

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta tese
será disponibilizado somente a partir
de 05/06/2020.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**ULTRASSONOGRAFIA MODO-B E ELASTOGRAFIA DA
ESTRUTURA UTEROPLACENTÁRIA DURANTE O
PERÍODO GESTACIONAL E PÓS-PARTO DE CADELAS**

Ana Paula Rodrigues Simões
Médica Veterinária

2019

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ULTRASSONOGRAFIA MODO-B E ELASTOGRAFIA DA
ESTRUTURA UTEROPLACENTÁRIA DURANTE O
PERÍODO GESTACIONAL E PÓS-PARTO DE CADELAS**

Discente: Ana Paula Rodrigues Simões

Orientador: Prof. Dr. Marcus Antonio Rossi Feliciano

Coorientador: Prof. Dr. Wilter Ricardo Russiano Vicente

Coorientador: Prof. Dr. Ricardo Andres Ramirez Uscategui

**Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de
Jaboticabal, como parte das exigências para a
obtenção do título de Doutora em Medicina
Veterinária, área de Reprodução Animal**

S593u Simões, Ana Paula Rodrigues
Ultrassonografia modo-b e elastografia da estrutura uteroplacentária durante o período gestacional e pós-parto de cadelas / Ana Paula Rodrigues Simões. -- Jaboticabal, 2019
64 p. : tabs., fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientador: Marcus Antonio Rossi Feliciano
Coorientador: Wilter Ricardo Russiano Vicente

1. Cães. 2. Ultrassonografia. 3. Gravidez. 4. Puerpério. 5. Útero. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: ULTRASSONOGRAFIA MODO-B E ELASTOGRAFIA DA ESTRUTURA
UTEROPLACENTÁRIA DURANTE O PERÍODO GESTACIONAL E PÓS-PARTO DE
CADELAS

AUTORA: ANA PAULA RODRIGUES SIMÕES

ORIENTADOR: MARCUS ANTÔNIO ROSSI FELICIANO

COORIENTADOR: WILTER RICARDO RUSSIANO VICENTE

COORIENTADOR: RICARDO ANDRES RAMIREZ USCATEGUI

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em MEDICINA
VETERINÁRIA, área: Reprodução Animal pela Comissão Examinadora:

PI MPadilha
Prof. Dr. MARCUS ANTÔNIO ROSSI FELICIANO (VIDEOCONFERÊNCIA)
Setor de Diagnóstico por Imagem-UFSM / Santa Maria/RS

RP
Prof. Dr. RICARDO PERECIN NOCITI
FZEA/USP / Pirassununga/SP

MPadilha
Pós-doutoranda LUCIANA CRISTINA PADILHA NAKAGHI
Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal / FCAV / UNESP - Jaboticabal

PI MPadilha
Prof. Dr. FELIPE FARIAS PEREIRA DA CÂMARA BARROS (VIDEOCONFERÊNCIA)
Departamento de Medicina Veterinária e Cirurgia Veterinária-UFRRJ / Seropédica/RJ

Victor Santos
Pós-doutorando VÍCTOR JOSÉ CORREIA SANTOS
Depto de Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 05 de dezembro de 2019

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Ana Paula Rodrigues Simões - nascida em São Paulo (SP), Brasil, em 01 de dezembro de 1986. Graduada em Medicina Veterinária pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho/UNESP, Câmpus de Jaboticabal (2007 - 2011). Fez residência em Obstetrícia Animal pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho/UNESP, Câmpus de Jaboticabal (2012 - 2014). Durante a residência foi bolsista da FUNDAP (Fundação do Desenvolvimento Administrativo do Estado de São Paulo). Mestre em Medicina Veterinária, área de Reprodução Animal, pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho/UNESP, Câmpus de Jaboticabal (2014 - 2016), sob orientação do Prof. Dr. Marcus Antonio Rossi Feliciano. Durante o mestrado foi bolsista FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo). Atualmente é Doutoranda do programa de Medicina Veterinária, área de Reprodução Animal, pela mesma instituição, sob orientação do Prof. Dr. Marcus Antonio Rossi Feliciano e coorientação do Prof. Dr. Wilter Ricardo Russiano Vicente e Prof. Dr. Ricardo Andres Ramirez Uscategui. Bolsista CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico). Possui experiência na área de teriogenologia, neonatologia, fisiologia e ultrassonografia reprodutiva em pequenos animais, com linha de pesquisa em ultrassonografia, atuando em novas técnicas ultrassonográficas para cães.

*“O sucesso é a capacidade de ir de um fracasso
ao outro sem perder o entusiasmo”
(Winston Churchill)*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida, por ter me atribuído alma e missões, possibilitar caminhos e encontros mágicos sendo meu guia e protetor para que adversidades e provações fossem motivo de força e escada para a realização desse sonho. Obrigada Deus por ser bom o tempo todo!

A minha mãe, Maria Izilda, o anjo que Deus me deu de presente, por seu amor imensurável, por compreender, apoiar e proteger esse meu voo, por suas orações, força, por ser minha fiel ouvinte, acreditar no meu potencial, ser minha amiga e a base sólida da nossa família; meu maior e melhor exemplo de mulher e mãe, se um dia for 1/3 do que a Senhora é, serei honrada. Sou grata a Deus por permitir esse nosso reencontro, desse nosso amor de outras vidas.

Ao meu pai, Manuel, por ser meu herói de carne e osso, exemplo de determinação, inteligência e caráter, pelo apoio e amor incondicional, pelos subsídios a realização do meu sonho, por nossas conversas que me instruíram a ser uma pessoa determinada em busca dos meus ideais, ensinando que nada acontece por acaso e a busca não é fácil, mas que o impossível não existe. Por ser sempre meu ídolo.

Ao meu irmão, Gustavo, por me ensinar a compreender as diferenças e por mostrar que irmãos são nossos pais presentes em nós. Obrigada pela minha afilhada Manuella e sobrinhas Laura e Vallentina que são minha extensão de amor.

Aos meus avôs (*in memoriam*) Guiomar Rodrigues, Geraldo Rodrigues, Delminda dos Santos Nova e Manoel Simões da Conceição, por serem o sublime ponto de partida do amor presente em nossa família, os sinto sempre comigo, a saudade é eterna.

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcus Antônio Rossi Feliciano, obrigada pela responsabilidade confiada, oportunidade, incentivo, ensinamentos, recursos e técnicas oferecidas na execução desse projeto possibilitando o mesmo.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Wilter Ricardo Russiano Vicente, obrigada por ser meu pai científico desde a residência e acima de tudo meu amigo, sou grata pelas oportunidades, conversas, confiança e carinho. Obrigada pelo exemplo, segue meu respeito e admiração.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Ricardo Andres Ramirez Uscategui, obrigada pela disponibilidade, por sempre ser presente, por partilhar seu vasto conhecimento e conceitos enriquecendo essa produção.

A Marjury Maronezi, minha companheira desde o mestrado, obrigada por dividir comigo essa jornada de grande enriquecimento pessoal e profissional, pelo aprendizado e incansáveis horas dedicadas a realização desse trabalho, por ter tornado essa caminhada mais leve, ela não teria sido a mesma sem você. Obrigada pela amizade.

Aos pós-graduandos (as) da salinha da Reprodução, aos que foram e aos que estão (Marjury Maronezi, Pri del Alguila, Mariana Kako, Pri Silva, Beatriz Gasser, Letícia Pavan, Renata Mariano, Vivian Tavares, Michelle Avante, Giovanna Maciel, Victor Santos, Luiz Aires, Cristhian Estrada, Igor Kniphoff) obrigado pelas experiências partilhadas, pelos socorros, disposição e amizade, pelo forte grupo de estudos e família que nos tornamos, as recordações ficarão para sempre guardadas em meu coração.

Ao Departamento de Reprodução Animal “Família Obstetrícia”, pelo acolhimento e assistência profissional. Sinto-me lisonjeada por ter feito parte dessa equipe.

Aos Professores Doutores Luciana Cristina Padilha Nakaghi, Ricardo Perecin Nociti e Felipe Farias Pereira da Câmara Barros e ao Dr. Victor José Correia Santos pela participação na comissão examinadora, disponibilidade e considerações na elaboração desse trabalho.

Ao CNPq pela concessão da bolsa e auxílio pesquisa, processo número 140189/2017-3.

A Unesp Jaboticabal, que foi e sempre será minha segunda casa, onde meu coração bate mais forte, onde passei os melhores e mais desafiadores momentos da minha vida, onde cresci e amadureci. Obrigada pelos 13 anos de acolhimento, crescimento pessoal e profissional da graduação a pós-graduação.

Aos funcionários do Hospital Veterinário Governador Laudo Natel e do Departamento de Reprodução Animal pela atenção, carinho e ajuda dispensada. Em especial a minha amiga/mãe Rosana Vilella, por todo carinho, amizade, conselhos e suporte, obrigada por ser minha segunda mãe em Jaboticabal.

Ao CNPq pela bolsa de produtividade, processo número 309199 / 2017-4, à FAPESP pela bolsa de estudos do projeto temático (processo 2017 / 14957-6), ao programa EMU (Processo 2019 / 09197-8) e ao Jair Matos e Siemens Healthineers pela assistência técnica.

A minha segunda família, que Deus permitiu que eu escolhesse meus amigos. Em especial Marcela Soriani e Janaina Bara, obrigada pela irmandade, por me provarem que verdadeiras amizades continuam a crescer, mesmo a longas distâncias e por proporcionarem sempre o mesmo sentido no reencontro.

A minha prima-irmã Raquel Cristina Rodrigues, obrigada por estar sempre por perto, por sua amizade e torcida pela minha felicidade. Obrigada pela minha afilhada Júlia.

Aos canis, residentes e pós-graduandos que colaboraram com esse experimento.

Aos meus pacientes, obrigada por serem sempre os melhores professores, ensinando através de olhares o que não estava escrito nos livros, o imprevisível, por serem o maior e melhor motivo que me fez chegar até aqui, em especial a minha filha Sushi e aos meus primeiros amores Summer (*in memorian*) e Angel.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	iv
ABSTRACT	v
CAPÍTULO 1 – Considerações Gerais	1
1. Introdução	1
2. Revisão de Literatura	2
2.1 Placentação	2
2.2 Anatomia e histologia uterina	3
2.3 Fisiologia e endocrinologia do puerpério.....	4
2.4 Avaliação placentária e purpural por ultrassonografia modo-B.....	5
2.5 Elastografia Acoustic Radiation Force Impulse - ARFI.....	5
3. Referências	8
CAPÍTULO 2 – Avaliação da elastografia ARFI e biometria placentária em cadelas.....	13
RESUMO.....	13
1. Introdução	14
2. Materiais e métodos	16
2.1 Aspectos éticos e animais.....	16
2.2 Protocolo experimental	17
2.2.1 Inseminação artificial	17
2.2.2 Avaliação ultrassonográfica ao modo-B.....	17
2.2.3 Avaliação da elastografia ARFI.....	19
2.2.4 Escore apgar	20
2.3 Análise estatística	20
3 Resultados	21

4. Discussão	25
5. Conclusão	30
Referências	31
CAPÍTULO 3 – Avaliação elastográfica e biométrica do útero pós-parto de cadela submetidas à parto normal ou cesariana ¹	39
Abstract	39
1. INTRODUCTION	41
2. MATERIALS AND METHOD	43
2.1 Ethical aspects and animals	43
2.2 Experimental protocol	43
2.2.1 Gestational monitoring	43
2.2.2 C-section	44
2.2.3 Apgar score	44
2.2.4 B-mode ultrasonography assessment	45
2.2.5 ARFI elastography assessment	46
2.3 Statistical analysis	47
3. RESULTS	48
4. DISCUSSION	53
5. CONCLUSION	57
REFERENCES	58

CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal



CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

C E R T I F I C A D O

Certificamos que o projeto intitulado **"Ultrassonografia modo B, Elastografia Acoustic Radiation Force Impulse (ARFI) e Doppler da estrutura uteroplacentária durante o período gestacional e pós-parto de cadelas"**, protocolo nº 9.884/16, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Marcus Antônio Rossi Feliciano, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de junho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 18 de agosto de 2016.

Vigência do Projeto	07/07/2016 a 07/12/2019
Espécie / Linhagem	Canina/Braquicefálicos
Nº de animais	12 animais
Peso / Idade	5 – 15kg / 1-5 anos
Sexo	Fêmeas
Origem	Robôs dos Serviços de Obstetrícia Veterinária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP Câmpus de Jaboticabal e de canis criadores da região de Jaboticabal.

Jaboticabal, 18 de agosto de 2016.


Profª Drª Lizandra Amoroso
 Coordenadora – CEUA

ULTRASSONOGRAFIA MODO-B E ELASTOGRAFIA DA ESTRUTURA UTEROPLACENTÁRIA DURANTE O PERÍODO GESTACIONAL E PÓS-PARTO DE CADELAS

RESUMO – Os objetivos deste estudo foram avaliar e caracterizar a estrutura uteroplacentária durante o período gestacional e pós-parto, em cadelas submetidas a cesariana ou parto normal por meio da ultrassonografia modo-B e elastografia “Acoustic Radiation Force Impulse” (ARFI). Foram utilizadas 12 cadelas braquicefálicas, com peso entre 10 a 15 quilos e 2 a 5 anos. Após revisão do histórico clínico, realização de exames prévios e verificada a hígidez, as gestantes foram submetidas aos exames ultrassonográfico convencional e elastografia da estrutura uteroplacentária, com a utilização do aparelho ultrassonográfico ACUSON S2000™/SIEMENS® equipado com transdutor linear de 9,0 MHz. A avaliação da estrutura placentária (materna, fetal e materno-fetal) foi realizada diariamente a partir do dia 15 de gestação ao parto; do dia 56 de gestação à parturição as avaliações foram realizadas a cada 12 horas. O estudo da involução uterina (miométrio e endométrio) iniciou imediatamente após o parto, sendo diário e até o dia 10 do puerpério. Foram verificados biometria (mm); velocidade da onda de cisalhamento (SWV m/s) e rigidez tecidual através dos softwares VTTQ™ (Virtual Touch™ Tissue Quantification) e VTIQ™ (Virtual Touch™ Tissue Imaging Quantification). Os resultados das variáveis foram comparados pela análise de variância (ANOVA). A significância estatística foi estabelecida em 95% ($P < 0,05$). A espessura placentária materno-fetal aumentou até o dia 63 de gestação ($P < 0,0001$; $R^2 = 0,91$), a espessura materna aumentou até o dia 40 de gestação ($P = 0,0340$; $R^2 = 0,54$) e a espessura fetal até o dia 50 de gestação ($P < 0,0001$; $R^2 = 0,83$). A velocidade da onda de cisalhamento (SWV) da área dorsal ($P < 0,0010$) foi maior que a lateral, que por sua vez foi maior ($P = 0,020$) que a área ventral. A SWV da área dorsal, determinada pelo VTTQ™, diminuiu do dia 21 ao dia 35 e aumentou no dia 56 da gestação ($P = 0,0291$; $R^2 = 0,4021$); A SWV lateral diminuiu do dia 24 ao dia 45 e aumentou até o momento do parto ($P < 0,001$; $R^2 = 0,6055$). A SWV da área dorsal, conforme determinada pelo VTIQ™, diminuiu do dia 21 ao dia 43 e depois aumentou no dia 60 da gestação ($P = 0,0016$; $R^2 = 0,5075$); e a SWV da área ventral aumentou do dia 21 ao dia 23 e diminuiu até o momento do parto ($P < 0,001$; $R^2 = 0,8055$). O diâmetro uterino foi maior ($P = 0,012$) no pós-parto dos animais submetidos à cesariana ($15,26 \pm 4,73$ mm) comparado ao parto normal ($12,53 \pm 2,64$ mm) durante os primeiros sete dias pós-parto. A espessura uterina evoluiu gradualmente nos dois grupos ($P < 0,0001$), o miométrio durante os primeiros nove dias ($P = 0,005$) e o endométrio durante os primeiros seis dias ($P = 0,003$). As SWV's miométriais e endométriais foram semelhantes entre os tipos de parto ($P = 0,7846$ e $0,8273$) e apresentaram aumento gradual ($P = 0,411$; $0,0043$, respectivamente), durante os primeiros 10 dias pós-parto. As avaliações foram factíveis e não causaram alterações na viabilidade materna, fetal ou neonatal, com resultados promissores e correspondência com o desenvolvimento gestacional normal, constituindo o primeiro estudo a empregar a ARFI na avaliação da estrutura uteroplacentária em cadelas, fornecendo bases para estudos que envolvam processos patológicos em outras espécies.

Palavras-chave: biometria, canino, elastografia, gestação, puerpério, uteroplacentária

B-MODE ULTRASSONOGRAPHY AND ELASTOGRAPHY OF UTEROPLACENTARY STRUCTURE DURING GESTATION AND POSTPARTUM IN BITCHES

ABSTRACT – The objectives of this study were to evaluate and characterize the uteroplacental structure during gestational and postpartum periods in bitches using B-mode ultrasound and Acoustic Radiation Force Impulse (ARFI). Twelve brachycephalic bitches, weighing between 10 - 15 kg and 2 - 5 years, were used. After revision of clinical history, general examination and verified the healthiness, pregnant underwent to conventional ultrasonographic and elastography examinations of uteroplacental structure, using ACUSON S2000™ ultrasound / SIEMENS® equipped with a 9.0 MHz linear transducer. The evaluation of the placental structure (maternal, foetal and maternal-foetal) was performed daily from the day 15 of gestation to delivery; from the day 56 of gestation to the parturition evaluations were performed every 12 hours. The study of uterine involution (myometrium and endometrium) started immediately after delivery, being daily until the day 10 of puerperium. Was verified biometry (mm); shear wave velocity (SWV m / s) and tissue stiffness through softwares VTTQ™ (Virtual Touch™ Tissue Quantification) and VTTIQ™ (Virtual Touch™ Tissue Imaging Quantification). The results of the variables were compared by analysis of variance (ANOVA). Statistical significance was set at 95% ($P < 0.05$). Maternal-fetal placental thickness increased to day 63 ($P < 0.0001$; $R^2 = 0.91$); maternal placental thickness increased until day 40 ($P = 0.0340$; $R^2 = 0.54$); and fetal placental thickness increased to day 50 ($P < 0.0001$; $R^2 = 0.83$) of gestation. Shear wave velocity (SWV) of the dorsal ($P < 0.0010$) was greater than lateral, which in turn was greater ($P = 0.020$) than the ventral area. The SWV of the dorsal area as determined using VTTQ, decreased from day 21 to 35 and increased to day 56 of gestation ($P = 0.0291$; $R^2 = 0.4021$); lateral SWV decreased from day 24 to 45 and increased until the time of parturition ($P < 0.001$; $R^2 = 0.6055$). The SWV of the dorsal area, as determined using VTTIQ, decreased from day 21 to 43 and then increased to day 60 of gestation ($P = 0.0016$; $R^2 = 0.5075$); and ventral area SWV increased from day 21 to 23 and decreased until the time of parturition ($P < 0.001$; $R^2 = 0.8055$). Uterine diameter was higher ($P = 0.012$) in the post-partum period of the animals submitted to c-section (15.26 ± 4.73 mm) than in normal birth (12.53 ± 2.64 mm) during the first 7 days post-partum. Uterine thickness gradually involuted in both groups ($P < 0.0001$), the myometrium during the first 9 days ($P = 0.005$) and the endometrium during the first 6 days ($P = 0.003$). The myometrial and endometrial SWVs were similar between types of delivery ($P = 0.7846$ and 0.8273) and presented a gradual increase ($P = 0.411$; 0.0043 , respectively), during the first 10 day post-partum. The evaluations were feasible and did not cause changes in maternal, foetal or neonatal viability, with promising results and correspondence with normal gestational development, being the first study to use ARFI to evaluate the uteroplacental structure in bitches, providing bases for studies involving pathological processes in other species.

Keywords: biometry, canine, elastography, gestation, puerperium, uteroplacental

CAPÍTULO 1 – Considerações Gerais

1. Introdução

A placenta é um órgão vascular que se forma no curso da gestação, em que se estabelece a comunicação entre o organismo materno e feto, feita pelo cordão umbilical. Desempenha função de suprimento de oxigênio, remoção de detritos metabólicos, produção e secreção de hormônios, fatores de crescimento e regulação do ambiente uterino fetal (Prestes e Alvarenga, 2006). A avaliação desse tecido é primordial considerando que fatores de subdesenvolvimento embrionários estão associados a afecções placentárias, região de implantação inerente a distúrbios nutricionais e restrição de crescimento individual (Johnston et al., 2001).

Puerpério caracteriza a fase imediatamente após o parto, que se estende desde a expulsão da placenta do último filhote até o momento em que o útero retorna ao estado normal de não gestante, incluindo a involução uterina e regeneração endometrial (Feldman e Nelson, 1986).

A ultrassonografia obstétrica é o método de imagem mais utilizado na reprodução veterinária, considerada técnica precisa, segura e de baixo custo (Mattoon e Nyland, 2015). É empregada na realização de diagnóstico e determinação da idade gestacional, avaliação das estruturas materno-fetais, desenvolvimento e viabilidade fetal, identificação de defeitos congênitos, anormalidades gestacionais, condições ovarianas e uterinas e puerpério (Serra e Guimarães, 1996; Feldman e Nelson, 1996; Aissi e Slimani, 2008; Lopate, 2008; Davidson e Baker, 2009).

Ressalta-se entre as novas técnicas de imagem implementadas na medicina a elastografia, que vem apresentando resultados promissores, fato que propicia a utilização deste método em medicina veterinária, particularmente no cão, considerando sua importância econômica, afetiva e de similaridade científica para o homem (Simões, 2016). Em veterinária, a elastografia ARFI é uma técnica de imagem recente, segura e não invasiva, que fornece medidas quantitativas e qualitativas da rigidez dos tecidos com variabilidade interobservador reduzida (Carvalho et al., 2015). Não há relatos sobre o uso da ARFI na avaliação uteroplacentária em cadelas.

Hipotetiza-se que: i) a biometria placentária ao modo-B permite predição da idade gestacional; ii) a estrutura placentária apresenta alteração na rigidez tecidual durante o desenvolvimento gestacional à elastografia; iii) contraste na biometria e rigidez uterina puerperal em cadelas submetidas a parto normal/cesariana.

Espera-se que a inclusão de técnicas inovadoras de diagnóstico por imagem em veterinária, como a elastografia, realizada no presente estudo, possa gerar perspectiva impactante e de valor diagnóstico singular em obstetrícia veterinária fornecendo referência para análises biométricas e elastográficas de tecidos gestacionais normais, base promissora para futuros estudos fisiopatológicos nas diversas espécies de interesse veterinário.

5. CONCLUSION

Canine uterine biometric and elastography evaluation was feasible and the results reveal that female dogs with eutocia delivery had more rapid puerperal involution than animals submitted to c-section. Post-partum uterine stiffness gradually increased with uterine involution, was similar for bitches with normal delivery and c-section. This suggests that the recorded standards are significant and provide important unpublished information, validating the techniques and providing reference values for uterine post-partum evaluation. It is intended that this information has a positive effect in the obstetrics veterinary practice and to favour future investigation involving the health of the puerperium in the most diverse species.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) for the research grant and productivity scholarship award (processes 140189/2017-3 and 309199/2017-4, respectively), and the State of Sao Paulo Research Foundation (FAPESP) for the thematic project scholarship (process 2017/14957-6) and EMU program (Process 2019/09197-8). The authors also thank Jair Matos and Siemens Healthineers for technical assistance.

REFERENCES

- Al-Bassam, M. A., Thomson, R. G., & O'Donnell, L. (1981). Normal postpartum involution of the uterus in the dog. *Canadian Journal of Comparative Medicine*, 45, 217-232.
- Barbosa, C. C., Souza, M. B., Freitas, L. A., Silva, T. F. P., Domingues, S. F. S., & Silva, L. D. M. (2013). Assessment of uterine involution in bitches using B-mode and Doppler ultrasonography. *Animal Reproduction Science*, 139, 121-126. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2013.02.027>
- Beccaglia, M., Alonge, S., Trovo', C., & Luvoni, G. C. (2016). Determination of gestational time and prediction of parturition in dogs and cats: An update. *Reproduction in Domestic Animals*, 51, 12-17. <https://doi.org/10.1111/rda.12782>
- Che, D., Wei, H., Yang, Z., Zhang, Y., Ma, S., & Zhou, X. (2019). Application of transvaginal sonographic elastography to distinguish endometrial cancer from benign masses. *American Journal of Translational Research*, 11, 1049-1057.
- Chu, P. Y., Salamonsen, L. A., Lee, C. S., & Wright, P. J. (2002). Matrix metalloproteinases (MMPs) in the endometrium of bitches. *Reproduction*, 123, 467-477. <https://doi.org/10.1530/rep.0.1230467>
- Chua, S., Arulkumaran, S., Lim, I., Selamat, N., & Ratnam, S. S. (1994). Influence of breastfeeding and nipple stimulation on postpartum uterine activity. *British Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 101, 804-805. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0528.1994.tb11950.x>

- Davidson, A. P., & Baker, T. W. (2009). Reproductive ultrasound of the bitch and queen. *Topics in Companion Animal Medicine*, 24, 55-63.
<https://doi.org/10.1053/j.tcam.2008.11.002>
- Domanska, D., Domino, M., Trela, M., Ciszewska, B., Borzyszkowski, K., Gizinski, S., ... Gajewski, Z. (2018). *Application of real- time ultrasound elastography the mare's uterus*, 53, 7.
- England, G. C. W., & Russo, M. (2006). Ultrasonographic characteristics of early pregnancy failure in bitches. *Theriogenology*, 66, 1694-1698.
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2006.01.028>
- Feldman, E. C., & Nelson, R. W. (1986). *Canine and feline endocrinology and reproduction*. Philadelphia, PA: W.B. Saunders.
- Feliciano, M. A. R., Garcia, P. H. S., & Vicente, W. R. R. (2015). Introdução à Ultrassonografia. In M. A. R. Feliciano, J. C. Canola, & W. R. R. Vicente (Eds.), *Diagnóstico por imagem em cães e gatos* (pp. 54-77). São Paulo, Brazil: MedVet.
- Ferri, S. T. S., & Vicente, W. R. R. (2002). Estudo ultra-sonográfico da involução uterina pós-parto em cadelas. *Arquivo Brasileiro De Medicina Veterinária E Zootecnia*, 54, 19-23. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352002000100003>
- Ferri, S. T. S., Vicente, W. R. R., & Toniollo, G. H. (2003). Ultrasonographic study of the postpartum uterine involution in bitches after cesarean section. *Arquivo Brasileiro De Medicina Veterinária E Zootecnia*, 55, 167-172.
- Fossum, T. W. (2015). Cirurgias dos sistemas reprodutivo e genital. *Cirurgia de pequenos animais* (pp. 780-809). Rio de Janeiro, Brazil: Elsevier.

- Fuchs, T., Pomorski, M., & Zimmer, M. (2013). Quantitative cervical elastography in pregnancy. *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*, 41, 712. <https://doi.org/10.1002/uog.12474>
- Gil, E. M. U., Garcia, D. A. A., Giannico, A. T., & Froes, T. R. (2014). Canine fetal heart rate: Do accelerations or decelerations predict the parturition day in bitches? *Theriogenology*, 82, 933-941. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.04.025>
- Grunert, E., & Birgel, E. H. (1989). *Obstetrícia veterinária* (pp. 129-135). Porto Alegre, Brazil: Sulina.
- Herman, H., Zimmerman, A., Arieli, S., Tovbin, Y., Bezer, M., Bukovsky, I., & Panski, M. (2002). Down–up sequential separation of the placenta. *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*, 19, 278-281. <https://doi.org/10.1046/j.1469-0705.2002.00557.x>
- Hirt, R. A., Kneissl, S., & Teinfalt, M. (2000). Severe hypercalcemia in a dog with a retained fetus and endometritis. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 216, 1423–1425. <https://doi.org/10.2460/javma.2000.216.1423>
- Hoffmann, B., Riesenbeck, A., & Klein, R. (1996). Reproductive endocrinology of bitches. *Animal Reproduction Science*, 42, 257-288. [https://doi.org/10.1016/0378-4320\(96\)01484-4](https://doi.org/10.1016/0378-4320(96)01484-4)
- Johnston, S. D. (1986). Parturition and dystocia in the bitch. In D. A. Morrow (Ed.), *Current therapy in theriogenology 2: Diagnosis, treatment and prevention of reproductive diseases in small and large animals* (pp. 500-501). Philadelphia, PA: Saunders.

- Karaman, E., Arslan, H., Çetin, O., Şahin, H. G., Bora, A., Yavuz, A., ... Akbudak, I. (2016). Comparison of placental elasticity in normal and preeclamptic pregnant women by acoustic radiation force impulse elastosonography. *Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 42, 1464-1470.
- Landim-Alvarenga, F. C. L. (2006). Parto Normal. In C. P. Nereu, & F. C. L. Landim-Alvarenga (Eds). *Obstetrícia Veterinária* (pp. 82-96). Rio de Janeiro, Brazil: Guanabara.
- Lu, J., Cheng, Y. K. Y., Ho, S. Y. S., Sahota, D. S., Hui, L. L., Poon, L. C., & Leung, T. Y. (2019). The predictive value of cervical shear wave elastography in the outcome of labor induction. *Acta Obstetrica Et Gynecologica Scandinavica*, 00, 1-10.
- Luvoni, G. C., & Grioni, A. (2000). Determination of gestational age in medium and small size bitches using ultrasonographic fetal measurements. *Journal of Small Animal Practice*, 41, 292-294. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2000.tb03204.x>
- Magata, F., Hartmann, D., Ishii, M., Miura, R., Takahashi, H., Matsui, M., ... Bollwein, H. (2013). Effects of exogenous oxytocin on uterine blood flow in puerperal dairy cows: The impact of days after parturition and retained fetal membranes. *The Veterinary Journal*, 196, 76-80. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2012.08.010>
- Manchanda, S., Vora, Z., Sharma, R., Hari, S., Das, C. J., Kumar, S., ... Khan, M. A. (2019). Quantitative sonoelastographic assessment of the normal uterus using shear wave elastography: an initial experience. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 00, 1-7. <https://doi.org/10.1002/jum.15019>

- Maronezi, M. C., Feliciano, M. A. R., & Vicente, W. R. R. (2019). Elastografia e ultrassonografia contrastada. In M. A. R. Feliciano, A. R. Assis, & W. R. R. Vicente (Eds.), *Ultrassonografia em cães e gatos* (pp. 33-35). São Paulo, Brazil: Medvet.
- Mijten, P., Kruif, A., Van der Weyden, G. C., & Deluyker, H. (1997). Comparison of catgut and polyglactin 910 for uterine sutures during bovine caesarean sections. *Veterinary Record*, 140, 458-459. <https://doi.org/10.1136/vr.140.17.458>
- Muscatello, A., Di Nicola, M., Accurti, V., Mastrocola, N., Franchi, V., Colagrande, I., ... Carta, G. (2014). Sonoelastography as method for preliminary evaluation of uterine cervix to predict success of induction of labor. *Fetal Diagnosis and Therapy*, 35, 57-61. <https://doi.org/10.1159/000355084>
- Onclin, K. J., & Verstegen III, J. P. (2008). *Cesarean section in the dog*. NAVC Clinician's Brief, 72-78.
- Orfanou, D. C., Ververidis, H. N., Pourlis, A., Fragkou, I. A., Kokoli, N. A., Boscós, C. M., ... Fthenakis, G. C. (2009). Post-partum involution of the canine uterus- gross anatomical and histological features. *Reproduction in Domestic Animals*, 44, 152-155. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2009.01388.x>
- Pharr, J. W., & Post, K. (1992). Ultrasonography and radiography of the canine postpartum uterus. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 33, 3540. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.1992.tb01954.x>
- Pretzer, S. D. (2008). Medical management of canine and feline dystocia. *Theriogenology*, 70, 332-336. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2008.04.031>

- Silva, L. C. G. (2008). *Parâmetros clínicos, hemogasométricos e radiográficos para avaliação respiratória de neonatos caninos nascidos em eutocia ou cesariana eletiva*. Dissertação (mestrado) (pp 75f.). Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia.
- Stoelinga, B., Hehenkamp, W. J., Brolmann, H. A., & Huirne, J. A. (2014). Real-time elastography for assessment of uterine disorders. *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*, 43, 218-226. <https://doi.org/10.1002/uog.12519>
- Tanaka, T., Makino, S., Saito, T., Yorifuji, T., Koshiishi, T., Tanaka, S., ... Takeda, S. (2011). Attempt to quantify uterine involution using acoustic radiation force impulse before and after placental delivery. *Journal of Medical Ultrasonics*, 38, 21-25. <https://doi.org/10.1007/s10396-010-0292-5>
- Thomas, A. (2006). Imaging of the cervix using sonoelastography. *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*, 28, 356-357. <https://doi.org/10.1002/uog.3813>
- Uvnas-Moberg, K., & Eriksson, M. (1996). Breastfeeding: Physiological, endocrine and behavioural adaptations caused by oxytocin and local neurogenic activity in the nipple and mammary gland. *Acta Paediatrica*, 85, 525-530. <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.1996.tb14078.x>
- Voorwald, F. A., & Tiosso, C. F. (2015). Puerpério. In M. Apparício, & W. R. R. Vicente (Eds.). *Reprodução e Obstetrícia em Cães e Gatos* (pp. 219-225). São Paulo, Brazil: MedVet.
- Yamaguchi, S., Kamei, Y., Kozuma, S., & Taketani, Y. (2007). Tissue elastography imaging of the uterine cervix during pregnancy. *Journal of Medical Ultrasonics*, 34, 209-210. <https://doi.org/10.1007/s10396-007-0150-2>

- Yeager, A. E., & Concannon, P. W. (1990). Serial ultrasonographic appearance of postpartum uterine involution in beagle dogs. *Theriogenology*, 38, 523-535. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(90\)90009-I](https://doi.org/10.1016/0093-691X(90)90009-I)
- Yeo, W. C., Kim, B. S., Yun, C. J., Park, C. H., Kim, J. B., Moon, J. S., ... Son, C. H. (2007). Serial ultrasonographic evaluation of postpartum Quantitative sonoelastographic assessment of the uterine involution in miniature schnauzer dogs. *Journal of Embryo Transfer*, 22, 229-234.
- Yilmaz, O., & Uçar, M. (2012). Ultrasonography of postpartum uterine involution in a bitch. *Kocatepe Veterinary Journal*, 5, 55-58.
- Zhang, M., Wasnik, A. P., Masch, W. R., Rubin, J. M., Carlos, R. C., Quint, E. H., & Maturen, K. E. (2019). Transvaginal ultrasound shear wave elastography for the evaluation of benign uterine pathologies: A prospective pilot study. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 38, 149-155. <https://doi.org/10.1002/jum.14676>