografia da realização do corte (Tabela 1).



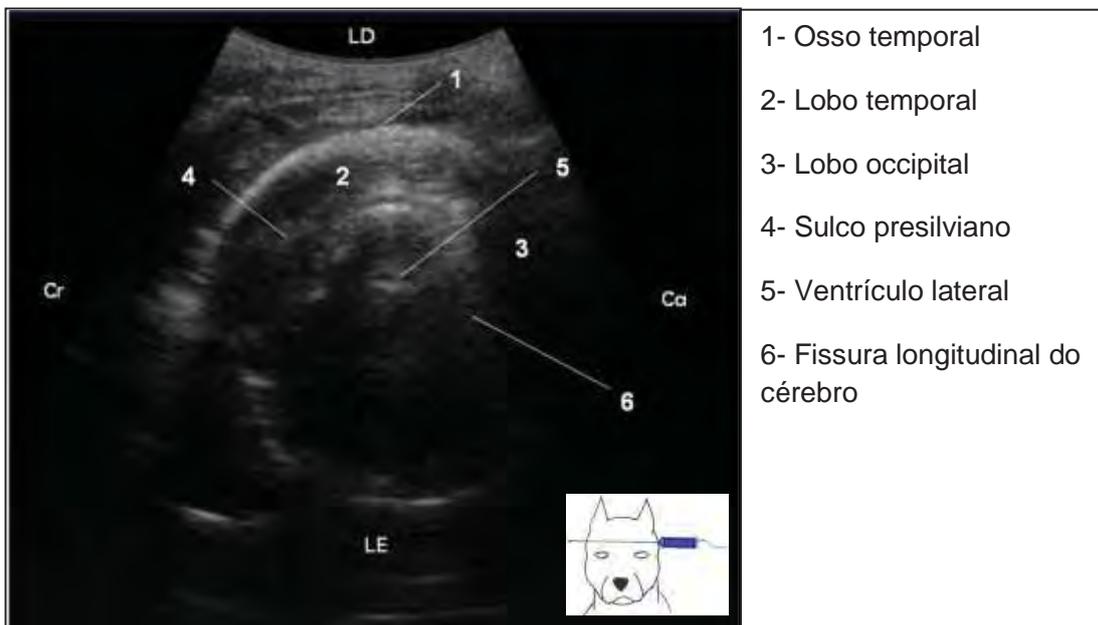
**Figura 27.** Peça anatômica da cabeça de cão em secção dorsal oblíqua cranial em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura 28.



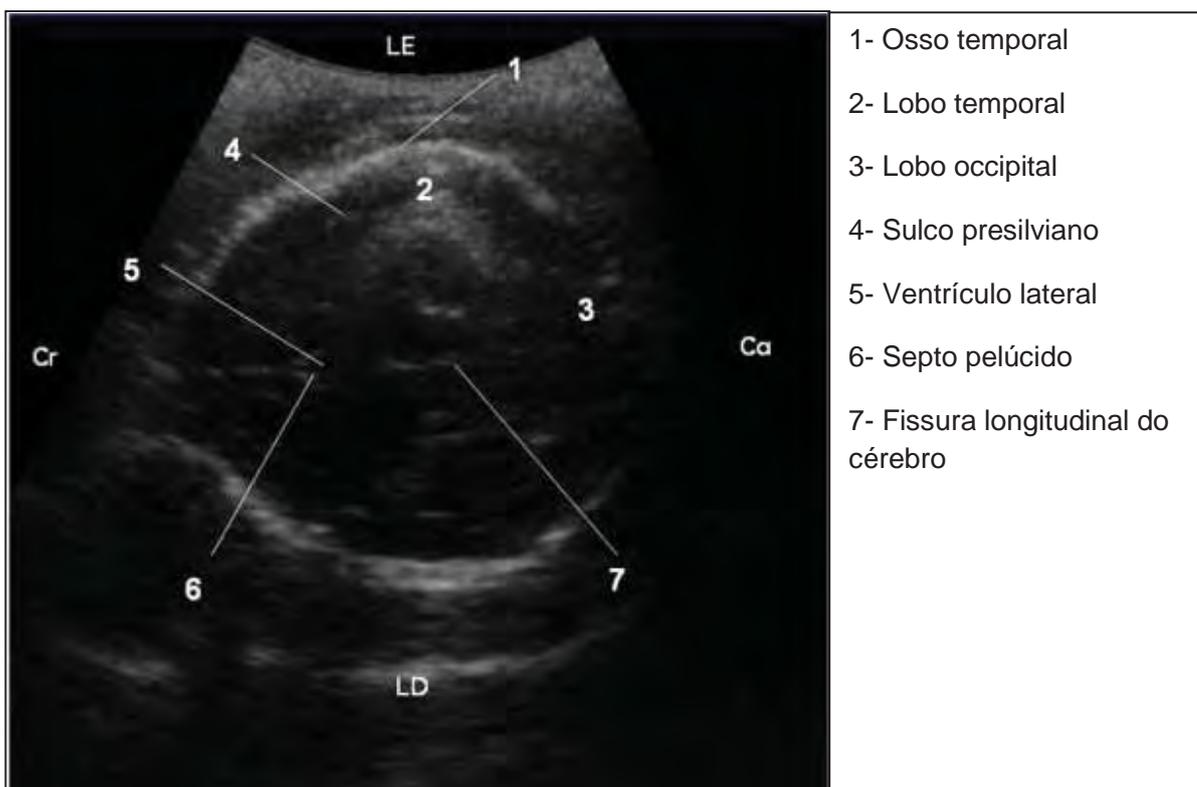
**Figura 28.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal oblíquo cranial pela janela temporal, com o transdutor rotacionado 45° em sentido anti-horário. O desenho esquemático no canto inferior direito da imagem indica a topografia do corte. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.



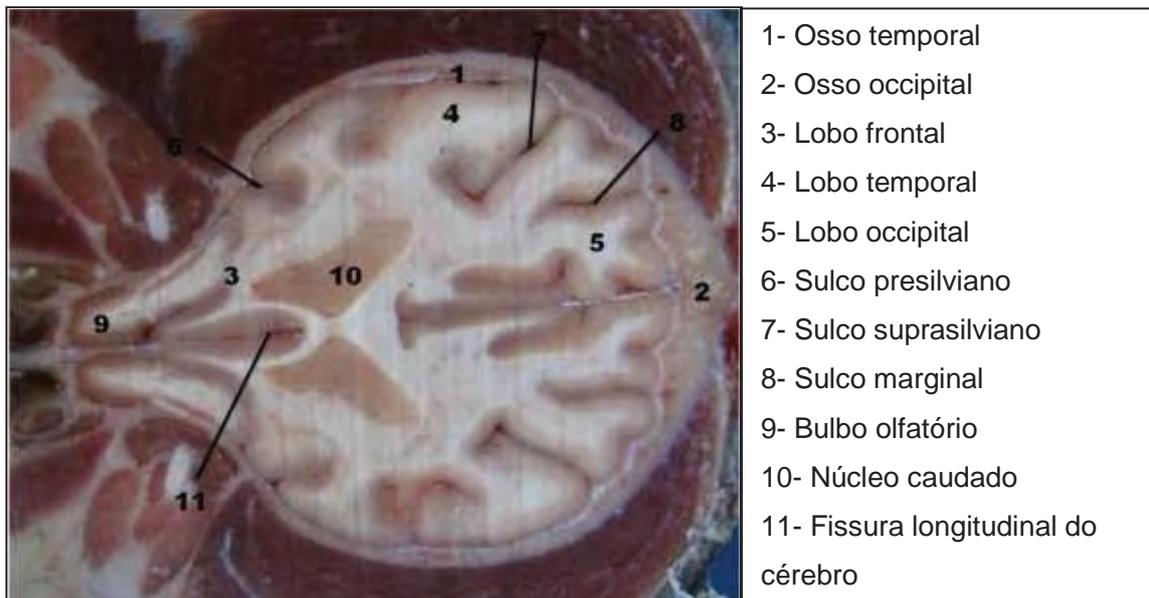
**Figura 29.** Peça anatômica da cabeça de cão em secção dorsal oblíqua cranial em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura 30.



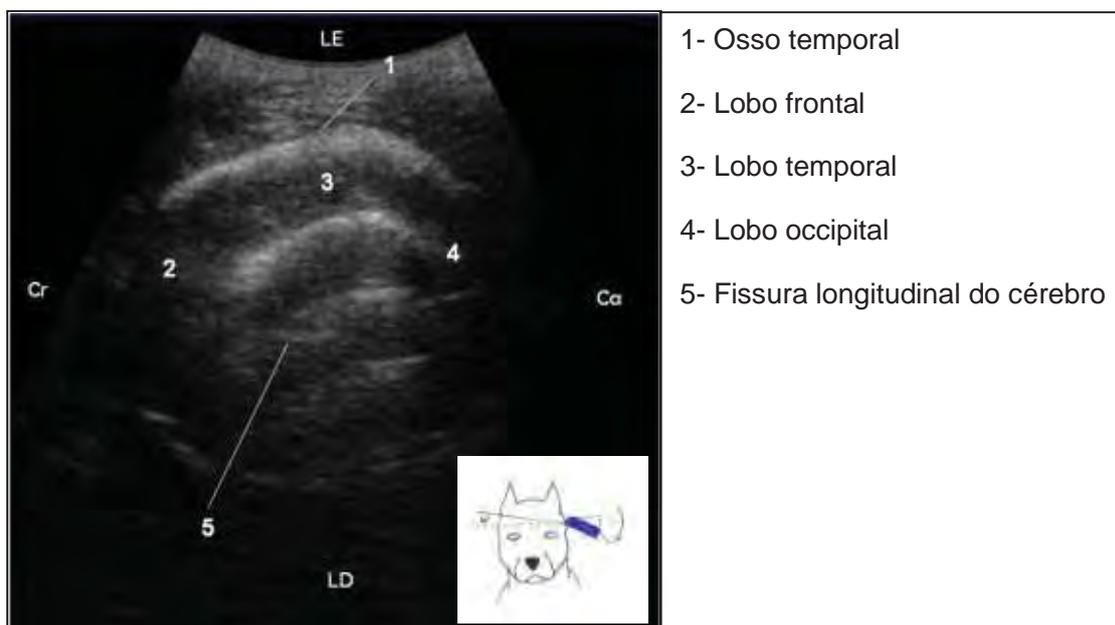
**Figura 30.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal oblíqua cranial pela janela temporal, com o transdutor rotacionado 45° em sentido anti-horário. O desenho esquemático no canto inferior direito da imagem indica a topografia do corte. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.



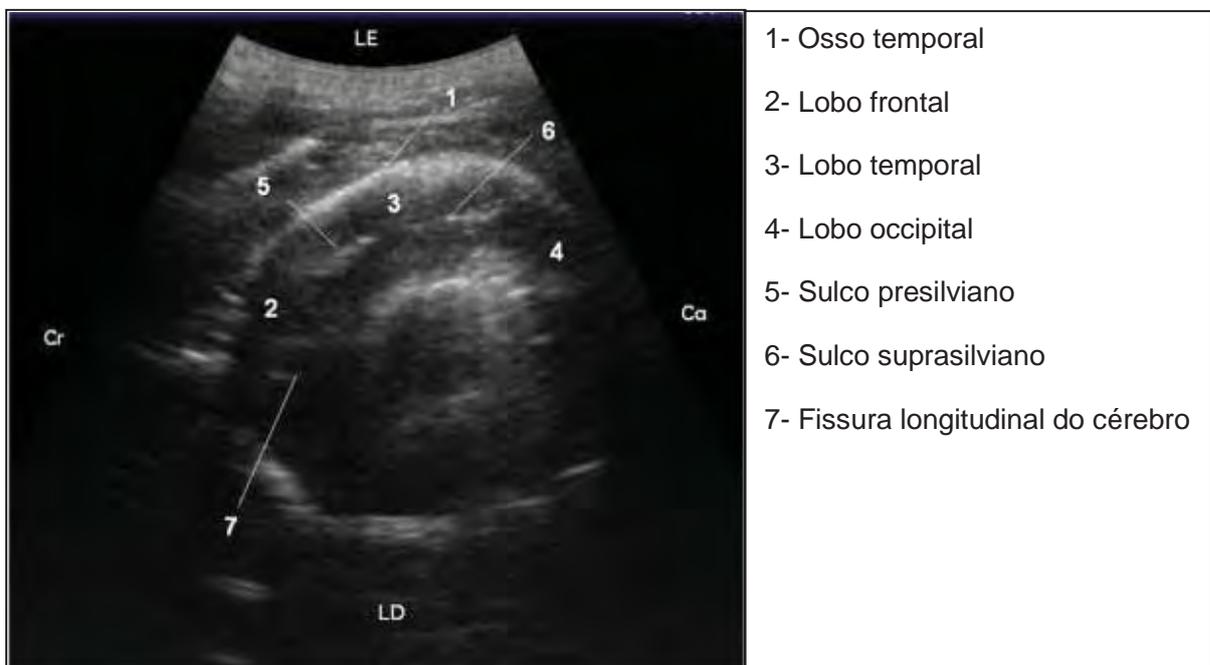
**Figura 31.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cão *in vivo* no mesmo plano de corte ilustrado na figura 30. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.



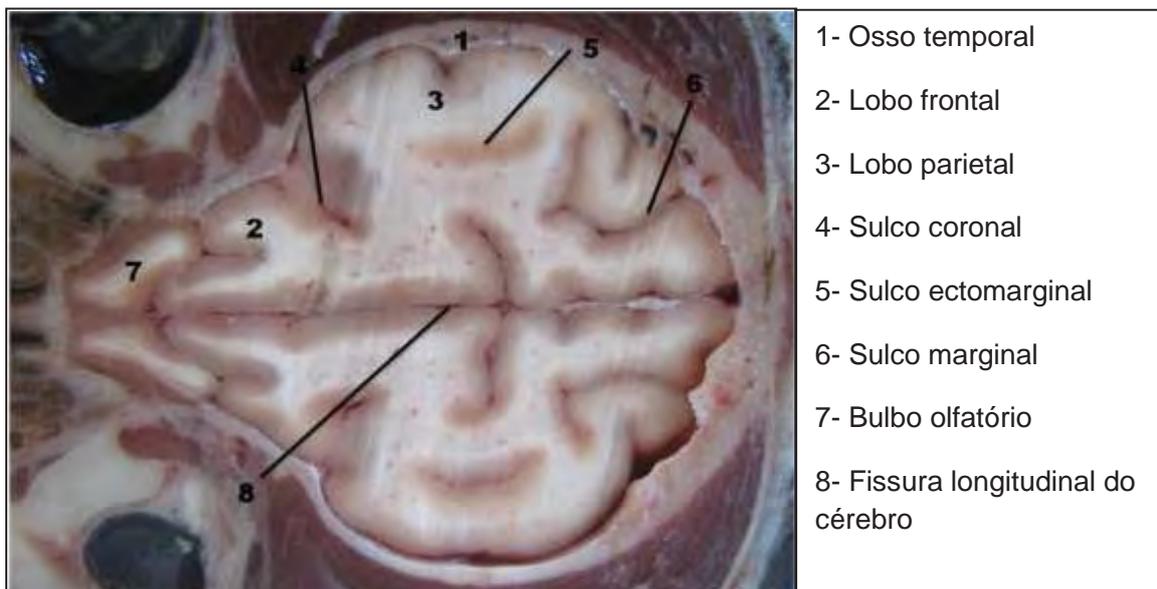
**Figura 32.** Peça anatômica da cabeça de cão em secção dorsal oblíqua cranial em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura 33



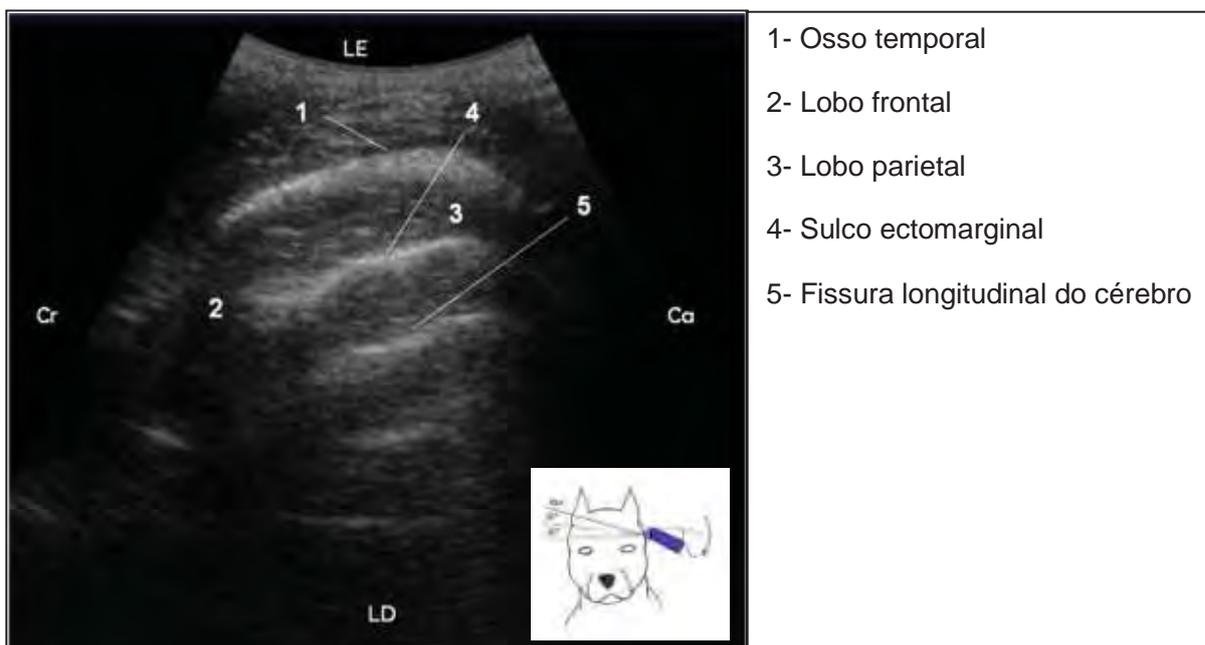
**Figura 33.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal oblíqua cranial pela janela temporal, com o transdutor rotacionado 45° em sentido anti-horário e 10° em sentido dorsal. O desenho esquemático no canto inferior direito da imagem indica a topografia do corte. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.



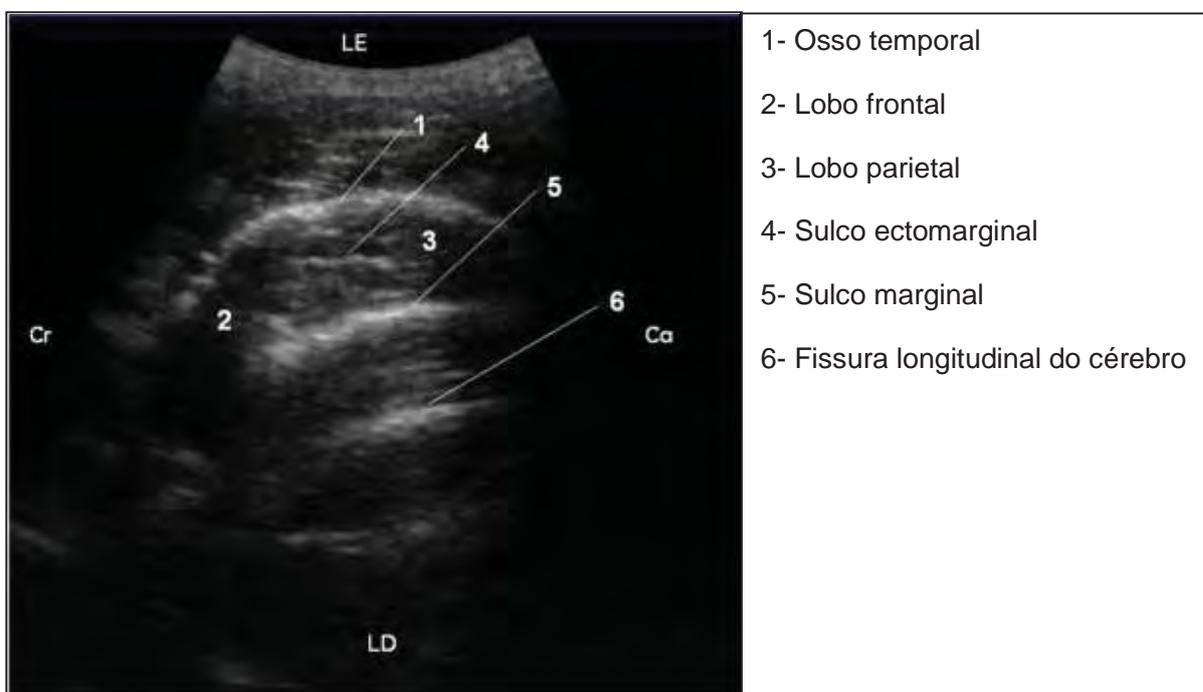
**Figura 34.** Imagem ultrasonográfica do encéfalo de cão *in vivo* no mesmo plano de corte ilustrado na figura 33. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.



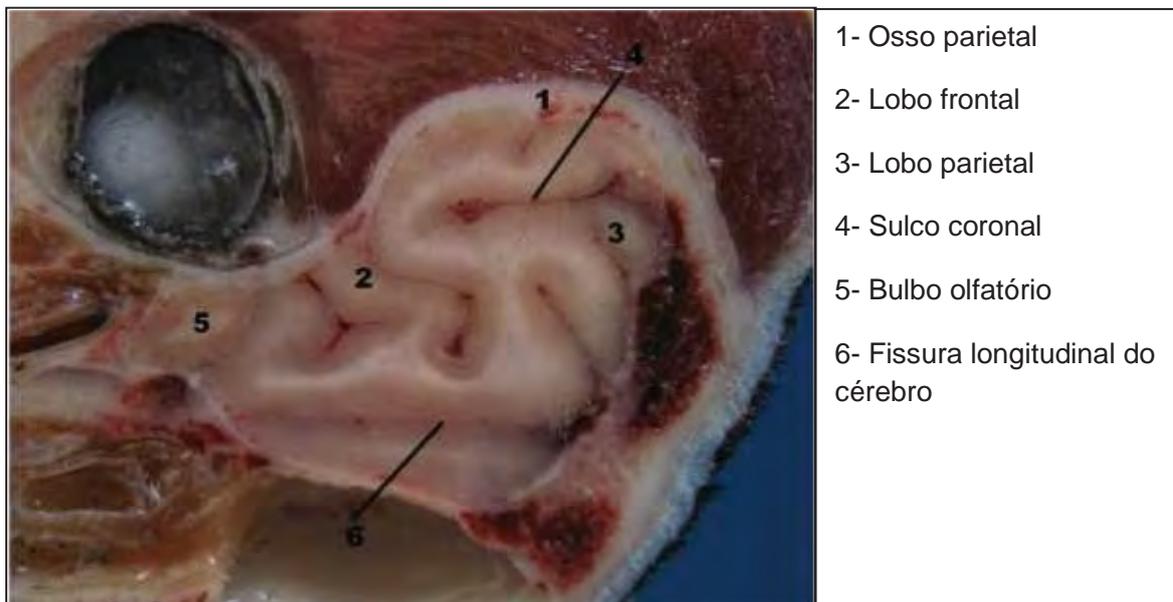
**Figura 35.** Peça anatômica da cabeça de cão em secção dorsal oblíqua cranial em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura 36



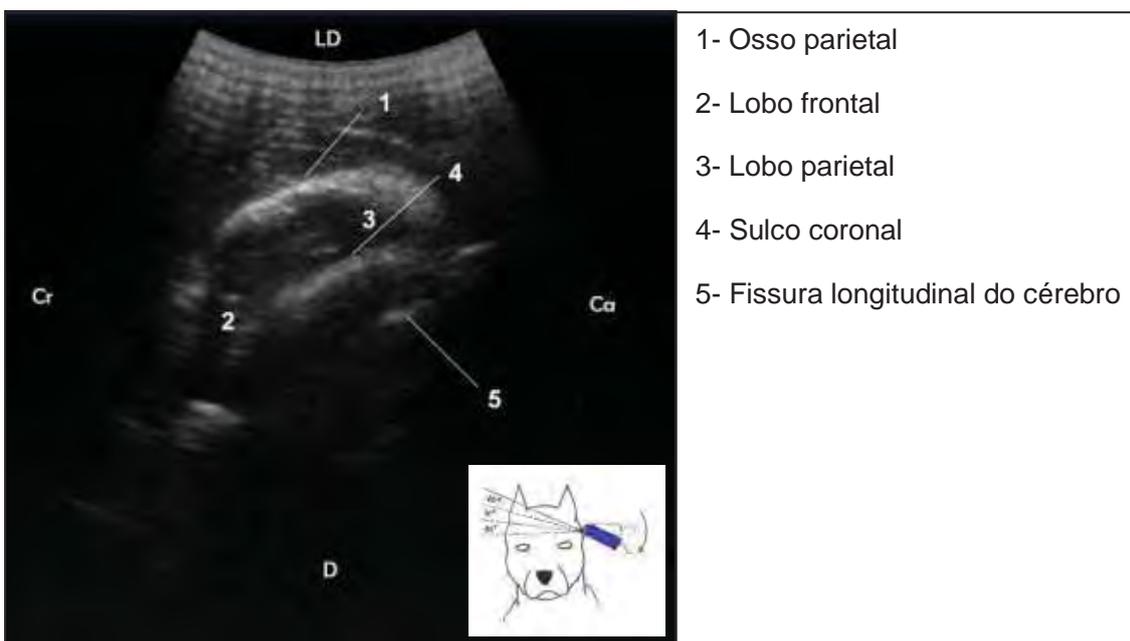
**Figura 36.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal oblíquo cranial pela janela temporal, com o transdutor rotacionado 45° em sentido anti-horário e 20° em sentido dorsal. O desenho esquemático no canto inferior direito da imagem indica a topografia do corte. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.



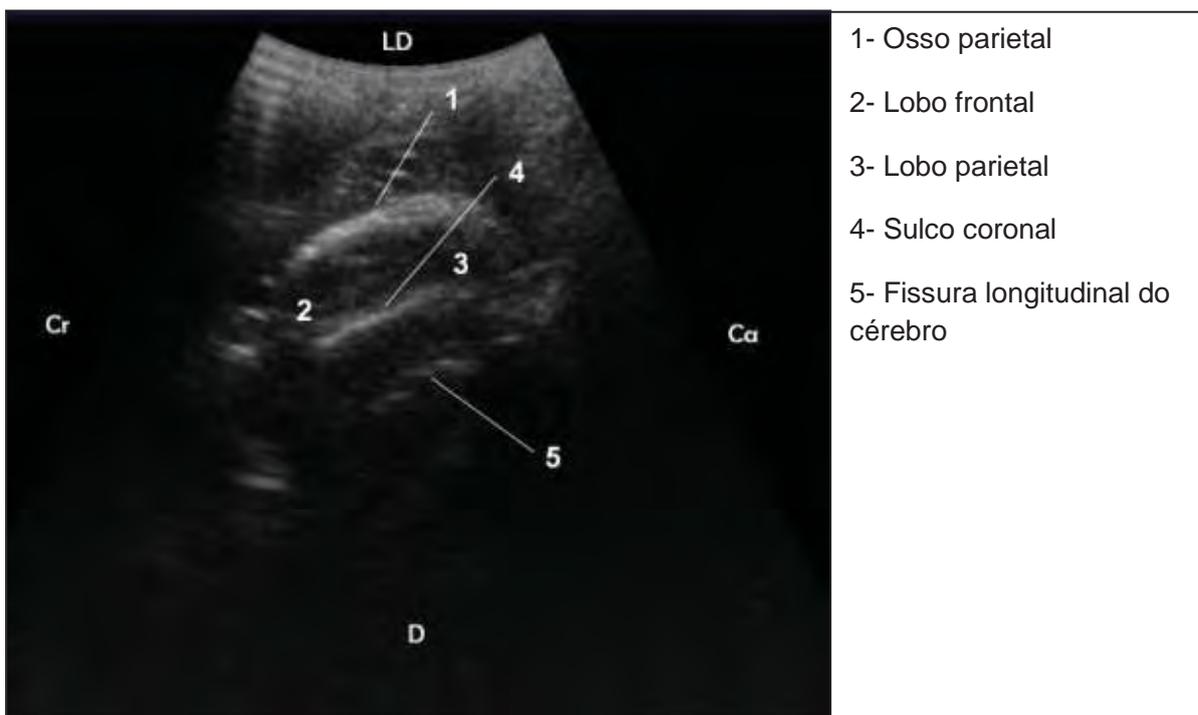
**Figura 37.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cão *in vivo* no mesmo plano de corte ilustrado na figura 36. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.



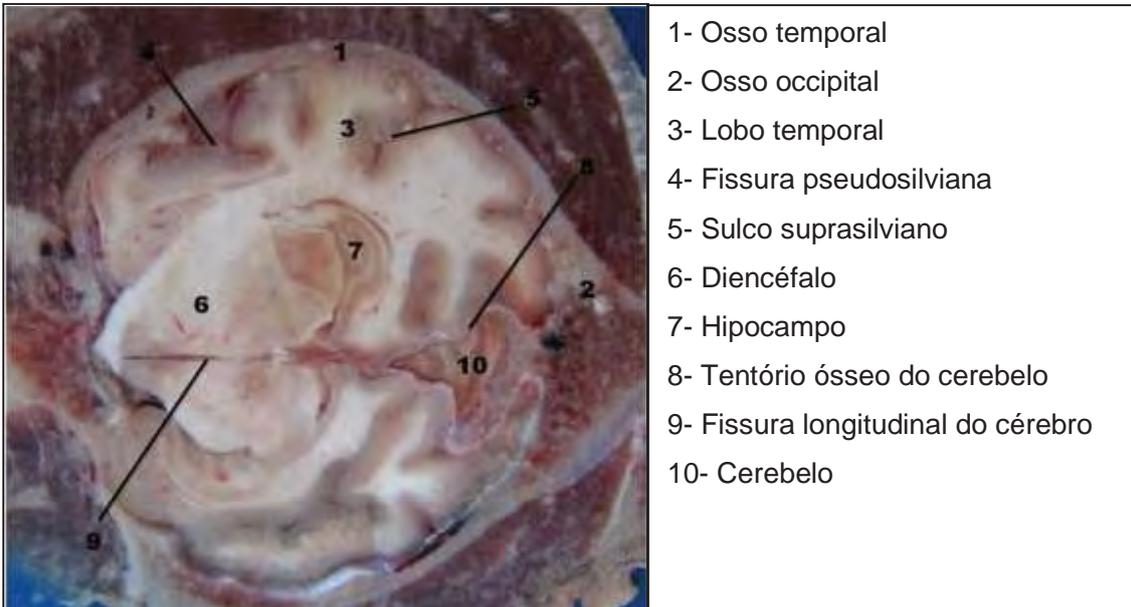
**Figura 38.** Peça anatômica da cabeça de cão em secção dorsal oblíqua cranial em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura 39



**Figura 39.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal oblíquo cranial pela janela temporal, com o transdutor rotacionado 45° em sentido anti-horário e 30° em sentido dorsal. O desenho esquemático no canto inferior direito da imagem indica a topografia do corte. LE: lado esquerdo; D: dorsal; Cr: cranial; Ca: caudal.

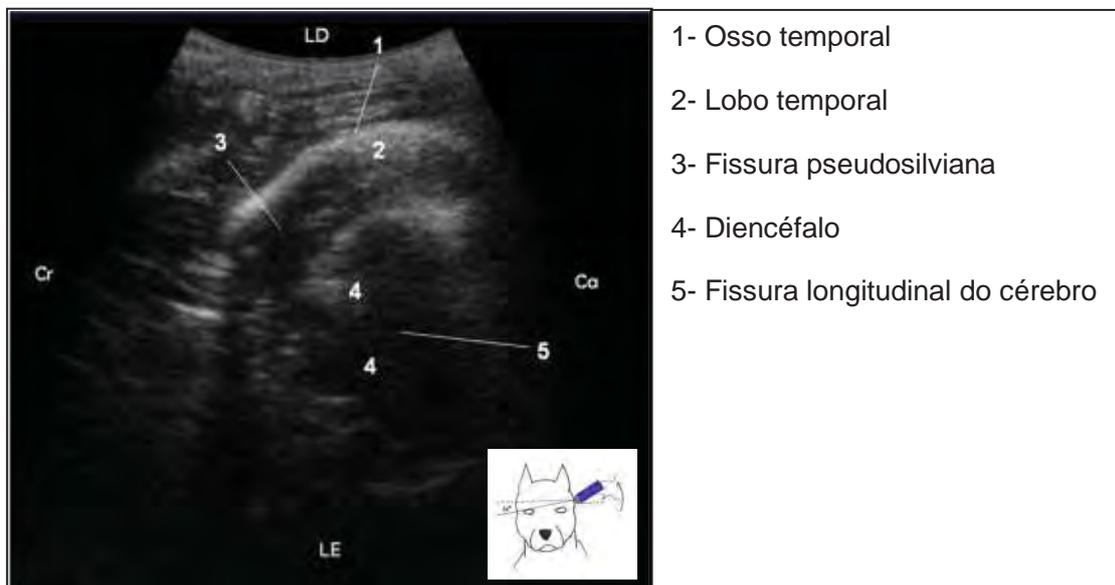


**Figura 40.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cão *in vivo* no mesmo plano de corte ilustrado na figura 39. D: dorsal; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.



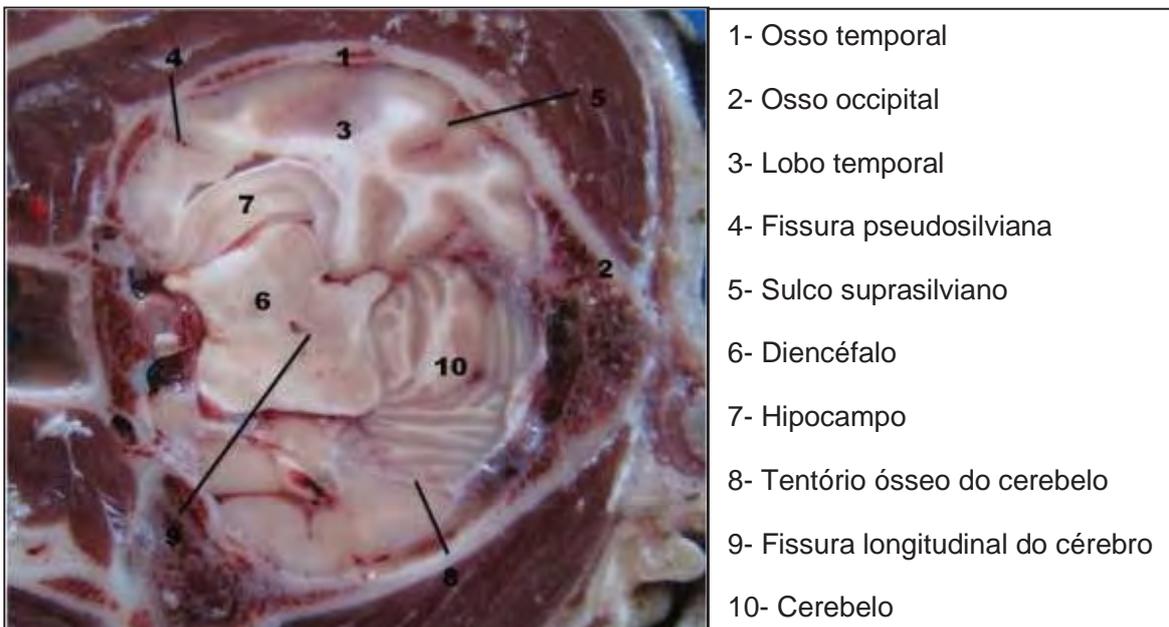
- 1- Osso temporal
- 2- Osso occipital
- 3- Lobo temporal
- 4- Fissura pseudosilviana
- 5- Sulco suprasilviano
- 6- Diencéfalo
- 7- Hipocampo
- 8- Tentório ósseo do cerebelo
- 9- Fissura longitudinal do cérebro
- 10- Cerebelo

**Figura 41.** Peça anatômica da cabeça de cão em secção dorsal oblíqua cranial em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura 42

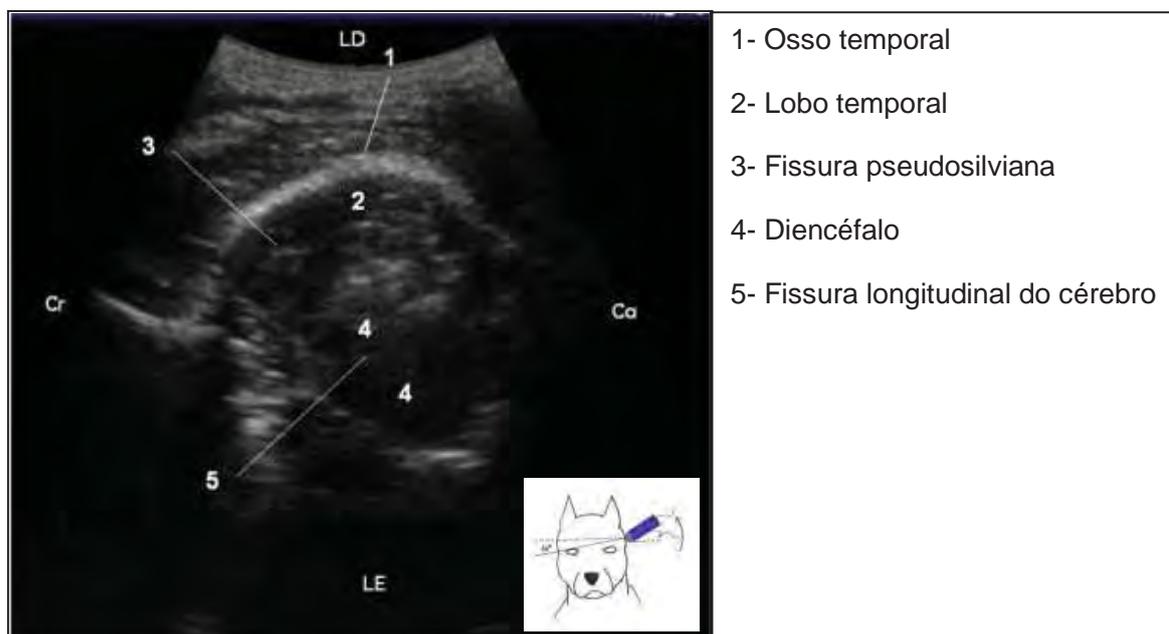


- 1- Osso temporal
- 2- Lobo temporal
- 3- Fissura pseudosilviana
- 4- Diencéfalo
- 5- Fissura longitudinal do cérebro

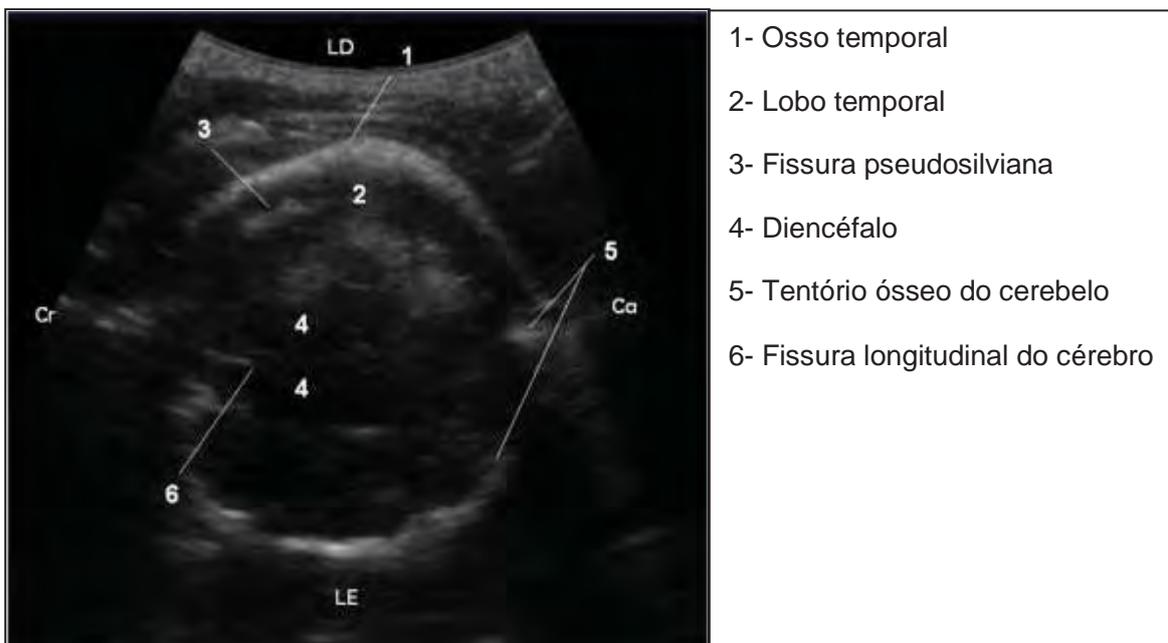
**Figura 42.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal oblíquo cranial pela janela temporal, com o transdutor rotacionado 45° em sentido anti-horário e 10° em sentido ventral. O desenho esquemático no canto inferior direito da imagem indica a topografia do corte. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.



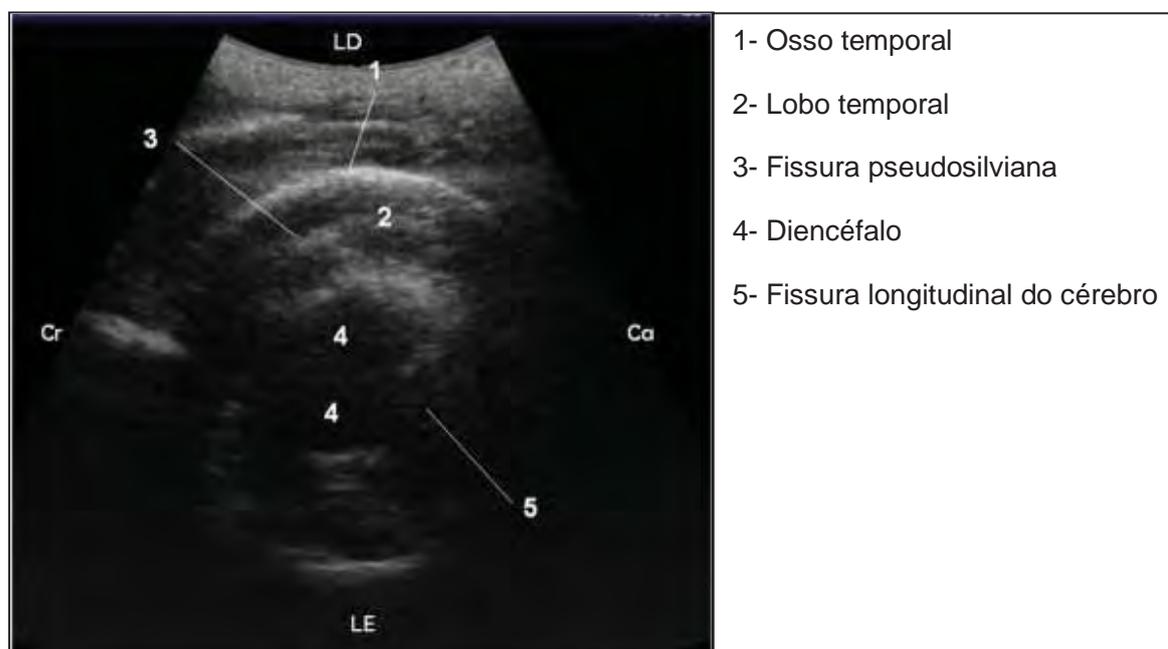
**Figura 43.** Peça anatômica da cabeça de cão em seção dorsal oblíqua cranial em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura 44



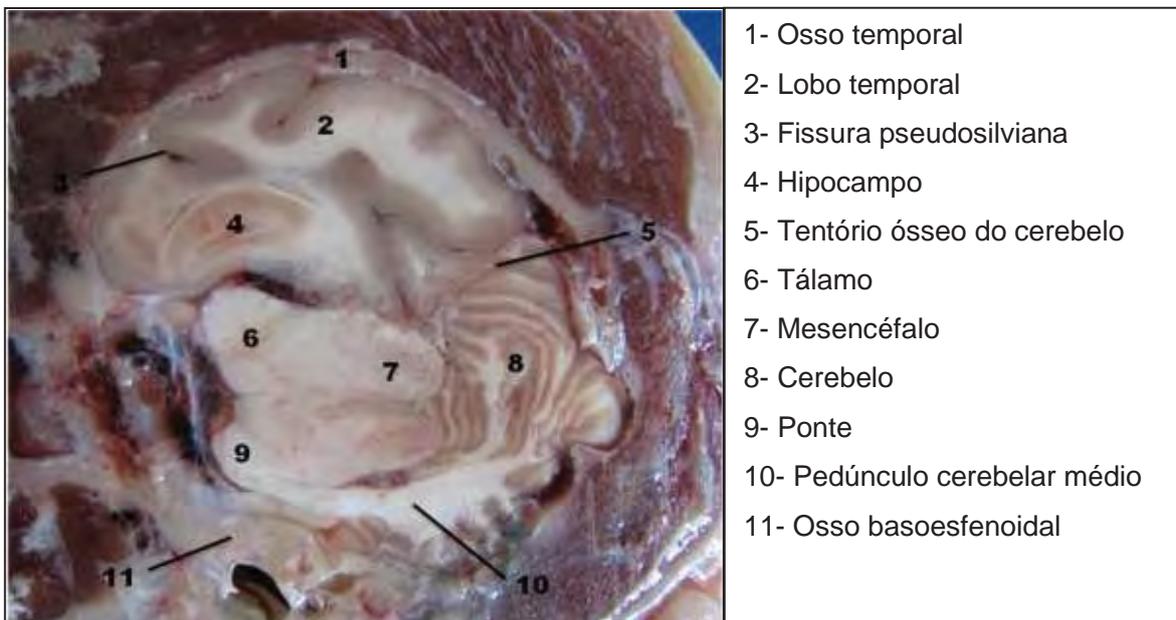
**Figura 44.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal oblíqua cranial pela janela temporal, com o transdutor rotacionado 45° em sentido anti-horário e 10° em sentido ventral. O desenho esquemático no canto inferior direito da imagem indica a topografia do corte. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.



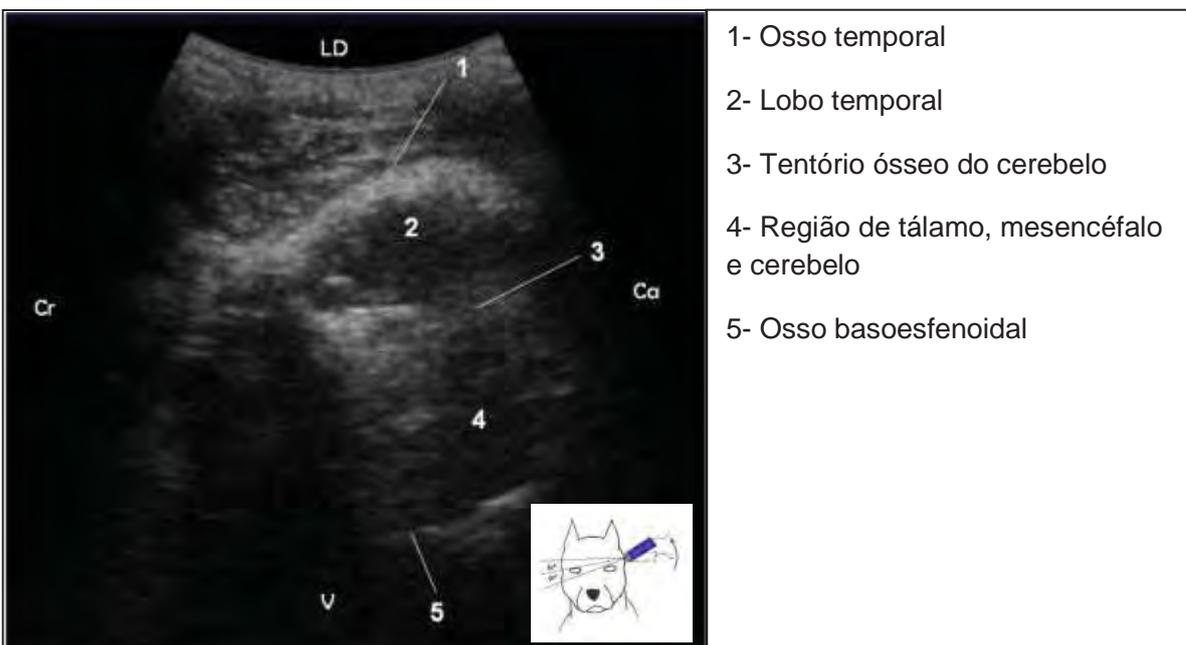
**Figura 45.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cão *in vivo* no mesmo plano de corte ilustrado na figura 44. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.



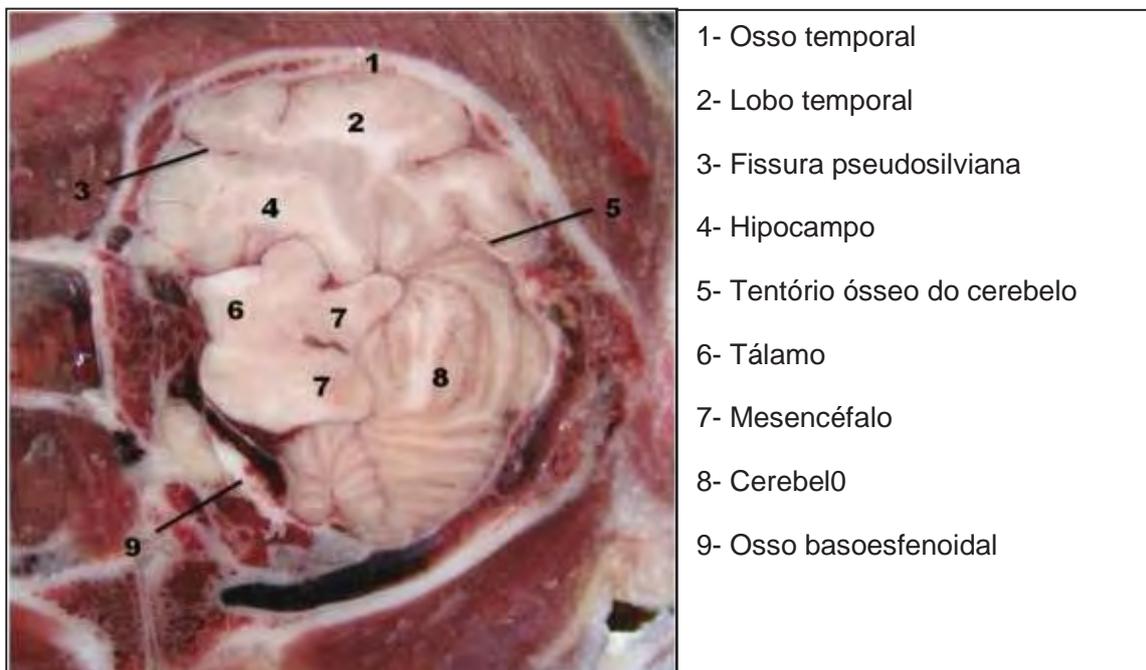
**Figura 46.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cão *in vivo* no mesmo plano de corte ilustrado na figura 44. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.



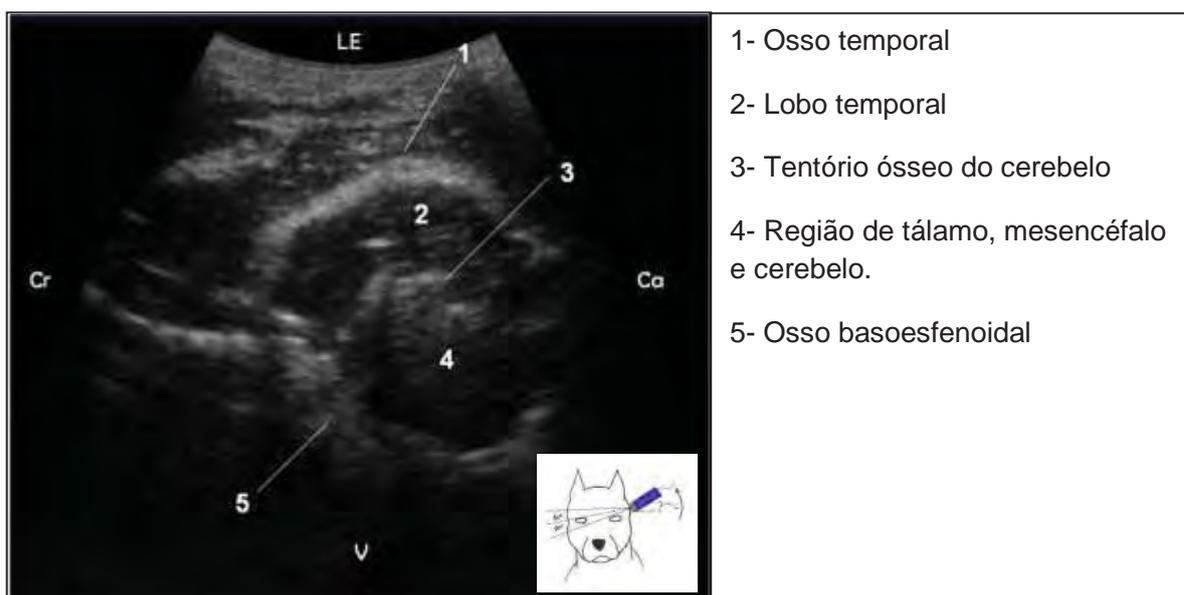
**Figura 47.** Peça anatômica da cabeça de cão em secção dorsal oblíqua cranial em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura 48.



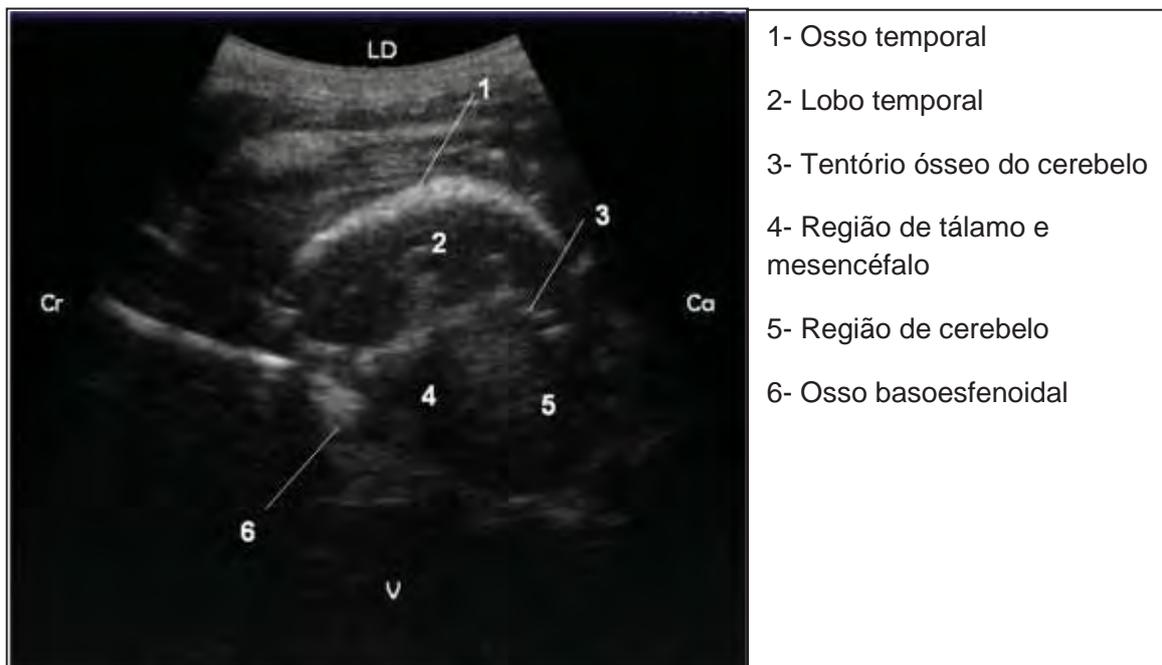
**Figura 48.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal oblíquo cranial pela janela temporal, com o transdutor rotacionado 45° em sentido anti-horário e 20° em sentido ventral. O desenho esquemático no canto inferior direito da imagem indica a topografia do corte. V: ventral; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.



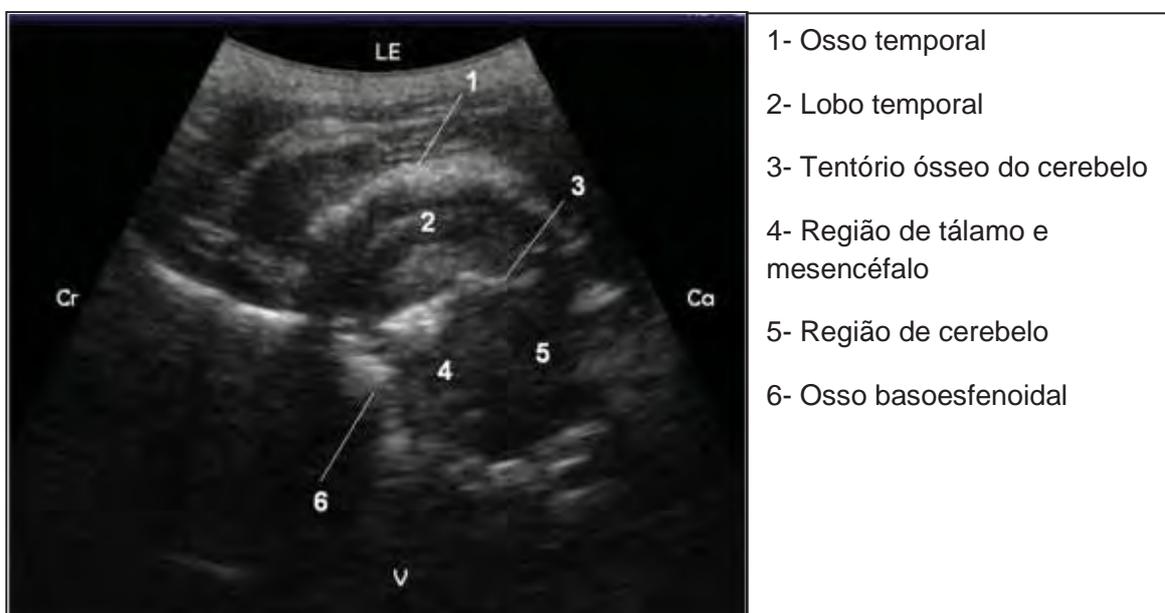
**Figura 49.** Peça anatómica da cabeça de cão em secção dorsal oblíqua cranial em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura 50.



**Figura 50.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal oblíquo cranial pela janela temporal, com o transdutor rotacionado 45° em sentido anti-horário e 20° em sentido ventral. O desenho esquemático no canto inferior direito da imagem indica a topografia do corte. V: ventral; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.



**Figura 51.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cão *in vivo* no mesmo plano de corte ilustrado na figura 50. V: ventral; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.



**Figura 52.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cão *in vivo* no mesmo plano de corte ilustrado na figura 50. LE: lado esquerdo; V: ventral; Cr: cranial; Ca: caudal.

Em algumas imagens ultrassonográficas obtidas em planos dorsal (Figura 7), dorsal oblíquo caudal (Figuras 10 e 11) e dorsal oblíquo cranial (Figuras 28, 30, 31 e 34) pela janela temporal, foi possível observar uma área hiperecogênica linear arqueada em campo proximal da imagem, com contornos pouco definidos e frequentemente acompanhada pela presença de artefato de reverberação. Nos cortes anatómicos não foram observadas estruturas anatómicas em correspondência à imagem supracitada.

Em todas as imagens obtidas por meio do exame realizado pela janela temporal observou-se melhor definição das estruturas em campo proximal da imagem e perda da definição das mesmas em campo distal.

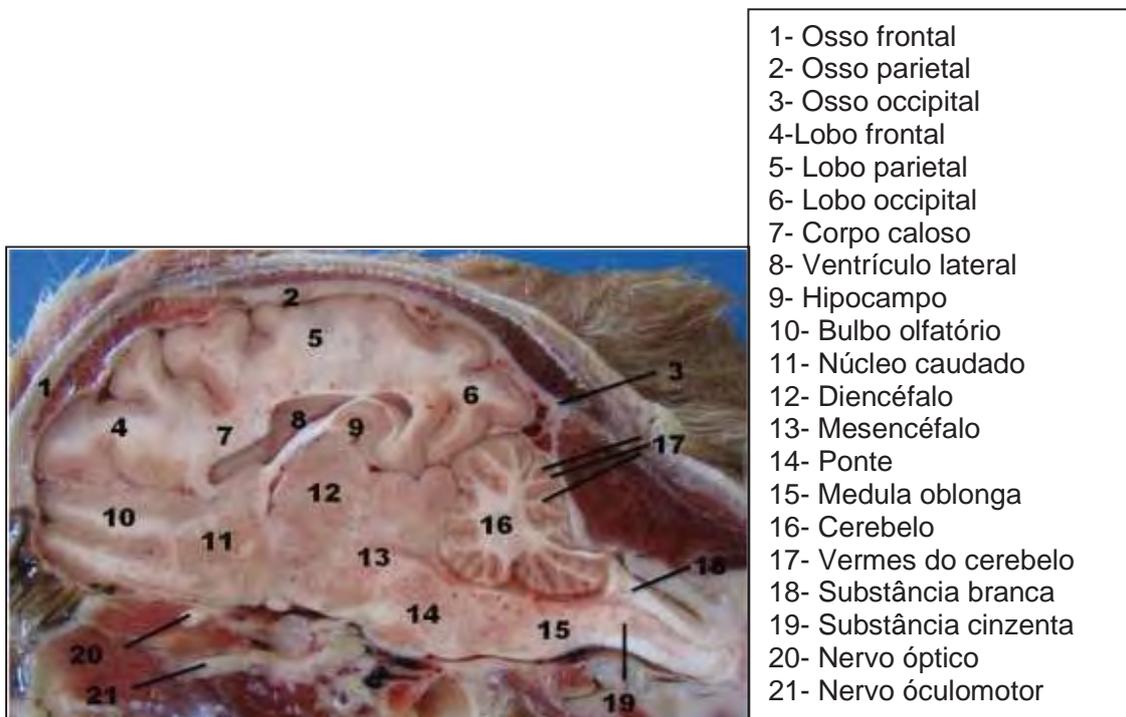
**Tabela 1.** Denominação dos planos de corte ultrassonográficos, ângulos de rotação e inclinação do transdutor para obtenção de cada plano de corte e estruturas encefálicas visibilizadas em cada plano de corte obtido por meio de exame ultrassonográfico realizado pela janela temporal nos 7 cadáveres e 30 animais *in vivo*. UNESP – Jaboticabal/ 2010.

Plano de corte ultrassonográfico	Angulação do transdutor		Estruturas encefálicas visibilizadas
	Ângulo de rotação	Ângulo de inclinação	
Dorsal	0°	Perpendicular ao osso temporal	Osso temporal, lobos frontal, temporal e occipital, sulco suprasilviano, ventrículos laterais, septo pelúcido, fissura longitudinal do cérebro
		Perpendicular ao osso temporal (corte em região mediana do encéfalo)	Osso temporal, lobos frontal e temporal, sulco ectosilviano, fissura longitudinal do cérebro, cerebelo, tentório ósseo do cerebelo
Dorsais oblíquos caudais	45° em sentido horário em relação ao plano dorsal	10° em sentido dorsal (em relação ao corte mediano)	Osso temporal, lobos frontal, temporal e occipital, sulco suprasilviano, sulco esplenial, fissura longitudinal do cérebro
		20° em sentido dorsal (em relação ao corte mediano)	Osso parietal, lobo parietal, sulco marginal, fissura longitudinal do cérebro

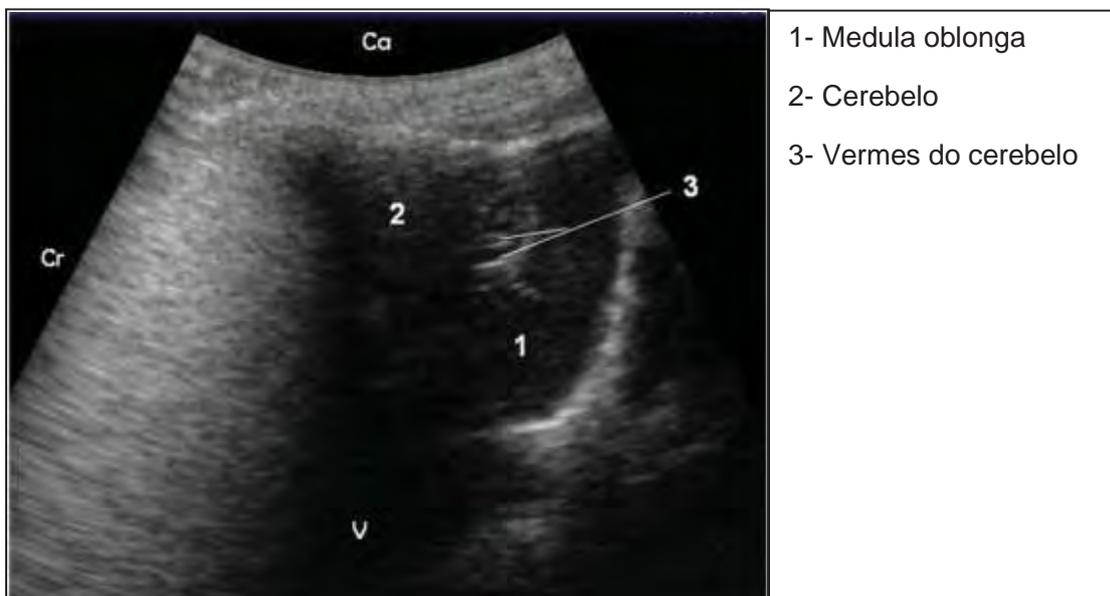
		30° em sentido dorsal (em relação ao corte mediano)	Osso parietal, lobo parietal, sulco marginal, fissura longitudinal do cérebro
		10° em sentido ventral (em relação ao corte mediano)	Osso temporal, lobo temporal, sulco presilviano, tentório ósseo do cerebelo, cerebelo, Fissura longitudinal do cérebro, mesencéfalo, osso etmóide
		20° em sentido ventral (em relação ao corte mediano)	Osso temporal, lobo temporal, osso etmóide, osso esfenoide, fissura longitudinal do cérebro
		Perpendicular ao osso temporal (corte em região mediana do encéfalo)	Osso temporal, lobo temporal, lobo occipital, fissura longitudinal do cérebro, sulco présilviano, ventrículo lateral, septo pelúcido
		10° em sentido dorsal (em relação ao corte mediano)	Osso temporal, lobo frontal, lobo temporal, lobo occipital, Fissura longitudinal do cérebro, sulco presilviano, sulco suprasilviano
		20° em sentido dorsal (em relação ao corte mediano)	Osso temporal, lobo frontal, lobo parietal, sulco ectomarginal, fissura longitudinal do cérebro, sulco marginal
Dorsais oblíquos craniais	45° em sentido anti-horário em relação ao plano dorsal	30° em sentido dorsal (em relação ao corte mediano)	Osso parietal, lobo frontal, lobo parietal, sulco coronal, fissura longitudinal do cérebro
		10° em sentido ventral (em relação ao corte mediano)	Osso temporal, lobo temporal, fissura pseudosilviana, diencéfalo, fissura longitudinal do cérebro
		20° em sentido ventral (em relação ao corte mediano)	Osso temporal, lobo temporal, tentório ósseo do cerebelo, região de tálamo, mesencéfalo e cerebelo, osso basoesfenoidal

#### 4.4 EXAME ULTRASSONOGRÁFICO TRANSCRANIANO REALIZADO PELA JANELA OCCIPITAL

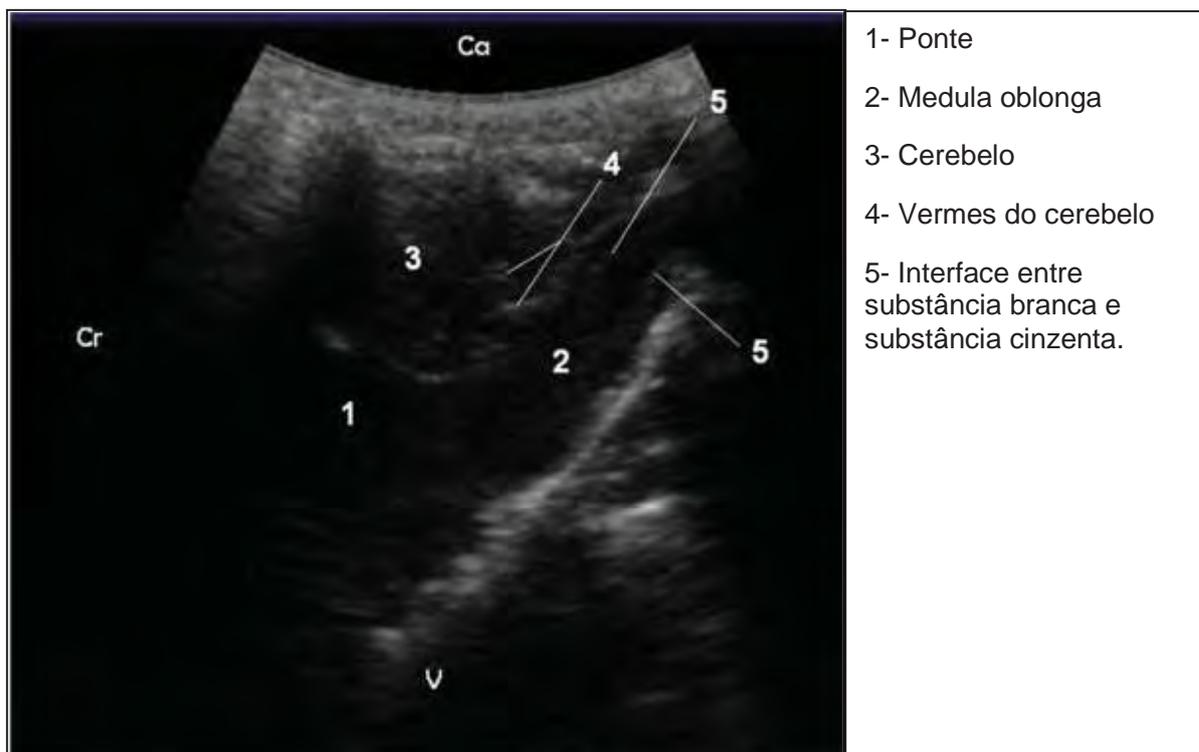
Neste exame, foram obtidos três cortes ultrassonográficos: o primeiro em plano longitudinal, obtido com o transdutor posicionado perpendicularmente ao *forame magno* (Figura 54 e 55); o segundo em plano dorsal, obtido com o posicionamento do transdutor após rotação de 90° em sentido anti-horário em relação à posição inicial (Figura 57 e 58); e o terceiro em plano dorsal oblíquo, obtido com o transdutor inclinado caudalmente em aproximadamente de 10° em relação ao plano anterior (Figura 60 e 61). A identificação sonográfica das estruturas encefálicas foi realizada com o auxílio da secção anatômica da cabeça na topografia dos cortes ultrassonográficos (Figuras 53, 56 e 59). O exame ultrassonográfico transcraniano em plano longitudinal, realizado pela janela occipital, possibilitou, tanto no animal *in vivo* quanto no *post mortem* a visualização do cerebelo como uma estrutura hipocogênica arredondada, e dos vermes do cerebelo como linhas paralelas hiperecogênicas, da medula oblonga como uma estrutura alongada, hipocogênica, localizada ventralmente à imagem do cerebelo. As interfaces entre a substância branca e a cinzenta puderam ser visualizadas como duas linhas hiperecogênicas na região da medula oblonga. A ponte foi visualizada como uma área hipocogênica em região adjacente à medula oblonga e identificada de acordo com a topografia do corte. No plano de corte dorsal, foi possível identificar o tentório ósseo do cerebelo como uma linha arqueada hiperecogênica na região ventral da imagem e os vermes do cerebelo como linhas paralelas hiperecogênicas no centro da imagem. Finalmente, no plano dorsal oblíquo foi possível visualizar a medula espinhal como uma área circular hipocogênica no centro da imagem, o espaço subaracnóideo como uma área anecogênica circundando a medula, o canal central da medula como um ponto hiperecogênico no centro da imagem e os cornos dorsal e ventral da medula como um tecido ecogênico em região adjacente ao canal central (Tabela 2).



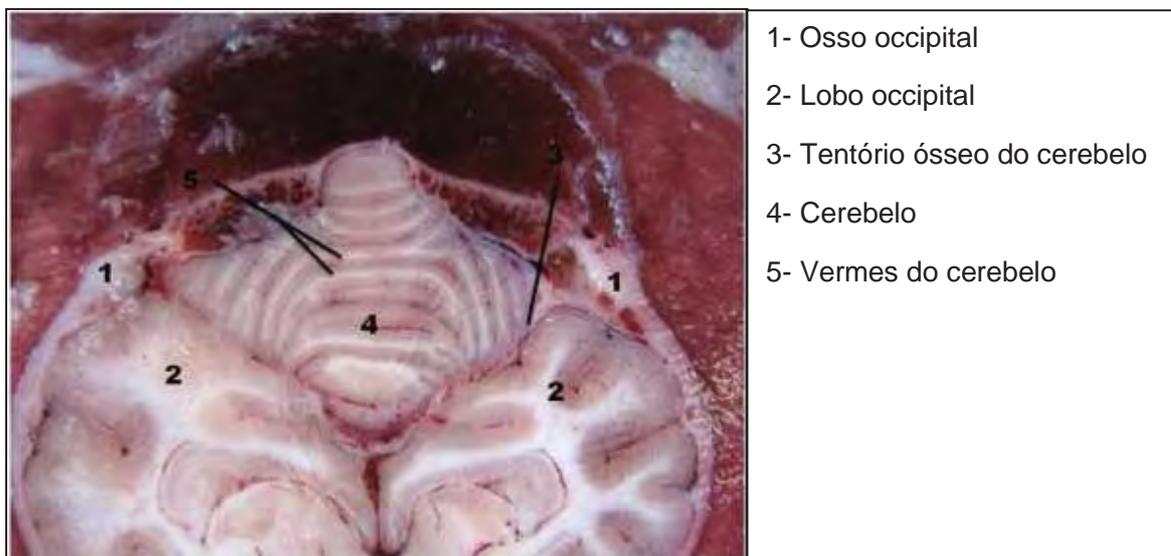
**Figura 53.** Peça anatômica da cabeça de cão em secção longitudinal em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura 54.



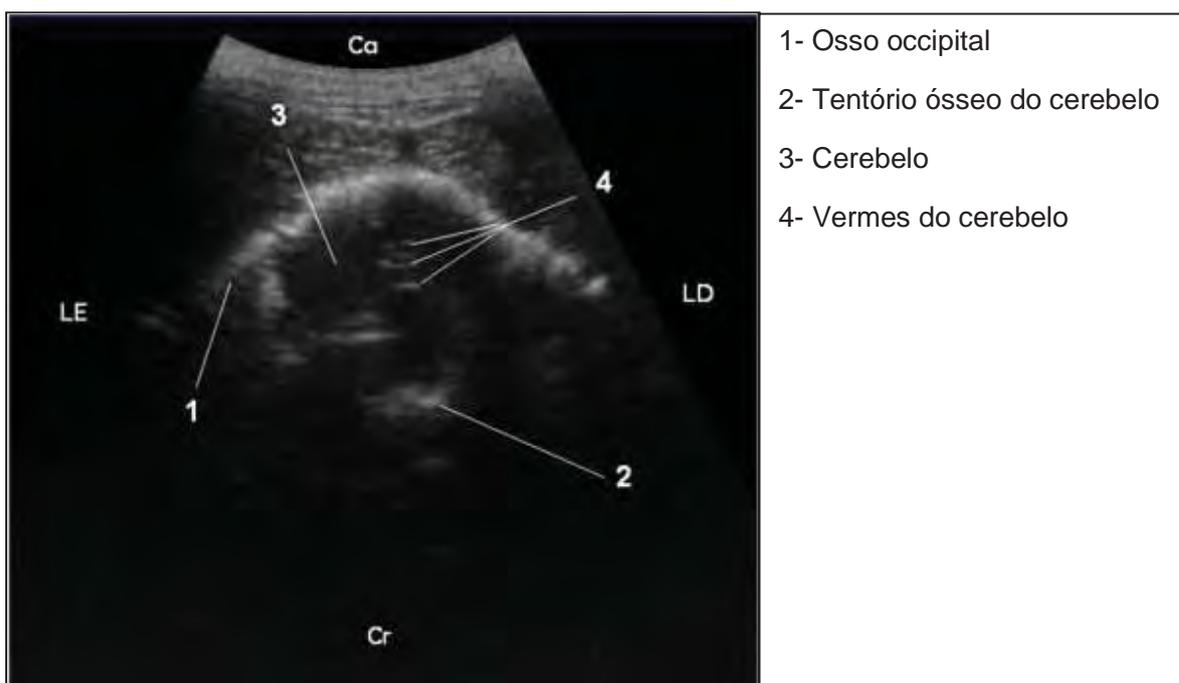
**Figura 54.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte longitudinal pela janela occipital, com o transdutor posicionado perpendicularmente ao forame magno. V: ventral; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.



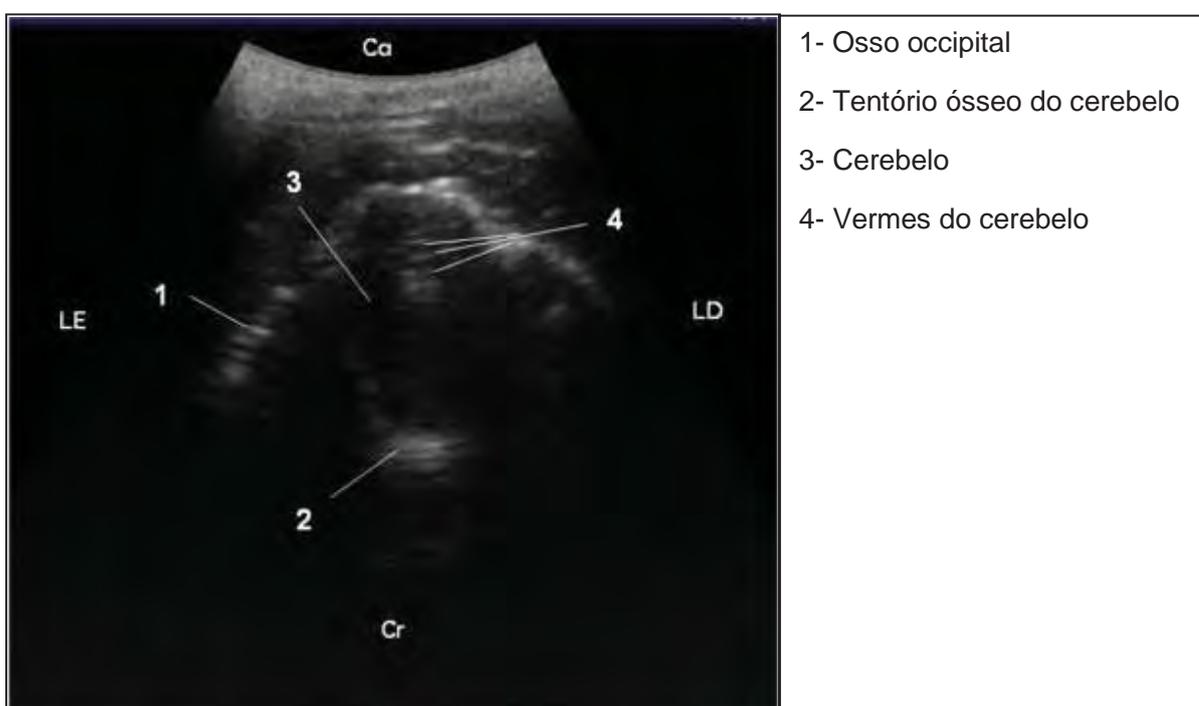
**Figura 55.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cão *in vivo* no mesmo plano de corte ilustrado na figura 54. V: ventral; Cr: cranial; Ca: caudal.



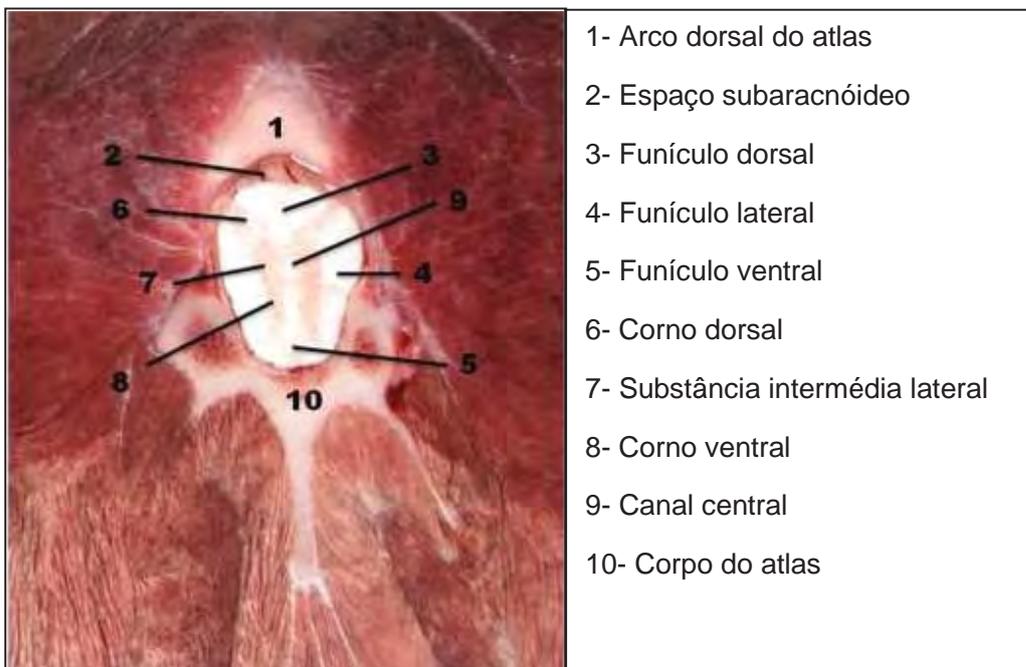
**Figura 56.** Peça anatômica da cabeça de cão em secção longitudinal em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura 57.



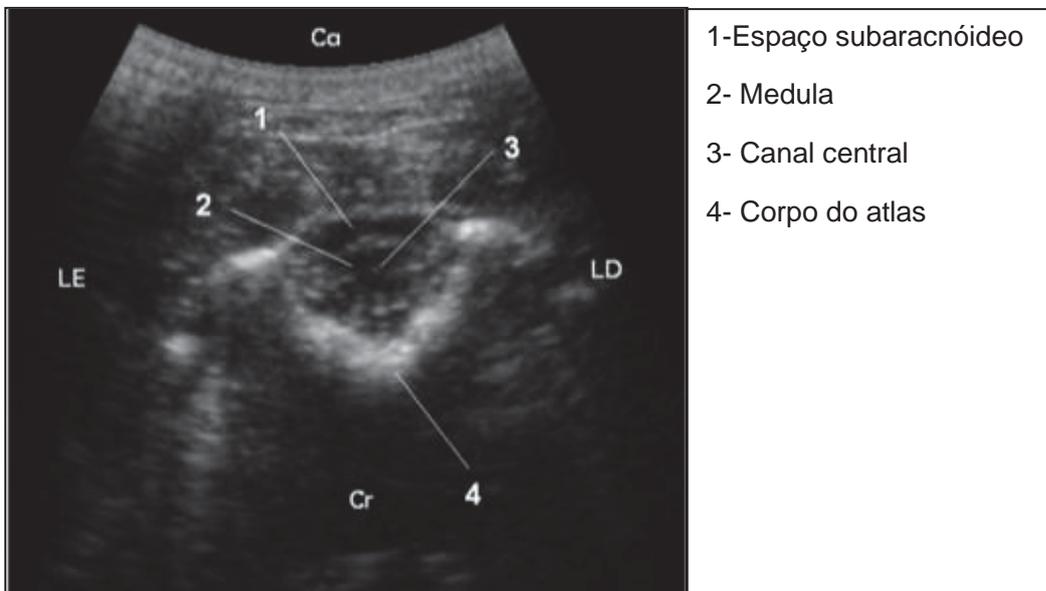
**Figura 57.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal através pela occipital, com o transdutor posicionado perpendicularmente ao forame magno e rotacionado em 90° no sentido anti-horário em relação ao plano anterior. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.



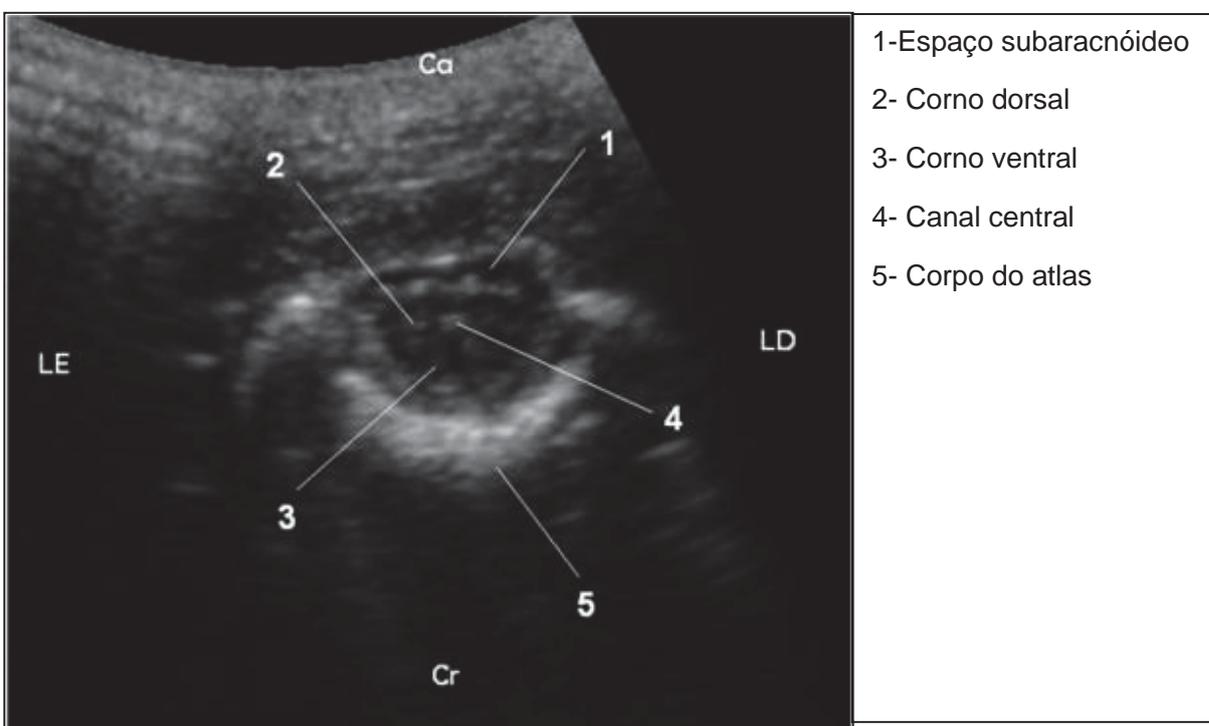
**Figura 58.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cão *in vivo* no mesmo plano de corte ilustrado na figura 57. LE: lateral esquerda; LD: lateral direita; Cr: cranial; Ca: caudal



**Figura 59.** Peça anatômica da cabeça de cão em seção longitudinal em correspondência ao corte ultrassonográfico da figura 60.



**Figura 60.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal pela janela occipital, com o transdutor rotacionado em 90° no sentido anti-horário e 10° em sentido caudal. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.



**Figura 61.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cão *in vivo* no mesmo plano de corte ilustrado na figura 60. LE: lateral esquerda; LD: lateral direita; Cr: cranial; Ca: caudal.

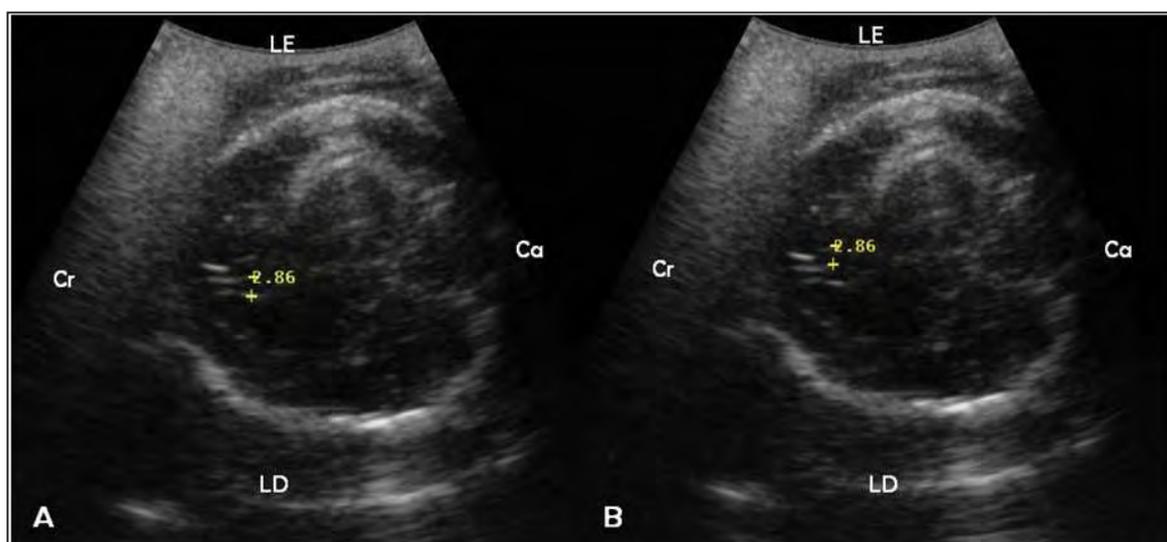
**Tabela 2.** Denominação dos planos de corte ultrassonográficos, ângulos de rotação e inclinação do transdutor para obtenção de cada plano de corte e estruturas encefálicas visibilizadas em cada plano de corte obtido por meio de exame ultrassonográfico realizado através pela occipital nos 7 cadáveres e 30 animais *in vivo*. UNESP – Jaboticabal/ 2010.

Plano de corte ultrassonográfico	Angulação do transdutor		Estruturas encefálicas visibilizadas
	Ângulo de rotação	Ângulo de inclinação	
Longitudinal	0°	Perpendicular ao forame magno	Medula oblonga, cerebelo, vermes do cerebelo, interface entre a substância branca e a cinzenta
Dorsal	90° em relação ao plano longitudinal	Perpendicular ao forame magno	Osso occipital, tentório ósseo do cerebelo, cerebelo, vermes do cerebelo
Dorsal oblíquo		10° em sentido caudal em relação ao plano longitudinal	Espaço subaracnóideo, medula, canal central, corno dorsal da medula, corno ventral da medula, corpo do Atlas

#### 4.5 PADRONIZAÇÃO DAS MEDIDAS DA LARGURA DOS VENTRÍCULOS LATERAIS, MANTO ENCEFÁLICO, ESPESSURA DO SULCO MARGINAL, ESPESSURA DO SULCO CORONAL E DIMENSÕES DA REGIÃO CEREBELAR.

A mensuração de ambos os ventrículos laterais do cérebro, e do manto encefálico foi realizada por meio do plano de corte dorsal com o transdutor posicionado perpendicularmente ao osso temporal esquerdo. A medida da largura de cada ventrículo foi determinada por meio da distância entre a parede lateral do ventrículo e o septo pelúcido (Figura 62). A medida do manto encefálico foi determinada pela distância entre a parede lateral do ventrículo esquerdo e a superfície lateral do encéfalo (Figura 63). A média e o desvio padrão para as medidas da largura dos ventrículos laterais direito e esquerdo e para a medida do manto encefálico, obtidas por meio do exame

ultrassonográfico realizado nos 30 cães *in vivo*, foram, respectivamente  $0,277\text{cm} \pm 0,030$ ;  $0,281\text{cm} \pm 0,024$  e  $1,643\text{cm} \pm 0,115$ , não havendo diferença na correlação entre as médias (tabela 3).



**Figura 62.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal mediano, com o transdutor posicionado perpendicularmente em relação ao osso temporal. **A**, cursor posicionado sobre o septo pelúcido e o outro posicionado sobre a parede lateral do ventrículo direito, ilustrando as dimensões do ventrículo lateral direito. **B**, cursor posicionado sobre a parede lateral do ventrículo esquerdo, demonstrando as dimensões do ventrículo lateral esquerdo. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.



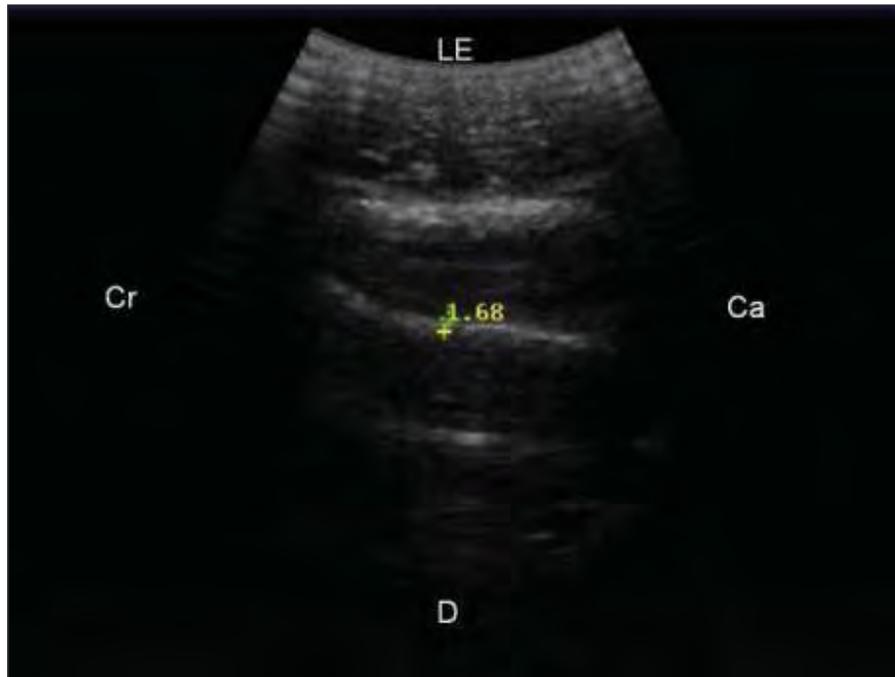
**Figura 63.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão em plano de corte dorsal mediano, com o transdutor posicionado perpendicularmente em relação ao osso temporal. Posicionamento dos cursores demonstrando a medida do manto encefálico: Cursor posicionado no centro da imagem sobre a linha hiperecogênica que representa a parede lateral do ventrículo esquerdo e o outro posicionado em região mais superficial, adjacente à linha arqueada hiperecogênica que representa o contorno da calota craniana. LE: lado esquerdo; LD: lado direito; Cr: cranial; Ca: caudal.

**Tabela 3.** Médias, desvios padrão ( $\pm$ ) e valores mínimos e máximos (Min - Máx) das medidas das estruturas encefálicas mensuradas por meio do exame realizado nos 30 animais *in vivo*. UNESP – Jaboticabal/ 2010.

<b>Estrutura encefálica</b>	<b>Média (cm)</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Mín – Máx (cm)</b>
Ventrículo direito	0,277	0,030	0,167 – 0,356
Ventrículo esquerdo	0,281	0,024	0,203 – 0,315
Manto encefálico	1,643	0,115	1,377 – 1,900
Sulco Marginal	0,161	0,021	0,134 – 0,352
Sulco coronal	0,157	0,016	0,124 – 0,218
Região cerebelar – diâmetro ventro-lateral	2,248	0,166	1,872 – 2,758
Região cerebelar – diâmetro crânio-caudal	2,368	0,212	1,780 – 3,005

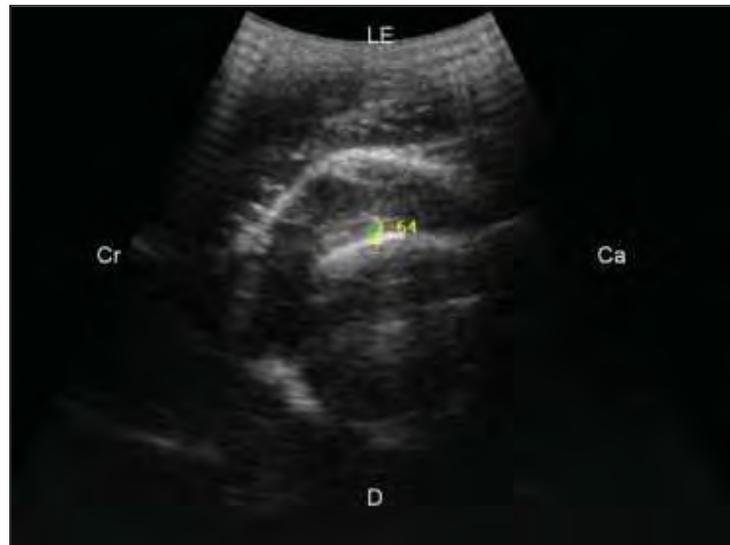
Não foram observadas diferenças na correlação entre as médias

As medidas de espessura do sulco marginal foram obtidas em corte dorsal oblíquo caudal, com o transdutor inclinado 30° em sentido dorsal. O sulco marginal foi visibilizado como uma linha hiperecogênica no centro da imagem (Figura 64). A média e o desvio padrão para as medidas da espessura do sulco marginal obtidas pela janela temporal foram 0,161cm  $\pm$  0,021, não havendo diferença na correlação entre as médias dos 30 cães *in vivo* (Tabela 3).



**Figura 64.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão pela janela temporal, em plano de corte dorsal oblíquo caudal, com o transdutor rotacionado 45° em sentido horário e inclinado 30° em sentido dorsal. A linha hiperecogênica no centro da imagem representa o sulco marginal e o posicionamento dos cursores ilustra a medida da sua espessura. LE: lado esquerdo; D: dorsal; Cr: Cranial; Ca: caudal.

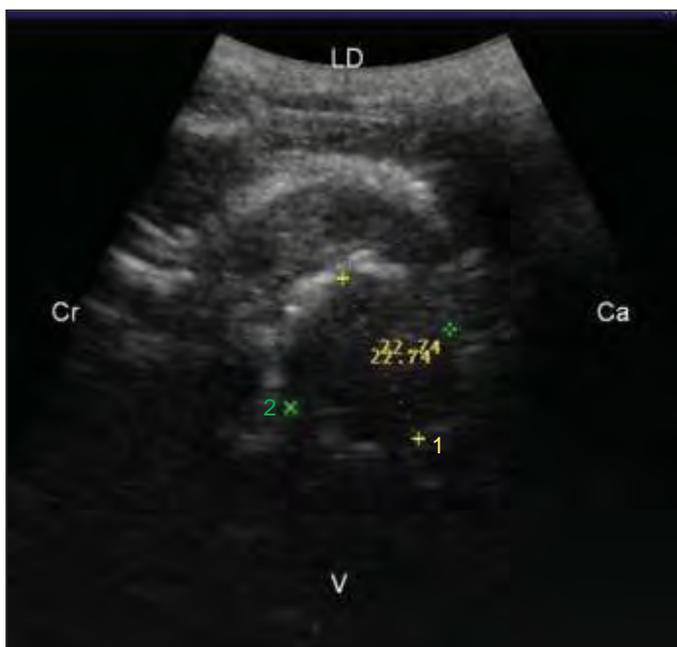
O sulco coronal foi visibilizado como uma linha hiperecogênica, localizada no centro da imagem obtida em corte dorsal oblíquo cranial, com o transdutor inclinado 30° em sentido dorsal (Figura 65). A espessura do sulco coronal foi mensurada neste plano de corte nos 30 cães *in vivo* obtendo-se como média e desvio padrão respectivamente 0,157cm ± 0,016 , não havendo diferença na correlação entre as medidas obtidas nos 30 cães *in vivo* (Tabela 3).



**Figura 65.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão pela janela temporal, em plano de corte dorsal oblíquo cranial, com o transdutor rotacionado 45° em sentido anti-horário e inclinado 30° em sentido dorsal. A linha hiperecogênica no centro da imagem representa o sulco coronal e o posicionamento dos cursores ilustra a medida da sua espessura. LE: lado esquerdo; D: dorsal; Cr: cranial; Ca: caudal.

As dimensões da região cerebelar foram mensuradas nas imagens obtidas em plano de corte dorsal oblíquo cranial, com o transdutor inclinado 20° em sentido ventral. Os valores obtidos foram relativos à área circular visibilizada em porção caudo-ventral da imagem, correspondente à região ocupada pelo cerebelo, parte do tálamo e mesencéfalo e delimitada por uma linha hiperecogênica correspondente ao tentório ósseo do cerebelo e osso basoesfenoidal. O diâmetro ventro-lateral foi determinado pela distância entre a porção lateral do tentório ósseo do cerebelo e a porção ventral do osso basoesfenoidal (distância 1- Figura 66) e o diâmetro caudo-cranial pela distância entre a porção cranial do osso basoesfenoidal e a porção caudal do cerebelo (distância 2- figura 66). A média e o desvio padrão das dimensões da região cerebelar, obtidos por meio do exame ultrassonográfico realizado pela janela temporal nos 30 cães *in vivo*, foram respectivamente  $2,248 \pm 0,166$  para o diâmetro ventro-lateral e  $2,368 \pm 0,212$

para o diâmetro crânio caudal (Tabela 3), não havendo diferença na correlação entre as medidas dos 30 cães *in vivo*.



**Figura 66.** Imagem ultrassonográfica do encéfalo de cadáver de cão pela janela temporal, em plano de corte dorsal oblíquo cranial, com o transdutor rotacionado 45° em sentido anti-horário e inclinado 20° em sentido ventral. A imagem central ecogênica de formato arredondado, circundada por um halo hiperecogênico representa a região de cerebelo, parte do tálamo e mesencéfalo, circundada pelo tentório ósseo do cerebelo e pelo osso basoesfenoidal. O posicionamento dos cursores referentes à distância 1 ilustra a medida do diâmetro ventro-lateral, os cursores referentes à distância 2 ilustra a medida do diâmetro caudo-cranial. LD: lado direito; V: ventral; Cr: cranial; Ca: caudal.

As médias e os desvios padrão das medidas das estruturas encefálicas obtidas pela janela temporal esquerda foram  $0,163 \pm 0,039$ ;  $0,159 \pm 0,023$ ;  $2,260 \pm 0,242$  e  $2,367 \pm 0,149$  respectivamente para sulco marginal, sulco coronal, diâmetros ventro-lateral e crânio-caudal da região cerebelar. Para as estruturas encefálicas realizada pela janela temporal direita, as médias e os desvios padrão foram  $0,158 \pm 0,015$  e  $0,156 \pm 0,017$  para as medidas dos sulcos marginal e coronal;  $2,236 \pm 0,225$  e  $2,369 \pm 0,149$  para as medidas dos diâmetros ventro-lateral e crânio-caudal da região cerebelar (Tabela 4).

Finalmente, as médias das medidas de espessura dos sulcos marginal e coronal obtidas por meio do exame realizado pela janela temporal direita, quando comparadas com as médias das medidas dos sulcos contralaterais obtidas por meio do exame realizado pela janela temporal esquerda nos 30 animais *in vivo*, não apresentaram diferença ( $p > 0,05$ ). Do mesmo modo, não houve diferença ( $p > 0,05$ ) entre as médias da dimensão da região cerebelar, obtidos pela janela temporal direita, com os valores médios da mesma região obtidos pela janela contralateral (Tabela 4).

**Tabela 4.** Médias e desvios padrão ( $\pm$ ) das medidas do sulco marginal, sulco coronal e cerebelo, obtidas por meio do exame realizado pela janela temporal direita em comparação com os valores de médias e desvios padrão ( $\pm$ ) das medidas das mesmas estruturas obtidas por meio de exame realizado pela janela temporal contralateral nos 30 animais *in vivo*. UNESP – Jaboticabal/2010

	Geral		Janela temporal esquerda		Janela temporal direita	
	Média (cm)	Desvio padrão	Média (cm)	Desvio padrão	Média (cm)	Desvio Padrão
Sulco Marginal	0,161	$\pm 0,021$	$0,163^a$	$\pm 0,039$	$0,158^a$	$\pm 0,015$
Sulco Coronal	0,157	$\pm 0,016$	$0,159^a$	$\pm 0,023$	$0,156^a$	$\pm 0,017$
Região cerebelo diâmetro ventro-lateral	2,248	$\pm 0,166$	$2,260^a$	$\pm 0,242$	$2,236^a$	$\pm 0,225$
Região cerebelar diâmetro crânio-caudal	2,368	$\pm 0,212$	$2,367^a$	$\pm 0,149$	$2,369^a$	$\pm 0,149$

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferiram pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ )

## V. DISCUSSÃO

A neurologia tem se beneficiado ultimamente em decorrência dos avanços tecnológicos dispensados ao diagnóstico por imagem. A ultrassonografia foi o primeiro método de diagnóstico por imagem utilizada na investigação do encéfalo (LEKSELL, 1956) e, a partir daí, o crescente interesse pelo conhecimento do conteúdo craniano assim como a investigação de doenças que acometem o sistema nervoso central levaram ao desenvolvimento de técnicas como a tomografia computadorizada (TC) e a ressonância magnética (RM). Porém, o alto custo de produção, manutenção e o difícil acesso a esses meios, limitaram a utilização das duas últimas técnicas na medicina veterinária (LORIGADOS, 2008). Por outro lado, o ultrassonograma tem a vantagem de ser um método rápido, de baixo custo, sem a necessidade de anestésiar o paciente. Além disso, alguns estudos mostraram que as imagens ultrassonográficas apresentam correlação significativa quando comparadas com as obtidas pela tomografia computadorizada (ABRÃO et al., 1998; HUDSON et al., 1990).

As vantagens da ultrassonografia transcraniana foram observadas na realização deste trabalho, o que comprova a veracidade literocientífico (SCHELLINGER et al., 1985; VACHON & MIKITY, 1987; SAITO, 2001; CARVALHO & ANDRADE NETO, 2005; BERG et al., 2008). Os 30 animais *in vivo* utilizados neste estudo não ofereceram nenhuma resistência à contenção para avaliação ultrassonográfica pela janela temporal e à flexão ventral do pescoço para avaliação pela janela occipital, o que permitiu a utilização do ultrassonograma sem a necessidade de anestesia prévia. Além disso, foi possível constatar a rapidez do método, uma vez que o tempo despendido, por um observador treinado, para a avaliação ultrassonográfica completa do encéfalo foi de 15 minutos para cada animal.

A interpretação adequada de um exame ultrassonográfico, assim como o de qualquer outro exame de diagnóstico por imagem, depende primeiramente do conhecimento anatômico da região a ser avaliada. Encontra-se atualmente, na medicina veterinária vasta literatura sobre a anatomia encefálica de cães (DE LAHUNTA, 1983; BEITZ & FLETCHER, 1993; EVANS, 1993; SCHALLER, 1999; MOLENAAR, 1997;

DYCE & SACK, 2004; KONIG et al., 2004). Todavia, há escassez de trabalhos relativos, especificamente, à anatomia ultrassonográfica desta região anatômica (HUDSON et al., 1989; CARVALHO & ANDRADE NETO, 2005; LORIGADOS, 2008) e também ausência de relatos que a caracteriza em cortes dorsais oblíquos obtidos através da região temporal como janela acústica, um dos objetivos deste modelo experimental.

Existem, na literatura veterinária, muitos estudos sobre avaliação ultrassonográfica transcraniana, nos quais os autores fizeram uso de fontanelas e defeitos cranianos criados experimentalmente como janelas acústicas (HUDSON et al., 1989; HUDSON et al., 1990; SPAULDING et al., 1990; HUDSON et al., 1991; GALLAGHER et al., 1995; HOMCO, 1996; HUDSON et al., 1998; CARVALHO & ANDRADE NETO, 2005). Porém, a presença de fontanela ou de defeitos na calota craniana são fatores limitantes à realização do exame, uma vez que a ultrassonografia fica restrita a cães neonatos (com idade inferior a um mês) e aqueles que sofreram fratura na calota craniana em decorrência de processo traumático.

Existe certa controvérsia na literatura veterinária a respeito da utilização da janela temporal como janela acústica para avaliação ultrassonográfica transcraniana em animais adultos.

Alguns autores (BAILEY, 1990; HOMCO, 1996; SPAULDING et al., 1990; BERG et al., 2008) destacam a impossibilidade de formação de imagem ultrassonográfica por meio da tábua óssea íntegra, em decorrência de artefatos de reflexão gerados pela excessiva diferença de impedância acústica na interface de tecidos moles com a superfície óssea do crânio. Contrariamente ao que afirmam esses autores, neste trabalho foi possível obter imagens do encéfalo de 37 cães, pela janela temporal, nas quais se constatou a correlação positiva entre as estruturas identificadas em cortes anatômicos com as visibilizadas em ultrassonogramas. Este estudo corrobora os relatos de BERLAND et al. (1988); KODAIRA (1995); SAITO et al. (2001); LORIGADOS (2008) e ratifica que o osso temporal, por ser um osso compacto e por sua fina espessura, pode ser utilizado como janela acústica na realização de exames ultrassonográficos transcranianos em cães adultos de pequeno porte.

O forame magno como janela acústica, em todos os cães avaliados neste trabalho, permitiu a obtenção de imagens com boa definição e riqueza de detalhes, uma vez que não houve interposição óssea nesta região anatômica. Por meio desta janela acústica, tal como descrito por SAITO et al. (2001) e LORIGADOS (2008), vale ressaltar que foi possível observar apenas a porção caudal do encéfalo (cerebelo, medula oblonga e porção rostral da medula espinhal). Corroborando com esses autores, para uma varredura encefálica completa, faz-se necessário o uso da janela occipital em associação com outras janelas acústicas (janela temporal ou fontanelas).

Ainda com relação à janela occipital, observou-se neste trabalho, assim como SAITO et al. (2001), a necessidade de flexionar ventralmente o pescoço dos animais para tornar possível o acesso ao forame magno. Essa manobra deve ser realizada com cautela em determinadas raças de cães de pequeno porte por apresentarem anomalias congênitas na região occipitoatlanto-axial. É racional, mediante essa suspeita clínica, que o exame radiográfico da coluna cervical seja realizado antes da ultrassonografia transcraniana.

Apesar da viabilidade da avaliação ultrassonográfica transcraniana, existem, segundo alguns autores, limitações que devem ser consideradas. A primeira está relacionada ao porte do animal em questão e à espessura óssea do crânio. Quanto menor o porte do animal, mais fina é a região temporal, o que facilita a penetração do feixe ultrassônico e, conseqüentemente, permite obtenção de imagens de melhor resolução (SAITO et al., 2001; WANG et al., 2002; CARVALHO & ANDRADE NETO, 2005). Para minimizar estes fatores, neste trabalho foram utilizados cães de pequeno porte, com peso corporal entre 2 e 10kg, todos mesaticefálicos.

LORIGADOS (2008) observou perda significativa da definição e de detalhe em imagens obtidas pela janela temporal em comparação com aquelas realizadas sem a interposição óssea, após craniotomia frontoparietal. As imagens ultrassonográficas obtidas pela janela temporal, neste trabalho, foram consideradas de boa resolução e as estruturas visibilizadas apresentaram correlação positiva com as imagens identificadas nos cortes anatômicos realizados nos cadáveres. Provavelmente os achados deste trabalho foram superiores porque os animais deste trabalho eram de porte inferior (peso

corporal variando entre 2 a 10kg) aos utilizados por esse autor, os quais apresentavam peso corporal variando entre 15 a 20 Kg , comprovando que realmente existe uma limitação do exame quando realizado através da tábua óssea íntegra em relação ao peso do animal. Cães com peso corporal superior a 10 Kg podem apresentar o osso temporal mais espesso, o que dificultaria a passagem do feixe sonoro, com redução da definição da imagem e conseqüente qualidade do exame.

A este respeito, foi observada diferença entre as imagens em função dos pesos corporais dos cães neste trabalho. Nos animais menores, pesando entre 2 a 4Kg, foi possível evidenciar maior detalhe das estruturas anatômicas encefálicas em razão das imagens melhor definidas em comparação com as obtidas nos animais de maior peso (9 e 10kg). Nos animais menores, a região do diencéfalo foi visibilizada como uma área em formato de borboleta, com contornos bem definidos, discretamente hipocogênica em relação ao restante do parênquima encefálico, enquanto nos animais maiores foi dificilmente identificada, por apresentar-se como área de contornos parcialmente ou pouco definidos.

A segunda limitação está relacionada à qualidade técnica do aparelho de ultrassom e à frequência do transdutor utilizado. Sistemas de baixo padrão de imagem em modo-B não são recomendados para a ultrassonografia transcraniana (CARVALHO & ANDRADE NETO, 2005). Desta forma, neste trabalho o emprego de um aparelho ultrassonográfico de alto padrão tecnológico possibilitou a aquisição de imagens de melhor qualidade, que permitiram detalhar e definir um número maior de estruturas encefálicas (como por exemplo: maior número de sulcos cerebrais, tronco encefálico, região do diencéfalo) do que se acredita serem possíveis de visibilização ao fazer uso de um equipamento de baixa resolução.

Para avaliação encefálica transcraniana através da tábua óssea íntegra são indicados na medicina veterinária transdutores de 2 a 5MHz (LORIGADOS, 2008) e 7MHz (SAITO et al., 2001). A literatura médica humana sugere a utilização de 2MHz (WANG et al., 2002). Neste trabalho o exame ultrassonográfico transcraniano pela região temporal e occipital foi realizada com transdutor convexo multifrequencial, variando em torno de 4 a 7MHz, o que permitiu a obtenção de imagens com boa

resolução, detalhamento e definição das estruturas encefálicas, concordando com os relatos da literatura veterinária (SAITO et al., 2001; LORIGADOS, 2008).

De acordo com LORIGADOS (2008), neste trabalho também foi notado que para uma varredura adequada do encéfalo, pela janela temporal, é necessária a realização do exame tanto do lado direito quanto do esquerdo, uma vez que artefatos de reverberação dificultam a avaliação do lado contralateral ao examinado. Acredita-se ainda que estes artefatos tenham relação com a observação de área hiperecogênica linear em campo proximal acompanhada de artefato de reverberação, presente em apenas algumas das imagens obtidas neste trabalho, uma vez que não foram encontradas, nos cortes anatômicos, estruturas em correspondência à imagem supracitada.

Ao contrário da metodologia utilizada por LORIGADOS (2008), no presente trabalho, o exame ultrassonográfico transcraniano consistiu da realização de planos de cortes dorsal e dorsais oblíquos. Esta metodologia proposta se justifica em razão da disposição do encéfalo dentro da caixa craniana, a fim de permitir a realização de varredura completa do encéfalo.

O aspecto ultrassonográfico das estruturas encefálicas visibilizadas em cada plano de imagem realizado pela janela temporal, neste trabalho, seguiu o padrão descrito na literatura. Os ventrículos laterais foram visibilizados como áreas anecogênicas de cada lado da linha média, e sua parede como uma linha hiperecogênica destacada pelo plexo coriódio (BABCOCK & HAN, 1981; HUDSON et al., 1989; LORIGADOS, 2008). Os sulcos encefálicos foram localizados como linhas hiperecogênicas onduladas cuja ecogenicidade elevada deve-se à interface criada pela parede dos vasos e piamáter (HUDSON et al., 1989). O parênquima encefálico hipocogênico impediu a diferenciação entre a massa branca e a cinzenta (GALLAGHER et al., 1995), a região do diencéfalo destacou-se como uma área hipocogênica em formato de borboleta (BERG et al., 2008; LORIGADOS, 2008) e a fissura longitudinal como uma linha hiperecogênica no centro da imagem (LORIGADOS, 2008).

Diferentemente do observado por BABCOCK & HAN (1981), HUDSON et al. (1989), HUDSON et al. (1990), LORIGADOS (2008) em exames ultrassonográficos realizados pela fontanela e defeitos na calota craniana, neste trabalho, pela janela temporal, não foram passíveis de visualização: pedúnculo cerebral, sulco caloso, corpo caloso, núcleo caudato e hipocampo. Estas estruturas apareceram nas imagens com a mesma ecogenicidade do restante do parênquima encefálico, o que impossibilitou sua diferenciação e identificação. Acredita-se que a perda da definição dessas estruturas deve-se ao grau de atenuação sofrido pelo feixe sonoro ao atravessar a interface de tecidos moles com superfície óssea do crânio.

Assim como o relatado na literatura para exame ultrassonográfico realizado pela fontanela bregmática, sem a interposição óssea (BABCOCK & HAN, 1981; HUDSON et al., 1989; SAPULDING et al., 1990; GALLAGHER et al., 1995; LORIGADOS, 2008), no presente trabalho, realizado pela janela temporal, também foram passíveis de visualização: septo pelúcido, ventrículos laterais, plexo coriáceo, tentório ósseo do cerebelo, sulcos cerebrais, fissura longitudinal do cérebro e diencéfalo. Este feito ratifica a possibilidade de visualização de grande quantidade de estruturas encefálicas por meio do exame realizado através da tábua óssea íntegra.

A abordagem ultrassonográfica pelo forame magno, assim como na literatura estudada (HUDSON et al., 1989; GALLAGHER et al., 1995; SAITO et al., 2001; LORIGADOS, 2008), permitiu a visualização do cerebelo, dos vermes do cerebelo como linhas hiperecogênicas paralelas, medula oblonga hipoeecogênica, a porção rostral da medula espinhal hipoeecogênica, o canal central da medula como um ponto hiperecogênico e o espaço subaracnóideo como uma área anecogênica, caracterizada pela presença do líquido cefalorraquidiano.

Segundo a literatura, a hidrocefalia é uma patologia congênita relativamente comum em cães (SPAULDING et al., 1990). Desta forma, a ultrassonografia encefálica transfontanela é indicada para determinação do tamanho dos ventrículos laterais em cães de raças pequenas com a suspeita dessa anomalia (HUDSON et al., 1990). Todavia, em alguns casos, pelo fato da fontanela encontrar-se fechada, esse diagnóstico é dificultado.

Em cães adultos, a hidrocefalia pode ser decorrente de outras alterações encefálicas, como neoplasias e processos inflamatórios, que induzem a obstrução no fluxo do líquido cefalorraquidiano (GREENE & BRAUND 1992; CARVALHO & ANDRADE NETO, 2005). Assim, os valores normais da largura dos ventrículos laterais e a espessura do manto encefálico foram mensurados, pela janela temporal, a fim de padronizar suas dimensões em cães mesaticefálicos adultos hípidos. Ao minimizar as limitações do exame ultrassonográfico transcraniano, com estes resultados, sua utilização na rotina médico-hospitalar será mais bem proveitosa, aplicando a técnica como método de triagem e, em alguns casos, dispensando o uso de processos técnicos mais onerosos como a tomografia computadorizada ou a ressonância magnética.

Neste trabalho, os valores da largura do ventrículo lateral direito variaram entre 0,16cm e 0,35cm com uma média de 0,27cm e os valores da largura do ventrículo lateral esquerdo variaram entre 0,20cm e 0,31cm, com uma média de 0,28cm. Os valores mínimos encontrados para a largura dos ventrículos laterais foram discretamente superiores aos encontrados por HUDSON et al (1990) para altura dos ventrículos laterais, porém os valores máximos foram semelhantes, o que pode caracterizar a presença de dilatação ventricular quando a largura e/ou altura do ventrículo lateral for maior que 0,35cm.

Com relação à espessura do manto encefálico, os valores das medidas encontradas (variando entre 1,37cm e 1,90cm com média de 1,64cm) foram muito próximos aos valores encontrados por HUDSON et al (1990), sendo a variação da medida do manto encefálico diretamente proporcional à variação das dimensões dos ventrículos laterais.

A identificação anatômica dos sulcos encefálicos nos cortes ultrassonográficos, bem como a padronização das medidas da espessura destes pode ser importante para o diagnóstico de algumas afecções encefálicas, especialmente da lissencefalia – que se caracteriza ultrassonograficamente pela ausência das imagens dos sulcos cerebrais (GREENE & BRAUND, 1992; CARVALHO & ANDRADE NETO, 2005). Assim sendo, os sulcos marginal e coronal foram identificados e posteriormente mensurados. A espessura do sulco marginal variou entre 0,13cm e 0,35cm com média de 0,16cm e a

do sulco coronal entre 0,12cm e 0,21cm com média de 0,15cm. Não foi encontrado na literatura relatos sobre a identificação desses dois sulcos, tampouco da padronização de suas medidas, o que evidencia a importância dos dados deste trabalho para o enriquecimento literário-científico da ultrassonografia transcraniana.

Dentre as moléstias que acometem o cerebelo, destacam-se a hipoplasia cerebelar, caracterizada pela redução do tamanho do cerebelo decorrente do desenvolvimento anormal em consequência de moléstias infecciosas congênicas e anormalidades genéticas (GREENE & BRAUND, 1992; HUDSON & COX, 2008). Para o diagnóstico ultrassonográfico dessa afecção, faz-se necessário o conhecimento dos valores das dimensões do cerebelo em condições normais, porém estes dados, até então, não haviam sido relatados na literatura veterinária. Neste trabalho os valores encontrados para o diâmetro ventro-lateral da região cerebelar variaram entre 1,87cm e 2,75cm com média de 2,24cm e para o diâmetro crânio-caudal da região cerebelar variaram entre 1,78cm e 3,00cm com média de 2,36cm.

Os valores médios ultrassonográficos dos sulcos marginal e coronal e da região cerebelar, obtidos pela janela temporal direita, comparados com as médias dos valores dos sulcos contralaterais e da região cerebelar, mensurados pela janela temporal esquerda, não apresentaram diferença ( $p > 0,05$ ). Este resultado caracteriza a simetria entre as estruturas dos diferentes hemisférios cerebrais e a confiabilidade da mensuração de cada uma delas, independentemente do lado em que se realiza a varredura ultrassonográfica. Porém, vale salientar, a importância da realização do exame bilateralmente a fim de minimizar possíveis falhas diagnósticas em decorrência da perda da definição das estruturas em campo distal da imagem.

Finalmente, que os resultados deste trabalho possam servir como base para padronização da técnica de exame ultrassonográfico transcraniano, bem como para o conhecimento da anatomia ultrassonográfica encefálica em cães. Igualmente, que os dados inéditos aqui obtidos possam gerar novos questionamentos, estimular a realização de novos trabalhos a fim de aprimorar o conhecimento do médico veterinário no diagnóstico ultrassonográfico das afecções encefálicas e consagrar a utilização

dessa modalidade de exame por imagem como método diagnóstico na rotina médico-hospitalar de pequenos animais.

## VI. CONCLUSÕES

Mediante a técnica utilizada e os resultados obtidos neste estudo, julga-se que:

- A ultrassonografia transcraniana, quando realizada com equipamento da alta resolução equipado com transdutor convexo de 4 a 7MHz, é um método diagnóstico viável pra avaliação do encéfalo de cães de pequeno porte, com peso corporal até 10Kg, sem a necessidade de anestésiar o paciente.
- Para a varredura completa do encéfalo, a técnica ultrassonográfica deve consistir de planos dorsal e dorsais oblíquos pelas janelas temporais direita e esquerda e de planos longitudinais, dorsal e dorsal oblíquo pela janela occipital.
- A janela temporal pode ser utilizada na ultrassonografia do encéfalo de cães com peso corporal até 10kg.
- O forame magno pode ser utilizado como janela acústica para complementar a avaliação ultrassonográfica do encéfalo em cães adultos, permitindo apenas uma avaliação restrita do encéfalo por meio da visibilização do cerebelo, medula oblonga e porção cranial da medula espinhal.
- A largura do ventrículos laterais em condições normais pode variar entre 0,16cm e 0,35cm.
- A medida do manto encefálico em condições normais pode variar entre 1,3cm e 1,9cm.
- Em condições normais, a espessura do sulco marginal em pode variar entre 0,13cm e 0,35cm e a do sulco coronal entre 0,12cm e 0,21cm.
- As dimensões da região cerebelar, em condições normais, podem variar entre 1,8cm e 2,7cm para o diâmetro ventro-lateral e entre 1,7cm e 3,0cm para o diâmetro crânio-caudal.

## VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRÃO, N.; JUNIOR, E. A.; CERRI, G. G. **Ultrassonografia intracraniana – anatomia ultrassonográfica afecções hemorrágicas e hipóxico-isquêmicas**. São Paulo: Sarvier, 1998, 125f.

BABCOCK, D. S.; HAN, B. K. The accuracy of high resolution, real-time ultrasonography of the head in infancy. **Radiology**, Easton, v.139, n.3, p.665-676, 1981.

BAILEY, M. Q. Diagnostic imaging of intracranial lesions. **Seminars in Veterinary Medicine and Surgery (Small Animal)**, Philadelphia, v.5, n.4, p.232-236, 1990.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO Jr, W. AgroEstat – Sistema de Análises Estatísticas para ensaios agronômicos, versão 1.0, 2010.

BEITZ, A. J.; FLETCHER, T. F. The brain. In: EVANS, H. E. **Miller's anatomy of the dog**. Philadelphia: Saunders, 1993. p. 895-952.

BEN-ORA, A.; EDDY, L.; HATCH, G.; SOLIDA, B. The anterior fontanelle as an acoustic window to the neonatal ventricular system. **Journal of Clinical Ultrasound**, New York, v.8, n.1, p.65-67, 1980.

BERG, D.; GODAU, J.; WALTER, U. Transcranial sonography in movement disorders. **Lancet Neurology**, London, v.7, n.11, p.1044-1055, 2008.

BERLAND, L. L.; BRYAN, C. R.; SEKAR, B. C. Sonographic examination of the adult brain. **Journal of Clinical Ultrasound**, New York, v.16, n.5, p.337-345, 1988.

BRAUND, K. G. Neurological Syndromes. In: BRAUND, K. G. **Clinical neurology in small animals: localization, diagnosis and treatment**. New York: International Veterinary Information Service, 2003.

BRAWNER, W. R. Neuroradiology. In: SLATTER, D. **Textbook of small animal surgery**. 2. Ed. Philadelphia: Saunders, 1993. p.1008-1037.

CARVALHO, C.F.; NEVES, L. M. *Diagnóstico Ultrassográfico de Hidrocefalia Oculta em Cães: relato de um caso* (Ultrasonographic Diagnostic of Hydrocephaly in Dogs: case report) **Revista Clínica Veterinária**, São Paulo, v. 1, n.2, p.18-19, 1996.

CARVALHO, C. F.; ANDRADE NETO, J. P. Ecoencefalografia. In: CARVALHO, C. F. **Ultrassonografia em pequenos animais**. São Paulo: Roca, 2005. p.265-277.

CARVALHO, C.F.; CHAMMAS, M.C.; ANDRADE NETO, J.P.; JIMENEZ, C.D.; DINIZ, S.A.; CERRI, G.G. Ultra-Sonografia transcraniana em cães com distúrbios neurológicos de origem central (Transcranial ultrasonography in dogs with central neurological disorders). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.59, n.6, p.1412-1416, 2007a.

CARVALHO, C.F.; CHAMMAS, M.C.; ANDRADE NETO, J.P.; DINIZ, S.A.; JIMENEZ, C.D.; CERRI, G.G.; SANTOS, E.G. Ultra-sonografia transcraniana duplex Doppler de artérias cerebrais em cães com hidrocefalia (Duplex Doppler transcranial ultrasonography of cerebral arteries in dogs with hydrocephaly). **Brazilian Journal of Veterinary Research**. Supplement, 2007b.

COHEN, H. L.; HALLER, J. O. Advances in Perinatal Neurosonography. **American Journal of Roentgenology**, Leesburg, v.163, n.1, p.801-810, 1994.

DE LAHUNTA, A. **Veterinary neuroanatomy and clinical neurology**. 2. ed, Philadelphia: Saunders, 1983, p.141

DINIZ, S. A. **Neoplasias intracranianas em cães: uma abordagem diagnóstica.** 2007. 68f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

DYCE, K. M.; SACK, W. O. O sistema nervoso. In: DYCE, K. M.; SACK, W. O. **Tratado de anatomia veterinária.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. p.256-317.

DZYBAN, L. A.; TIDWELL, A. S. Imaging diagnosis – granulomatous meningoencephalitis in a dog. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, Raleigh, v.37, n.6, p.428-429, 1996.

EDWARDS, M. K.; BROWN, D. L.; MULLER, J.; CHUA, G. T. Cribside neurosonography: real time sonography of intracranial investigation of the neonate. **American Journal Roentgen**, Leesburg, v.136, n.2, p.271-276, 1981.

ENZMANN, D. R.; BRITT, R. H.; LYONS, B.; CARROLL, B.; WILSON, D. A.; BUXTON, J. High resolution ultrasound evaluation of experimental brain abscess with computed tomography and neuropathology. **Radiology**, Easton, v.142, n.1, p.95-102, 1982.

EVANS, H. E. The skeleton. In: EVANS, H. E. **Anatomy of the dog.** Philadelphia: Saunders, 1993. p.122-218.

FLETCHER, T. F. Spinal cord and meninges. In: EVANS, H. E. **Miller's anatomy of the dog.** Philadelphia: Saunders, 1993. p. 802-803.

FUKUSHIMA, U.; MIYASHITA, K.; OKANO, S.; TAKASE, K. Evaluation of intracranial pressure by transcranial Doppler ultrasonography in dogs with intracranial hypertension. **Journal Veterinary Medical Science**, Tokyo, v.62, n.3, p.353-355, 2000

GALLAGHER, J. G.; PENNING, D.; BOUDRIEU, R. J.; SCHELLING, S. H.; BERG, J. Ultrasonography of the brain and vertebral canal in dogs and cats: 15 cases (1988-1993). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v.207, n.10, p. 1320-1324, 1995.

GREENE, C. E.; BRAUND, K. G. Moléstias do cérebro. In: ETTINGER, S. J. **Tratado de medicina interna veterinária**. 3. ed. São Paulo: Manole, 1992. p.607-654.

HOMCO, L. D. Ultrasound scanning techniques. In: GREEN, R. W. **Small animal ultrasound**. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1996. p.52.

HUDSON, J. A.; CARTEE, R. E.; SIMPSON, S. T.; BUXTON, D. F. Ultrasonographic anatomy of the canine brain. **Veterinary Radiology**, Philadelphia, v.30, n.1, p.13-21, 1989.

HUDSON, J. A.; SIMPSON, S. T.; BUXTON, D. F.; CARTEE, R. E.; STEISS, J. E. Ultrasonographic diagnosis of canine hydrocephalus. **Veterinary Radiology**, Philadelphia, v.31, n.2, p.50-58, 1990.

HUDSON, J. A.; SIMPSON, S. T.; COX, N. R. Ultrasonographic examination of the normal canine neonatal brain. **Veterinary Radiology**, Raleigh, v.32, n.2, p.50-59, 1991.

HUDSON, J. A.; FINN-BODNER, S. T.; STEISS, J. E. Neurosonography. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, Auburn, v.28, n.4, p.943-972, 1998.

HUDSON, J.; COX, N. Nervous System. In: PENNING, D.; D'ANJOU, M. A. **Small Animal Ultrasonography**. Iowa: Blackwell Publishing, 2008. p.3 – 32.

INTERNATIONAL COMMITTEE ON VETERINARY GROSS ANATOMICAL NOMENCLATURE. **Nomina anatômica veterinária**. 5. ed. Editorial Committee Hannover: Columbia, USA, Hannover, 2005, 166p.

KITCHELL, R. L. Introduction to the nervous system. In: EVANS, H. E. **Miller's anatomy of the dog**. Philadelphia: Saunders, 1993. p. 769-770.

KODAIRA, S. **Avaliação ultrassonográfica transcraniana**. 1995. 95f. Tese (doutorado em radiologia) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

KONIG, H. E.; LIEBICH, H. G.; CERVENY, C. Sistema Nervoso. In: KONIG, H. E.; LIEBICH, H. G.; CERVENY, C. **Anatomia dos animais domésticos**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.203-275.

LEKSELL, L. Echoencephalography. I. Detection of intracranial complications following head injury. **Acta Chirurgica Scandinavica**, Stockholm, v.110, n.4, p.301-315, 1956.

LILLEHEI, K. O.; CHANDLER, W. F.; KNAKE, J. E. Real time ultrasound characteristics of the acute intracerebral hemorrhage as studied in the canine model. **Neurosurgery**, Hagerstown, v.14, n.1, p.48-51, 1984.

LONDON, D.; CARROLL, B.; ENZMANN, D. Sonography of ventricular size and germinal matrix hemorrhage in premature infants. **American Journal of Roentgenology**, Leesburg, v.135, n.3, p.559-564, 1980.

LORIGADOS, C. A. B. **Utilização da ultrassonografia modo B e da tomografia computadorizada no estudo do encéfalo de cães adultos**. 2008. 90f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

MOLENAAR, G. J. O Sistema Nervoso. In: DYCE, K. M. **Tratado de anatomia veterinária**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. p.206-257.

MOORE, K. L.; PERSAUD, T. V. N. **Embriologia médica**. Rio de Janeiro: Elsevier, 6. Ed, 2004, p.462.

NYCAMP, S.; SCRIVANI, P.; DELAHUNTA, A. Chronic subdural hematomas and hydrocephalus in a dog. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, Raleigh, v.42, n.6, p.511-514, 2001.

NOMINA ANATÔMICA VETERINÁRIA. Prepared by the International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature and authorized by the eighteenth general assembly of the World Association of Veterinary Anatomists. 4. ed, Belgium: Gent, 1992. p.106-143.

NYLAND, T. G.; MATOON, J. S.; HERRGESELL, E. J.; WISNER, E. R. Physical principles, instrumentation and safety of diagnostic ultrasound. In: NYLAND, T. G.; MATOON, J. S. **Small Animal Diagnostic Ultrasound**. Philadelphia: Saunders, 2002. p.1-29.

PRYNN, R. B.; REDDING, R. W. Electroencephalogram in occult canine hydrocephalus. **Journal of American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v.152, n.11, p.1651-1657, 1968.

RODRIGUEZ, M. J.; SOLER, M.; LATORRE, L.; GIL, F.; AQUT, A. Ultrasonographic anatomy of the temporomandibular joint in healthy pure-bred Spanish horses. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, Raleigh, v.48, n.2, p.149-154, 2007.

RUBENSTEIN, J. B.; PASTO, M. E.; RIFKIN, M. D.; GOLDEBERG, B. B. Real-time neurosonography of the brain through calvarial defects with computed tomographic correlation. **Journal of Ultrasound in Medicine**, Rockville, v.3, n.10, p.443-448, 1984.

SAITO, M.; OLBY, J. N.; SPAULDING, K. Identification of arachnoid cysts in the quadrigeminal cistern using ultrasonography. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, Raleigh, v.42, n.5, p.435-439, 2001.

SAITO, M.; OLBY, J. N.; SPAULDING, K.; MUÑANA, K.; SHARP, N. J. Relationship among basilar artery resistance index, degree of ventriculomegaly, and clinical signs in hydrocephalic dogs. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v.44, n.6, p.687-694, 2003.

SEIBERT, J.; GLASIER, C.; LETHISER, R.; KINDER, D.; TENNANT, A. Transcranial Doppler using standard duplex equipment in children. **Ultrasound Quarterly**, Hagerstown, v.8, n.3, p.167-196, 1990

SCHALLER, O. **Nomenclatura anatômica veterinária ilustrada**. São Paulo: Manole, 1999, 614p.

SCHELLINGER, D.; GRANT, E. G.; RICHARDSON, J. D. Neonatal leukencephalopathy: a common form of cerebral ischemia. **Radiographics**, Oak Brook, v.5, n.2, p.221-242, 1985.

SISSON, S. Osteologia do carnívoro. In: GETTY R. **Anatomia dos Animais Domésticos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986. v.2. p. 1337-1391.

SMITH S. J.; VOGELZANG, R. L.; MARZANO, M. I.; CERULLO, L. J.; GORE, R. M.; NEIMAN, H. L. Brain edema: ultrasound examination. **Radiology**, Easton, v.155, n.2, p.379-382, 1985.

SPAULDING, K. A.; NICHOLAS, J. H.; SHARP, B. Ultrasonographic imaging of the lateral cerebral ventricles in the dog. **Veterinary Radiology**, Kaleigh, v.3, n.2, p.59-64, 1990.

TANAKA, K.; ITO, K.; WAGAI, T. The localization of brain tumors by ultrasonic techniques. **Journal Neurosurgery**, Abingdon, v.23, n.2, p.135-147, 1965.

VACHON, L.; MIKITY, V. Computed tomography and ultrasound in purulent ventriculitis. **Journal of Ultrasound in Medicine**, Rockville, v.6, n.5, p.269-271, 1987.

VLIEGER, M. de; STERKE, A. de; MOLEN, C. E.; VAN der VEN, C. Ultrasound for two-dimensional echo-encephalography. **Ultrasonics**, v.1, n.3, p.148-151, 1963.

WANG, H. S.; KUO, M. F.; HUANG, S. C.; CHOU, M. L.; HUNG, P. C.; LIN, K. L. Transcranial ultrasound diagnosis of intracranial lesions in children with headaches. **Pediatric Neurology**, New York, v.26, n.1, p.43-46, 2002.

WHITE, D. N.; CURRY, G. R.; STEVENSON, R. J. The acoustic characteristics of the skull. **Ultrasound in Medicine & Biology**, New York, v.4, n.3, p.225-252, 1978.