

ANDRESSA KELLY BARBOSA RUFINO

**AVALIAÇÃO DOS VALORES HEMODINÂMICOS PRESUMIDAMENTE NORMAIS
DA ARTÉRIA UMBILICAL, ARTÉRIA CARÓTIDA INTERNA E ARTÉRIA
CEREBRAL MÉDIA FETAL NO TERÇO FINAL GESTACIONAL EM CADELAS**

**Teresina
Piauí – Brasil
2021**

ANDRESSA KELLY BARBOSA RUFINO

**AVALIAÇÃO DOS VALORES HEMODINÂMICOS PRESUMIDAMENTE NORMAIS
DA ARTÉRIA UMBILICAL, ARTÉRIA CARÓTIDA INTERNA E ARTÉRIA
CEREBRAL MÉDIA FETAL NO TERÇO FINAL GESTACIONAL EM CADELAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Aplicadas a Animais de Interesse Regional, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Piauí, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de concentração: **Diagnóstico Avançado em Medicina Veterinária**

Linha de pesquisa: **Diagnóstico e Terapêutica em Medicina Veterinária**

Orientador: **Prof. Dr. Flávio Ribeiro Alves**

Co-orientador: **Prof. Dr. Amilton Paulo Raposo Costa**

Teresina

Piauí – Brasil

2021

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco
Serviço de Processos Técnicos

R926a Rufino, Andressa Kelly Barbosa.
Avaliação dos valores hemodinâmicos presumidamente normais da artéria umbilical, artéria carótida interna e artéria cerebral média fetal no terço final gestacional em cadelas / Andressa Kelly Barbosa Rufino. – 2021.
54 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Aplicadas a Animais de Interesse Regional, do Centro de Ciências Agrárias, Teresina, 2021.
“Orientador: Prof. Dr. Amilton Paulo Raposo Costa.”

1. Circulação fetal. 2. Diagnóstico por imagem. 3. Obstetria.
4. Reprodução. 5. Resistência vascular. I. Título.

CDD 636.089

**AVALIAÇÃO DOS VALORES HEMODINÂMICOS PRESUMIDAMENTE NORMAIS
DA ARTÉRIA UMBILICAL, ARTÉRIA CARÓTIDA INTERNA E ARTÉRIA
CEREBRAL MÉDIA FETAL NO TERÇO FINAL GESTACIONAL EM CADELAS**

ANDRESSA KELLY BARBOSA RUFINO

Dissertação aprovada em: 23 / 08 / 2021

Banca examinadora:



Prof. Dr. Flávio Ribeiro Alves
(Presidente / Orientador) / DMV / CCA / UFPI



Prof. Dr. Amilton Paulo Raposo Costa
(Co-orientador / Membro interno) / DMV / CCA / UFPI



Prof. Dr. Bruno Leandro Maranhão Diniz
(Examinador Externo) / DCCV / CCA / UFPI



Prof. Dr. Antonio Augusto Nascimento Machado Júnior
(Examinador Externo) / DMV / CCA / UFPI

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por conceder saúde e sabedoria, e ter me acalmado diante dos desafios, por me capacitar para trilhar novos caminhos de conhecimentos, e fortalecimento pessoal e profissional.

À minha família pelo suporte e apoio, me fazendo sentir capaz de alcançar os meus objetivos, sendo eles quais forem, e por mais difíceis de sejam.

Aos amigos, companheiros de trabalho, que a pós-graduação me presenteou, para que diariamente pudéssemos, cada um no seu objetivo, se ajudar e fortalecer uns aos outros. Em especial, aos companheiros do NUDIVE e do mestrado: Fabiane, Iuliana, Indira, Rallyson, Renan, Andrezza, Kelvin, Danielle.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Flávio Ribeiro, que no seu papel de educar, fez bem mais do que poderia esperar, sempre confiante, sábio e incentivador, fazendo dos desafios mais difíceis, os mais fáceis a partir da busca pelo conhecimento, sendo assim, capaz de guiar toda uma equipe com muito zelo.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Amilton Paulo Raposo, pela oportunidade de auxiliar nesta trajetória, e compartilhando sua sabedoria. Assim como, todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Aplicadas a Animais de Interesse Regional, que possibilitaram o aprendizado, contribuindo para o amadurecimento acadêmico.

Agradeço à Universidade Federal do Piauí, por ser a casa que me acompanhou desde a graduação, tornando morada para os meus sonhos. E agradeço também à Capes, por conceder subsídios financeiros como bolsista, sendo um braço de suporte nesta jornada.

Aos tutores e pacientes caninos, que se dispuseram em doar seu tempo para que pudéssemos ser cada vez mais capacitados em conhecimento científico, sendo possível futuramente retribuir com maior cuidado para a saúde dos pets gestantes.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Exame ultrassonográfico	15
2.2 Ultrassonografia em cadelas não gestantes	16
2.3 Ultrassonografia em cadelas gestantes	17
2.4 Avaliação da circulação fetal.....	20
3. CAPÍTULO I	25
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
5. REFERÊNCIAS	49
6. ANEXOS	53

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

X	Veze
±	Mais ou menos
®	Marca registrada
2D	Bidimensional
ACC	Artéria carótida comum
ACM	Artéria cerebral média
ANOVA	Análise de Variância
AUP	Artéria uteroplacentária
bpm	Batimentos por minuto
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CCA	Centro de Ciências Agrárias
CEEA	Comitê de Ética em Experimentação Animal
cm/s	Centímetro por segundo
CONCEA	Controle da Experimentação Animal
CU	Cordão umbilical
DBP	Diâmetro biparietal
DMV	Departamento de Morfofisiologia Veterinária
Dr.	Doutor
FC	Frequência cardíaca
FCF	Frequência cardíaca fetal
FRP	Frequência de repetição de pulso
IP	Índice de pulsatilidade
IR	Índice de resistividade
Kg	Quilograma
MHz	Megahertz
Modo B	Modo bidimensional
Modo M	Modo movimento
Nº	Número
NUDIVE	Núcleo de Diagnóstico por Imagem Veterinário Especializado
PPGTAIR	Programa e Pós-graduação em Tecnologias Aplicadas a Animais de Interesse Regional

Prof.	Professor
PW	Power Doppler
RCP	Razão cérebro placentária
UFPI	Universidade Federal do Piauí
VDF	Velocidade diastólica final
VPS	Velocidade de pico sistólico

LISTA DE FIGURAS

Página

CAPÍTULO I

- Figura 1.** Imagens ultrassonográficas obtidas de estruturas maternofetais caninas durante o terço final de gestação de cadelas saudáveis. (A) Mensuração da maior seção transversal, entre os dois ossos parietais do crânio, a partir da diferenciação da cabeça e do corpo do feto canino, para obtenção do Diâmetro Biparietal (DBP) e estimativa da idade gestacional por meio da fórmula: $DBP \times 15 + 20$. (B) Doppler de onda pulsada para avaliação do padrão de fluxo em artéria uterina. (C) Doppler de onda pulsada para avaliação do padrão de fluxo em artéria cerebral média e obtenção das velocidades de pico sistólico e diastólica final, para cálculo dos índices de resistividade e pulsatilidade. (D) Doppler de onda pulsada para avaliação do padrão de fluxo em artéria umbilical e obtenção das velocidades de pico sistólico e diastólica final, para cálculo dos índices de resistividade e pulsatilidade.....34

LISTA DE TABELAS**Página****CAPÍTULO I**

Tabela 1. Valores dopplervelocimétricos da artéria umbilical nas fases 40-50 dias e 51-60 dias de idade gestacional.....	35
Tabela 2. Valores dopplervelocimétricos da artéria uteroplacentária nas fases 40-50 dias e 51-60 dias de idade gestacional.....	35
Tabela 3. Valores dopplervelocimétricos da artéria cerebral média nas fases 40-50 dias e 51-60 dias de idade gestacional.....	36
Tabela 4. Valores dopplervelocimétricos da artéria carótida comum nas fases 40-50 dias e 51-60 dias de idade gestacional.....	36
Tabela 5. Relação índice de pulsatilidade da artéria cerebral média e artéria umbilical (IP ACM/AU = RCP)	37
Tabela 6. Relação IP artéria carótida comum/AU.....	37

RESUMO

Avaliação dos valores hemodinâmicos presumidamente normais da artéria umbilical, artéria carótida interna e artéria cerebral média fetal no terço final gestacional em cadelas

A ultrassonografia bidimensional com Doppler possibilita a avaliação de índices vasculares do fluxo sanguíneo na avaliação gestacional, bem como permite a caracterização hemodinâmica por meio da determinação de valores de resistência vascular, como o índice de resistividade (IR) e índice de pulsatilidade (IP), obtidos pela mensuração da velocidade de pico sistólica (VPS) e da velocidade diastólica final (VDF). O estudo visa definir valores hemodinamicamente normais da artéria umbilical (cordão umbilical- CU), artéria uteroplacentária (AUP), artéria média cerebral (ACM) e artéria carótida comum (ACC) dos fetos, de cadelas no terço final de gestação, bem como correlaciona-los entre si, para prever indiretamente a viabilidade fetal e data provável do parto. Foram avaliadas 30 cadelas no terço final da gestação (40 - 60 dias), clinicamente saudáveis. Estas foram submetidas a avaliação ultrassonográfica dopplervelocimétrica em dois períodos, o primeiro, entre 40-50 dias e o segundo, entre 51-60 dias de gestação. Em cada período foi analisado os índices de pulsatilidade e resistividade da CU, AUP, ACM e a ACC fetos. Todos os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e ao Teste de Tukey, utilizando o P valor de 5%. As velocidades de pico sistólico (VPS) e a velocidade diastólica final (VDF) demonstraram aumento progressivo ao longo do tempo de estudo. Conseqüentemente, a relação S/D apresentou diminuição entre os períodos estudados. A análise dos índices de resistividade (IR) e pulsatilidade (IP) do CU, demonstraram diminuição entre os períodos 1 e 2. Semelhante, na AUP, os valores de VPS e VDF evidenciaram aumento entre tempos, enquanto a relação S/D diminuiu. Para a ACM e artéria carótida interna, os valores de VPS e VDF apresentaram-se crescentes até o final da gestação. A análise da relação cerebroplacentária (ACM/AU) demonstrou valores decrescentes entre os períodos P1 e P2, demonstrando diferença estatística significativa ($P < 0,05$). As velocidades de fluxo vascular da AUP, CU, ACM e ACC mostraram valores semelhantes aos previamente descritos na literatura para cadelas em curso normal de gestação. Os dados obtidos no presente estudo podem ser úteis na identificação da centralização fetal, contribuindo na caracterização da viabilidade fetal, fornecendo dados valiosos para a programação mais efetiva do parto por cesariana, aumentando a sobrevivência dos recém-nascidos.

Palavras-chave: Circulação fetal, diagnóstico por imagem, obstetrícia, reprodução, resistência vascular.

ABSTRACT

Assessment of presumably normal hemodynamic values of the umbilical artery, internal carotid artery and fetal middle cerebral artery in the final gestational third in bitches

Two-dimensional Doppler ultrasound enables the assessment of vascular blood flow indices in the gestational assessment, as well as allows for hemodynamic characterization by determining vascular resistance values, such as the resistivity index (RI) and pulsatility index (PI), obtained by measuring the peak systolic velocity (PSV) and the end-diastolic velocity (EDV). The study aims to assume hemodynamically normal values of the umbilical artery (umbilical cord-UC), uteroplacental artery, middle cerebral artery (MCA) and carotid artery of fetuses, of bitches in the final third of pregnancy, as well as correlating them with each other to predict indirectly the fetal viability and probable date of delivery. Thirty female dogs in the final third of pregnancy (40 - 60 days), clinically healthy, were evaluated. These patients were submitted to Doppler velocimetric ultrasonographic evaluation in two periods, the first, between 40-50 days and the second, between 51-60 days of gestation. In each phase, the indices of pulsatility and resistivity of the UC, uteroplacental artery, MCA and common carotid artery of the fetuses were analyzed. All data obtained were submitted to analysis of variance and the Tukey test, using a P value of 5%. Systolic velocities peak (SVP) and end-diastolic velocity (EDV) showed a progressive increase over the study period. Consequently, the S/D ratio decreased between the periods studied. The analysis of the umbilical cord resistivity (RI) and pulsatility (PI) indices showed an decrease from period 1 to period 2. Similarly, in the uteroplacental artery, the PSV and EDV values showed an increase between times, while the S/D ratio decreased. For the MCA and internal carotid artery, the PSV and VDF values increased until the end of pregnancy. The analysis of the cerebroplacental relationship (MCA/UA) showed decreasing values between periods P1 and P2, demonstrating a statistically significant difference ($P < 0.05$). The vascular flow velocities of the uteroplacental artery, UC, MCA and internal carotid artery showed values similar to those previously described in the literature for female dogs in the normal course of pregnancy. The data obtained in this study can be useful in identifying fetal centralization, contributing to the characterization of fetal viability, providing valuable data for a more effective scheduling of cesarean delivery, increasing the survival of newborns.

Keywords: Fetal circulation, imaging diagnosis, obstetrics, reproduction, vascular resistance

1. INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia, em relação aos aparelhos de ultrassom, o aumento do interesse dos profissionais pelo diagnóstico por imagem e a modernização das clínicas na aquisição de setores de imagem, incorporando cada vez mais na rotina, a ultrassonografia nos últimos tempos se tornou de suma importância para o diagnóstico, podendo avaliar a morfologia e funcionalidade dos órgãos (CARVALHO, 2014).

A área da reprodução de pequenos animais vem crescendo e ganhando mais destaque na economia brasileira, impulsionando assim, o desenvolvimento de biotecnologias reprodutivas em pequenos animais, com ênfase na reprodução canina, proporcionando maiores cuidados obstétricos para as cadelas (TRIVILIN et al., 2018).

Na medicina veterinária, na clínica de cães e gatos as alterações reprodutivas em fêmeas é uma das ocorrências mais comuns. Dentro das afecções encontradas de maior incidência está a presença de cistos ovarianos, piometra, hiperplasia endometrial, granulomas e abscesso em pedículos ovarianos e coto uterino após o procedimento de castração, devido a reação ao fio de sutura, e neoplasias ovarianas (CARVALHO, 2014).

A avaliação gestacional através da ultrassonografia em pequenos animais se tornou rotineira na clínica, complementando a avaliação obstétrica, que anteriormente só era possível ser feita através da palpação e radiografia abdominal (CARVALHO, 2014). Não foi evidenciado nenhuma reação adversa no desenvolvimento fetal com o uso da ultrassonografia, constituindo um exame seguro para a mãe e o feto, e para o operador. A ultrassonografia obstétrica é amplamente utilizada na medicina humana, tendo grande importância na rotina clínica, principalmente em casos que necessitam de acompanhamento por serem de alto risco (JOHNSON, 2006).

O exame ultrassonográfico veio como um grande aliado na reprodução animal, sendo de grande utilidade para cadelas gestantes, para o diagnóstico precoce da gestação, acompanhamento gestacional, avaliação da organogênese fetal, acompanhamento da viabilidade gestacional e detecção de anormalidades fetais (SANTOS et al., 2012; SIMÕES, 2016). Com o advento de aparelhos modernos e métodos inovadores, foi possível impulsionar o uso de ultrassonografia bidimensional de alta resolução e utilização do modo Doppler, possibilitando avaliar os índices vasculares do fluxo sanguíneo e morfologia na avaliação gestacional (SIMÕES, 2016).

A ultrassonografia é de grande valia no acompanhamento gestacional, levando em consideração vários parâmetros para a avaliação materno-fetal, principalmente a circulação (SIMÕES, 2016). A ultrassonografia bidimensional com o Doppler permite observar o

desenvolvimento dos compartimentos materno e fetal, identificando qualquer anormalidade que possa interferir no crescimento intrauterino, sofrimento fetal e perda gestacional precoce (SILVA et al., 2011; CASTRO, 2011).

A avaliação ultrassonográfica com Doppler permite uma avaliação da circulação materno fetal, sendo possível a avaliação de vasos sanguíneos, como a artéria uteroplacentária, artéria umbilical, veia cava fetal, artéria cerebral média, artéria carótida, dentre outros vasos, capaz de detectar resistências vasculares que podem afetar a circulação fetal e materna (BARBOSA; SILVA, 2012).

A viabilidade fetal deve ser avaliada ao longo de toda a gestação, e para isso, alguns parâmetros são levados em consideração, como a avaliação circulatória dos fluxos sanguíneos do feto (MORON et al., 2010). Em casos de insuficiência placentária, associada ao déficit da oxigenação cerebral fetal e sofrimento fetal, a partir da avaliação dos fluxos de artéria umbilical, fluxo da artéria média cerebral e fluxo da artéria carótida, é possível estabelecer uma conduta mais eficiente para a manutenção da gestação, em casos que se necessita de uma intervenção cirúrgica imediata para realizar a cesariana, ou que opte por esperar o trabalho de parto normal (FRANZIN et al., 2001; MORON et al., 2010).

De acordo com o que foi exposto sobre os avanços na reprodução animal associada ao acompanhamento gestacional através da ultrassonografia com Doppler, a pesquisa irá observar durante o terço final da gestação em cadelas, o fluxo sanguíneo da artéria umbilical, e artéria uteroplacentária, para avaliar o fluxo sanguíneo materno-fetal, e avaliará o fluxo da artéria carótida interna e fluxo da artéria cerebral média, para que se possa determinar valores hemodinamicamente normais, levando em consideração a correlação entre os fluxos dos vasos estudados e a frequência cardíaca fetal, podendo assim, predizer indiretamente como está a circulação cerebral fetal, a viabilidade fetal e data provável do parto (MORON et al., 2010).

A organização estrutural dessa dissertação se apresenta da seguinte forma: Introdução, Revisão de literatura, Capítulo I, Considerações Finais, Referências e Anexos. O capítulo I, intitulado **“Avaliação dos valores hemodinâmicos presumidamente normais da artéria umbilical, artéria carótida interna e artéria cerebral média fetal no terço final gestacional em cadelas”** foi organizado conforme as normas do periódico **“Acta Scientia Veterinariae”** Qualis B1 em Medicina Veterinária e Fator de impacto 0,222.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Exame Ultrassonográfico

A ultrassonografia é um método de diagnóstico prático, acessível, não invasivo, que possui alta sensibilidade e não emite radiação ionizante. Com o advento do desenvolvimento tecnológico, houve uma melhora na qualidade dos aparelhos e transdutores, aumentando a resolução e sensibilidade das imagens, no qual proporcionou uma melhor imagem para o clínico. Este é um exame que possui algumas características, como a necessidade da habilidade do operador, onde quanto maior a experiência com o exame, maior o seu conhecimento e melhora da percepção dos achados em cada caso avaliado (FELICIANO, GARCIA; VICENTE, 2015).

A ultrassonografia se baseia na emissão de ondas de ultrassom, em pequenos pulsos, até atingir os tecidos e interagir, de acordo com as diferentes densidades dos tecidos corpóreos, produzindo ecos que serão captados de volta pelo transdutor. O modo de exibição mais comum dos ecos é o modo bidimensional ou modo B (KEALY, MACALLISTER; GRAHAM, 2012). Neste modo de exibição é observado diferentes intensidades de brilho em uma escala de cinza, de acordo com a densidade tecidual (FELICIANO; GARCIA; VICENTE, 2015). O modo B é um método que permite o diagnóstico gestacional e avaliação da viabilidade fetal, contudo, não permite a avaliação da hemodinâmica vascular (SIMÕES et al., 2011; BARBOSA; SILVA, 2012).

A ultrassonografia tridimensional se tornou um campo de estudo na obstetrícia e ginecologia humana, que permite fazer cortes bidimensionais à medida que o transdutor é movimentado, salvando as imagens, que serão processadas e representadas de forma cúbica regular para a visualização tridimensional. Esta técnica auxilia na avaliação morfológica fetal, diagnosticando anomalias congênitas e dimorfismo, contudo, é uma técnica inovadora, que ainda há estudos, mas a ultrassonografia bidimensional é a técnica mais amplamente utilizada na avaliação morfológica dos fetos e órgãos, principalmente na medicina veterinária (SANTOS et al., 2012).

A ultrassonografia bidimensional associada ao Doppler permite avaliar os fluxos e as velocidades sanguíneas, através da mudança na frequência de som de acordo com a direção do objeto em movimento, no qual permite determinar a direção e o tipo de fluxo sanguíneo, captando as ondas sonoras refletidas pelas hemácias, de acordo com o seu movimento, detectando a característica hemodinâmica dos vasos sanguíneos (SIMÕES et al., 2011; KEALY; MACALLISTER; GRAHAM, 2012; FELICIANO; GARCIA; VICENTE, 2015). Na medicina humana, o Doppler colorido e pulsado auxilia na detecção de anormalidades estruturais fetais e

processos patológicos complexos, como a anemia fetal, hemorragia fetomaterna aguda, síndrome transfusor-transfudido e hidropsia não-imune (ALKAZALEH; REISTER; KINGDOM, 2006).

No Doppler pulsado, as ondas sonoras são captadas em intervalos regulares, obtendo uma frequência. Cada vaso sanguíneo possui uma frequência de repetição de pulso (PRF). No traçado de Doppler tem uma linha base, que corresponde ao eixo horizontal, e a velocidade do fluxo está no eixo vertical do traçado. No traçado, o ponto máximo do espectro é a velocidade de pico sistólica (VPS) e o ponto mínimo é a velocidade diastólica final (VDF) (FELICIANO; GARCIA; VICENTE, 2015). A velocidade de pico sistólica (VPS) é corresponde à onda formada a partir da abertura das válvulas semilunares e a saída do sangue e enfrenta as propriedades elásticas do leito vascular e viscosidade sanguínea. A velocidade diastólica final (VDF) é a onda que reflete a velocidade do fluxo sanguíneo final no momento da diástole (GIANNICO et al., 2015).

A ultrassonografia Doppler permite mensurar o índice de resistência (IR) ou índice de Pourcelot, o índice de pulsatilidade (IP) e a relação sístole-diástole (S/D), por meio de um cálculo entre a velocidade diastólica final (VDF) e a velocidade de pico sistólica (VPS) (BARBOSA; SILVA, 2012; FELICIANO; GARCIA; VICENTE, 2015; Sandes, 2018). Os índices do Doppler avaliados, como o índice de resistência (IR), o índice de pulsatilidade (IP) e a razão S/D não são influenciados pelo ângulo de insonação, contudo, ângulos altos reduzem a velocidade de pico e há a perda aparente das frequências diastólicas. A angulação correta, para a penetração das ondas sonoras possibilita localizar e individualizar os vasos, para que o fluxo vascular seja avaliado eficientemente pelo Doppler. Outro elemento importante para a obtenção de um estudo correto dos fluxos vasculares com o Doppler é o posicionamento da amostra, pois pode interferir no IP, e os vasos adjacentes podem dificultar a avaliação, por isso é necessário manter o vaso estudado, no centro da imagem (ALKAZALEH; REISTER; KINGDOM, 2006).

2.2 Ultrassonografia em cadelas não gestantes

Na reprodução, a ultrassonografia com Doppler é capaz de observar a vascularização dos órgãos reprodutivos da fêmea não gestantes, como útero e ovários, durante o ciclo estral da cadela (BARBOSA; SILVA, 2012). Assim como, monitorar o fluxo sanguíneo ovariano e uterino em programas de fertilização *in vitro* (FIV) e transferência de embrião (SILVA; BARBOSA; PEREIRA, 2012)

Os ovários são estruturas ovais, com cerca de 2cm, localizadas caudolateral ao eixo caudal do rim (HECHT, 2011). São órgãos de difícil visibilidade, por serem pequenos e de ecogenicidade similar ao dos tecidos adjacentes, sendo necessário aparelhos de ótima resolução e preparo

adequado do paciente, diminuindo a presença de gases que atrapalhariam na visualização, assim como o jejum (JARRETA, 2014).

O Doppler ovariano é capaz de identificar as mudanças no fluxo sanguíneo durante o ciclo estral, influenciados pela ação dos hormônios e alterações na fisiologia vascular do trato reprodutivo das fêmeas (FELICIANO; GARCIA, 2015). Durante o proestro o fluxo sanguíneo aumenta, havendo maior perfusão. No período pré-ovulatório o fluxo sanguíneo também se modifica, aumentando a velocidade de fluxo, o IR e o IP diminuem, e há perfusão máxima durante a fase ovulatória e início da fase lútea (BARBOSA; SILVA, 2012).

O útero está localizado entre a vesícula urinária e o cólon descendente, podendo variar de tamanho de acordo com o tamanho do animal, se está gravídico ou não, e depende do estágio do ciclo estral. As tubas uterinas normalmente, quando não estão aumentadas de tamanho por estar gravídico ou discretamente aumentado por ação hormonal durante o ciclo estral, não são visualizadas no exame, pois se confundem com as estruturas adjacentes e seu diâmetro é pequeno (HECHT, 2011; JARRETA, 2014).

2.3 Ultrassonografia em cadelas gestantes

A ultrassonografia bidimensional com Doppler em gestantes é capaz de auxiliar no diagnóstico gestacional, através da avaliação da funcionalidade do corpo lúteo, e acompanhar o período de gestação, avaliando o desenvolvimento do feto e a circulação materno-fetal (FELICIANO; GARCIA, 2015). A avaliação da resistência vascular na circulação fetoplacentária e uteroplacentária, e a correlação com a data do parto e diagnóstico de distocias se tornou possível através do uso da ultrassonografia bidimensional associada com o Doppler, sendo considerado um avanço importante na área da obstetrícia (SIMÕES et al., 2011).

Com a ultrassonografia é possível realizar o diagnóstico gestacional, e o primeiro sinal de gestação é o aumento uterino, mas é uma alteração inespecífica, pois o aumento dos cornos uterinos pode ser observado durante algumas fases do ciclo estral, não estando gestante, e até mesmo em algumas patologias (SANTOS et al., 2012; JARRETA, 2014). As vesículas gestacionais, que se caracterizam por serem pequenas bolsas preenchidas por líquido, podem ser observadas precocemente, em torno do 19º ao 20º dia gestacional, sendo o primeiro indício ultrassonográfico de gestação confiável. As vesículas gestacionais podem ter sua visibilidade dificultada pelos órgãos adjacentes, principalmente intestino preenchido por gases (SANTOS et al., 2012).

Nas cadelas, entre o 23º ao 25º dia já pode ser distinguido o embrião, pela sua hiperecogenicidade, podendo nesta fase ocorrer ainda a absorção fetal. Entre o 27º ao 30º dia, a placenta zonaria já pode ser observada, se caracterizando por ser uma camada focal fina, ficando mais visível em torno do 36º dia. Após o 30º dia os órgãos internos do feto são formados rapidamente, pelo fenômeno chamado de organogênese embrionária (HECHT, 2011).

Em torno do 28º dia de gestação, a cabeça do feto pode ser visualizada, pois o crânio é a primeira estrutura óssea a ser definida pela mineralização óssea, e o posicionamento fetal fica mais claro. Após a identificação do crânio, posteriormente a coluna, as costelas e o esqueleto apendicular são mineralizados e observados na ultrassonografia (SANTOS et al., 2012).

Devido a precisão do dia exato da concepção nas cadelas, é difícil estabelecer uma idade gestacional exata. Na reprodução canina, o pico do hormônio luteinizante (LH) é um marcador para definição da idade gestacional, já nas gatas, se baseia através da data do cruzamento (HECHT, 2011). A determinação da idade gestacional pode ser determinada a partir das mensurações das dimensões fetais, como o comprimento fetal, diâmetro biparietal, torácico e abdominal, na segunda metade da gestação. Alguns fatores devem ser levados em consideração, que interfere a determinação da idade fetal, como a raça e o tamanho da ninhada (SILVA et al., 2012; JARRETA, 2014).

Durante a gestação, ocorre mudanças hemodinâmicas nas cadelas, o débito cardíaco (DC) aumenta em 23%, sob influência hormonal, por conta do aumento da resistência periférica, fazendo com que ocorra o remodelamento ventricular, com hipertrofia excêntrica do miocárdio (SIMÕES et al., 2011; ALMEIDA et al., 2017). As mudanças hemodinâmicas maternas garantem uma perfusão uterina adequada e desenvolvimento do feto. Com a gestação, as artérias da irrigação uteroplacentária sofrem alterações, são invadidas pelos trofoblastos, reduzindo a musculatura na parede do vaso, o que permite menor resistência vascular (DI SALVO et al., 2006; ALMEIDA et al., 2017).

O sistema renina-angiotensina-aldosterona se modifica e há maior retenção de líquido e eletrólitos, aumentando o volume sanguíneo, que retorna ao normal ao se aproximar da data do parto, diminuindo gradualmente. Com o aumento do volume sanguíneo, o sistema cardiovascular tende a se adaptar, para estabelecer a homeostase materno-fetal (ALMEIDA et al., 2017).

Com o avançar da gestação, o fluxo placentário se modifica para suprir as necessidades e acomodação do feto de acordo com o seu crescimento ao longo da gestação. Qualquer alteração na vascularização placentária, no compartimento materno ou fetal, pode interferir no crescimento

intrauterino fetal, causando sofrimento fetal e perda gestacional precoce (SILVA; BARBOSA; PEREIRA, 2011).

Uma das avaliações importante na circulação materna é o fluxo das artérias uterinas, que se alteram de acordo com as fases do ciclo estral e durante a gestação (Jarreta, 2014). As artérias uterinas, que são oriundas da artéria ilíaca interna, estão localizadas uma de cada lado do útero, e se anastomosam para fornecer o fluxo uteroplacentário. Com a gestação, o fluxo da artéria uterina se torna alta e intensa (ALKAZALEH; REISTER; KINGDOM, 2006). Nas gestações patológicas, o IR da artéria uterina sofre alterações, assumindo valores aumentados, auxiliando no diagnóstico de aborto (SIMÕES et al., 2011).

As artérias umbilicais fazem parte do cordão umbilical, estrutura que liga o feto à mãe, e estabelece a vascularização fetoplacentária. No início da gestação, observa-se somente fluxos diastólico na artéria umbilical, pela alta resistência na placenta. Com o desenvolvimento das vilosidades placentárias e desenvolvimento fetal, e com o aumento do débito cardíaco (DC), as velocidades sistólica e diastólica aumentam, diminuindo o IR e o IP progressivamente, garantindo maior perfusão para placenta e vísceras fetais (ALKAZALEH; REISTER; KINGDOM, 2006; JARRETA, 2014; SANDES, 2018).

De acordo com o estudo de Giannico et al. (2015) e o estudo conduzido por Sandes (2018), o IR da artéria umbilical reduz significativamente 3 dias antes do dia do parto. E no estudo de Blanco et al. (2014), foi observado que os valores de VPS e VDF aumentam gradativamente até o momento do parto. O Doppler é um aliado importante para a detecção desta diminuição da resistência da artéria umbilical, e no diagnóstico de fetos que podem estar em hipóxia, podendo indicar ramificações anormais ou oclusão vascular das vilosidades fetais, descompensando o feto e deixando o mesmo em perigo. Em cadelas braqueocéfálicas o IR da artéria umbilical diminuem mais cedo, podendo estar relacionada às alterações respiratórias dessas raças, que estimula a hipóxia fetal, e conseqüentemente estimula a velocidade diastólica compensatória do feto e a redução do IR (SANDES, 2018).

De acordo com Silva, Barbosa & Pereira (2011) e Giannico et al. (2015), IP e o IR da artéria umbilical diminuem seus valores durante a gestação, indicando menor resistência vascular devido ao desenvolvimento fetal, possibilitando uma maior perfusão sanguínea. Por volta da última semana de gestação, os valores de VPS e VDF aumentam, indicando proximidade com o parto (SILVA; BARBOSA; PEREIRA, 2011; SIMÕES et al., 2011, FELICIANO & GARCIA, 2015).

Em gestações com complicações, que culmina em aborto, parto distócico ou a morte de algum neonato, foi observado o aumento do IR na artéria umbilical. Mesmo na gestação normal, o IR apresentou variações que podem estar associadas ao tamanho da ninhada, peso corporal da cadela, artéria mensurada e a técnica do operador (BLANCO, et al., 2020). De acordo com Blanco et al. (2020) pode haver uma diminuição maior do IR na artéria umbilical em cadelas de grande porte, devido a maior área vascular materno-fetal, necessitando de maior aporte sanguíneo, principalmente no terço final gestacional, onde há o crescimento exponencial dos fetos, sendo estes, maiores e em maior número também, pois cadelas de grande porte, tendem a ter ninhadas maiores do que cadelas de porte menor.

2.4 Avaliação da circulação fetal

Na circulação fetal é possível avaliar os fluxos sanguíneos de alguns vasos, como a aorta, veia cava caudal, carótidas internas, vasos renais, e artéria cerebral média. Através do estudo da circulação materno-fetal, as alterações vasculares podem ser detectadas e diagnosticadas anormalidades, que atrapalhem o desenvolvimento fetal, pondo em risco a viabilidade fetal (FELICIANO; GARCIA, 2015). O Doppler é capaz de mapear a vascularização fetal e obter alguns parâmetros que podem ser estudados, como o VPS, VDF, IR e IP (JARRETA, 2014).

O crescimento fetal depende do desenvolvimento vascular no compartimento materno e fetal, para que o feto possa obter um suprimento nutricional adequado, sendo importante a avaliação da vascularização materno-fetal através do estudo dos principais vasos, como a artéria uteroplacentária, cordão umbilical, artéria cava caudal e aorta do feto (SILVA; BARBOSA; PEREIRA, 2011).

À medida que o feto vai atingindo a sua maturidade, o fluxo sanguíneo e a velocidade dos batimentos cardíacos fetais vão aumentando, estando correlacionados com a maturidade fetal, podendo estes parâmetros serem avaliados através da ecocardiografia fetal (SIMÕES et al., 2011; SILVA; BARBOSA; PEREIRA, 2011). A frequência cardíaca fetal corresponde ao dobro da frequência cardíaca materna. As alterações da frequência cardíaca fetal, aumentando ou diminuindo, serve de parâmetro para avaliar o sofrimento fetal, onde o aumento da frequência durante o estresse pode indicar vigor fetal, sendo uma resposta positiva de viabilidade fetal (SANTOS et al., 2012). A ultrassonografia pode detectar anormalidades na gestação e no feto, diagnosticar morte e sofrimento fetal, pelos batimentos fetais e motilidade, e detectar o início do sofrimento fetal pela diminuição dos batimentos cardíacos (JARRETA, 2014).

O estudo da vascularização cerebral do feto na medicina humana vem ganhando enfoque maior, pois a avaliação da perfusão sanguínea cerebral serve para relacionar com o desenvolvimento do sistema nervoso, assim como prever o estado do bem-estar fetal. Com a ultrassonografia bidimensional com Doppler é possível mensurar o fluxo sanguíneo cerebral, inferindo de maneira indireta a oxigenação cerebral do feto (MORON, et al., 2010).

O monitoramento do desenvolvimento do feto é de suma importância para uma gravidez saudável. Com o acompanhamento da formação do sistema nervoso do feto, através da ecobimetria cerebral e avaliação da vascularização cerebral é possível diagnosticar de maneira precoce as alterações cerebrais fetais, podendo ser implementada na rotina da ultrassonografia gestacional. Contudo, requer uma avaliação cuidadosa por parte do operador, pois alguns fatores podem influenciar nos seus resultados e diagnóstico, como o grau de mineralização do crânio e movimento do feto, e a ocorrência da avaliação de um mesmo feto mais de uma vez (FELICIANO et al., 2013).

A artéria cerebral média do feto é um vaso de fácil identificação, e pode ser estudado para a avaliação da vascularização cerebral. As artérias cerebrais médias (ACM) correm verticalmente às margens do osso esfenóide. O fluxo da artéria cerebral média (ACM), que é o principal ramo da artéria carótida interna, é de grande importância, pois é responsável por 80% do fluxo sanguíneo dos hemisférios cerebrais. Com a ultrassonografia bidimensional é mensurado o índice de pulsatilidade e o índice de resistência da ACM, inferindo a impedância vascular (MORON et al., 2010; WAHED; MUSTAFA, 2013).

O feto possui mecanismos compensatório, capazes de detectar velocidades diastólicas baixas, que poderiam culminar em fluxo sanguíneo cerebral insuficiente, então o sangue oxigenado é direcionado pelo ducto venoso (DV), aorta descendente e artéria carótida, preferencialmente para o cérebro fetal. Quando a tensão de oxigênio diminui, o tônus vascular da ACM diminui, aumentando a velocidade diastólica e reduzindo o IP, podendo indicar uma restrição de crescimento intrauterino (RCIU) precoce (ALKAZALEH; REISTER; KINGDOM, 2006).

O estudo da vascularização placentária e da circulação fetal detecta os distúrbios vasculares que podem dificultar a troca gasosa entre a mãe e o conceito, prejudicando o desenvolvimento fetal, levando-o à hipóxia e acidose. O feto possui mecanismo de detecção, por meio de quimiorreceptores, capazes de ativar o mecanismo compensatório, chamado de centralização da vascularização fetal, desviando o fluxo sanguíneo para órgãos de predileção, como cérebro, miocárdio e glândulas adrenais, enquanto a irrigação dos outros órgãos sofre vasoconstrição. Na medicina humana ainda não há um consenso a respeito do momento para se interferir, então é

adotado medidas de acompanhamento para monitorar a viabilidade fetal (MACÊDO; NETO; SOUSA, 2011).

Com a diminuição da oferta de oxigênio, e desencadeamento do processo de centralização, com preservação cerebral, a ACM se torna mais dilatada e o fluxo durante a diástole aumenta, e conseqüentemente, a resistência na ACM diminui. A avaliação indireta da oxigenação fetal, pelo estudo da ACM se dá pela observação da inversão da relação entre os índices de pulsatilidade da artéria umbilical e ACM, se encontrando abaixo de 1. Com o comprometimento grave da circulação fetal, há a vasoconstrição periférica importante, aumentando a resistência vascular, aumentando a pressão diastólica no ventrículo direito, e ocorre o aumento da resistência vascular na artéria umbilical. Com o comprometendo do retorno do sangue para o coração, devido à vasoconstrição acentuada, ocorre a estase sanguínea no feto (FRANZIN et al., 2001; MACÊDO; NETO; SOUSA, 2011).

Outro vaso analisado, importante para o fluxo sanguíneo cerebral é a artéria carótida interna. O seu fluxo, em comparação à artéria cerebral média possui mais dificuldade na identificação, mas é importante na avaliação do processo de centralização vascular fetal. Diante de quadros de hipoxemia, a carótida interna sofre vasodilatação, diminuindo seu índice de pulsatilidade (IP), devido a diminuição da resistência vascular cerebral compensatória (FRANZIN et al., 2001). O aumento da resistência na artéria carótida interna e artéria umbilical são alterações que antecede o início das anormalidades na frequência cardíaca fetal em gestações complicadas (BLANCO et al., 2011).

Com o mecanismo compensatório de redistribuição sanguíneo no feto em quadro de hipóxia, a irrigação de órgãos como, rins, baço, sistema musculo esquelético, membros inferiores e mesentério são comprometidos, podendo ser detectadas as alterações vasculares através da avaliação da artéria aorta abdominal e artéria renal fetal com o Doppler (BLANCO et al., 2011).

Quando o processo de centralização da vascularização fetal não é capaz de fornecer oxigenação suficiente, o feto começa a apresentar sinais de sofrimento fetal. Com o diagnóstico da insuficiência placentária, com comprometimento do feto, são necessárias medidas intervencionistas, mas até mesmo na medicina humana há debates à cerca do que deve ser adotado como medida, e o mesmo acontece na medicina veterinária. Não há medidas terapêuticas capazes de reverter o quadro de insuficiência placentária, sendo a cesariana uma alternativa (MACÊDO; NETO; SOUSA, 2011).

Com isso, se faz necessário o estudo da artéria umbilical e artéria uteroplacentária, para diagnosticar distúrbios na vascularização placentária, e o estudo da circulação fetal, com enfoque

na vascularização cerebral, de modo que possa relacionar com data do parto e o sofrimento fetal, ajudando os clínicos a adotar a medida de esperar até o parto normal ou intervir com a cesariana.

3. CAPÍTULO I*

* Artigo elaborado de acordo com as normas do periódico “**Acta Scientiae Veterinariae**” (Qualis B1 em Medicina Veterinária, Fator de impacto: 0,222).

1 **Avaliação dos valores hemodinâmicos presumidamente normais da artéria umbilical,**
2 **artéria carótida interna e artéria cerebral média fetal no terço final gestacional em**
3 **cadelas**

4 Andressa Kelly Barbosa Rufino¹; Flávio Ribeiro Alves²; Amilton Paulo Raposo Costa²

5
6 ¹Pograma de Pós-graduação em Tecnologias Aplicadas a Animais de Interesse Regional-
7 PPGTAIR, Universidade Federal do Piauí-UFPI, Teresina, Piauí, Brasil. ²Departamento de
8 Morfofisiologia Veterinária-DMV, Universidade Federal do Piauí-UFPI, Teresina, Piauí,
9 Brasil. CORRESPONDENCE: A. K. B. Rufino [andressa_kbr@hotmail.com – Phone: +55 (86)
10 99810-9116].

11

12

RESUMO

13 **Background:** A ultrassonografia bidimensional com Doppler possibilita avaliar os índices
14 vasculares do fluxo sanguíneo e morfologia na avaliação gestacional, sendo assim uma
15 ferramenta importante capaz de detectar resistências vasculares que podem afetar a circulação
16 fetal e materna, como casos de insuficiência placentária, associada ao déficit da oxigenação
17 cerebral fetal e sofrimento fetal. O estudo visa presumir valores hemodinamicamente normais
18 no terço final gestacional de cadelas da artéria umbilical, artéria uteroplacentária, artéria média
19 cerebral e artéria carótida, correlacionando entre si os índices, para que possa avaliar a
20 circulação feto-placentária, e predizer indiretamente como está a circulação cerebral fetal, e a
21 viabilidade fetal e data provável do parto.

22 **Material, Métodos & Resultados:** No estudo foram avaliadas 30 cadelas, advindas da rotina do
23 Hospital Veterinário Universitário (HVU-UFPI), onde se encontravam no terço final da
24 gestação, entre 40 e 60 dias de idade gestacional, com idade entre 1 a 7 anos de idade, primíparas
25 ou pluríparas, sem determinação de raça específica, com peso entre 5 a 35kg. Todas as cadelas

26 se encontravam clinicamente saudáveis, de acordo com o exame físico previamente realizados,
27 e de acordo com a avaliação hematológica solicitada pelo clínico responsável. As cadelas foram
28 avaliadas em duas fases do terço final gestacional, entre 40-50 dias, e 51-60 dias de idade
29 gestacional. Em cada fase foi obtido através da ultrassonografia bidimensional com Doppler as
30 ondas VPS e VDF, e os índices de pulsatilidade e resistência, da artéria umbilical, artéria
31 uteroplacentária, artéria cerebral média e a artéria carótida interna dos fetos. Em média, pelos
32 menos 3 fetos em cada cadela gestante foram avaliados e realizado as mensurações. Todos os
33 dados obtidos foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey, utilizando o P valor
34 de 5%. Foi observado diferença significativa entre os valores de velocidades e os índices entre
35 as duas fases do terço final gestacional em todos os vasos sanguíneos estudados. Observou-se
36 aumento dos valores de VPS e VDF e uma diminuição dos índices, à medida que se aproximava
37 da data provável de parto.

38 **Discussão:** Os valores hemodinâmicos obtidos para a artéria umbilical e artéria uterina
39 mostraram-se significativamente diferentes entre 40 e 50 dias de gestação (P1) e 50 e 60 dias de
40 gestação (P2), com diminuição da resistência vascular e aumento das velocidades, podendo
41 estar relacionadas à maior associação da perfusão sanguínea materno-fetal, devido ao aumento
42 da demanda para o desenvolvimento do feto. A Artéria Cerebral Média (ACM) também
43 apresentou mudanças entre P1 e P2, com aumento do SVP e EDV no terço final da gestação, e
44 a relação S/D mostrou-se diminuída, diferindo significativamente entre P1 e P2. As velocidades
45 de fluxo sistólico (SVP) e diastólico (EDV) da artéria carótida interna aumentaram
46 progressivamente, ao tempo em que o IR, IP e a relação S/D diminuíram, entre os períodos
47 avaliados (P1 e P2), fornecendo maior de fluxo cerebral em fetos caninos, mantendo a
48 frequência cardíaca normal, indicando viabilidade fetal positiva.

49 **Palavras-chave:** Ultrassonografia gestacional, cadelas, Doppler, hemodinâmica

50

51

INTRODUÇÃO

52

53 A ultrassonografia bidimensional com Doppler em gestantes é capaz de auxiliar no
54 diagnóstico gestacional e acompanhar o período de gestação, avaliando o desenvolvimento do
55 feto e a circulação materno-fetal [22]. O crescimento fetal depende do desenvolvimento
56 vascular no compartimento materno e fetal, para que o feto possa obter um suprimento
57 nutricional adequado, sendo importante a avaliação da vascularização materno-fetal através do
58 estudo de vasos como, a artéria uteroplacentária e cordão umbilical [42,43].

59 O estudo da vascularização cerebral do feto permite avaliar a perfusão sanguínea
60 cerebral, correlacionando com o desenvolvimento do sistema nervoso e do bem-estar fetal. O
61 estudo da artéria cerebral média e artéria carótida interna do feto possibilita avaliar os fluxos
62 sanguíneos cerebrais, sendo capaz de predizer casos de insuficiência de oxigenação cerebral, e
63 sinais de sofrimento fetal mais precoce [34,37,45].

64 O objetivo deste trabalho é observar, durante o terço final da gestação em cadelas, o
65 fluxo sanguíneo da artéria umbilical, e artéria uteroplacentária, para avaliar o fluxo sanguíneo
66 materno-fetal, bem como avaliar o fluxo da artéria carótida interna e da artéria cerebral média,
67 para que se possa determinar valores hemodinamicamente normais, levando em consideração
68 a correlação entre os fluxos dos vasos estudados e a frequência cardíaca fetal, para predizer
69 indiretamente a irrigação cerebral fetal, a viabilidade fetal e data provável do parto [37,43].

70

METODOLOGIA

71

Aspectos éticos e legais

72

73 A pesquisa foi desenvolvida no Núcleo de Diagnóstico Por Imagem Veterinário
74 Especializado – NUDIVE/UFPI, da Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro Petrônio
75 Portela, Teresina – PI, seguindo os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do
76 Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com normas editadas pelo Conselho Nacional de

77 Controle da Experimentação Animal (CONCEA). Os protocolos utilizados neste trabalho foram
78 aprovados pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal – CEEA/UFPI, sob o N°:
79 657/2020).

80 *Animais*

81 Foi realizado um estudo observacional, prospectivo, onde foram examinadas 30 (trinta)
82 cadelas saudáveis, de raças diversas, com idade de 1 a 7 anos e pesos variando entre 5 a 35kg,
83 avaliadas durante o último terço de gestação (40 a 60 dias). As cadelas foram submetidas a
84 exame físico e exames laboratoriais, sem evidência de alterações hematológicas e bioquímicas,
85 sem histórico de afecções concomitantes (endócrinas, infecciosas ou reprodutivas).

86 A idade gestacional foi estimada pela mensuração do diâmetro biparietal (DBP), o qual
87 foi mensurado na maior seção transversal a partir da diferenciação da cabeça e do corpo. Após
88 a obtenção da medida do DBP, foi utilizada a fórmula $DBP \times 15 + 20$ para estimar a idade
89 gestacional, calculada automaticamente pelo software do aparelho (Figura 1-A) [34].

90 Em média, três fetos foram examinados em cada cadela no terço final da gestação. Os
91 fetos foram avaliados em dois períodos: (P1): 40-50 dias e (P2): 51-60 dias de gestação, para
92 cadelas com gestação em curso normal e sem sinais de estresse fetal. Foram selecionadas
93 cadelas cuja gestação alcançou 60 dias e que evidenciaram sinais de trabalho de parto, tendo
94 sido posteriormente submetidas a cirurgia cesariana eletiva, por opção do tutor. Os fetos foram
95 avaliados, um a um, e a frequência cardíaca fetal (FCF) foi mensurada cinco vezes, por pelo
96 menos três minutos, para a exclusão da possibilidade de estresse fetal [28]. A média de todos
97 os batimentos cardíacos registrados durante o exame de cada feto foi definida como a FCF.

98 A FCF foi obtida para cada ciclo durante a aquisição automática pelo software na
99 máquina, medindo-se a distância dos espectros de fluxo nos vasos analisados. A média de todos
100 os batimentos cardíacos registrados em três ciclos consecutivos durante o exame de cada feto
101 definiu a FCF. O tamanho do setor 2D foi minimizado para melhorar a qualidade da imagem.

102 A maior frequência de repetição de pulso (FRP) foi utilizada para evitar sinais de *aliasing* nos
103 fluxos normais.

104 *Crítérios de exclusão*

105 Os critérios de exclusão foram aplicados às cadelas e aos fetos. As cadelas foram
106 submetidas a exame clínico geral para avaliação do seu estado de higidez. Foram excluídas do
107 trabalho cadelas que apresentaram sinais de alterações sistêmicas resultantes de doenças
108 parasitárias, infecciosas (febre, vômito, diarreia, inapetência), com alterações séricas
109 observadas no hemograma e exames bioquímicos, doenças cardiovasculares adquiridas ou
110 congênitas, com potencial para influenciar o desenvolvimento fetal, assim como alterar os
111 valores hemodinâmicos fisiológicos maternos (insuficiências valvares e distúrbios de ritmo
112 cardíaco ou de condução cardíaca materna) de ritmo identificados na auscultação e ao exame
113 eletrocardiográfico, respectivamente.

114 Para os fetos, foram incluídos no experimento somente aqueles que permitiram a
115 avaliação de todos os parâmetros elencados para o estudo, onde se pudesse assumir a aquisição
116 de dados que permitissem mensurações clínicas confiáveis. Foram excluídos fetos que
117 apresentaram algum tipo de anormalidade estrutural (cardíaca ou não cardíaca), elétrica,
118 malformações congênitas ou exibindo sinais de sofrimento fetal identificadas ao exame
119 ultrassonográfico.

120 *Exame ultrassonográfico*

121 Todas as fêmeas foram submetidas a exame ultrassonográfico abdominal durante o
122 último terço da gestação para análise dos seus índices dopplervelocimétricos. As cadelas foram
123 posicionadas em decúbito dorsal, sobre uma calha de esponja adaptada, com a superfície
124 abdominal tricotomizada para o escaneamento após aplicação de gel condutor para
125 ultrassonografia. Foi utilizado o equipamento de ultrassonografia¹ (M6®, *Mindray*), acoplado
126 a um transdutor linear multifrequencial de 12 MHz. A aquisição das imagens e vídeos dos

127 exames foram realizadas pelo mesmo ultrassonografista, com experiência, durante todo o
128 estudo. A qualidade da imagem foi maximizada ajustando-se o ganho, o foco e a profundidade
129 para cada feto durante o exame. O tamanho do setor 2D foi minimizado para melhorar a
130 qualidade da imagem.

131 Foram avaliados pelo menos três fetos em cada cadela e cada mensuração foi realizada
132 em triplicata, ao longo do ciclo cardíaco, configurando uma média hemodinâmica para cada
133 valor avaliado. Avaliou-se o padrão de fluxo da artéria umbilical (AU), artéria uteroplacentária
134 (AUP), artéria cerebral média (ACM) (Figura 1-D) e artéria carótida comum (ACC) (Figura 1-
135 C).

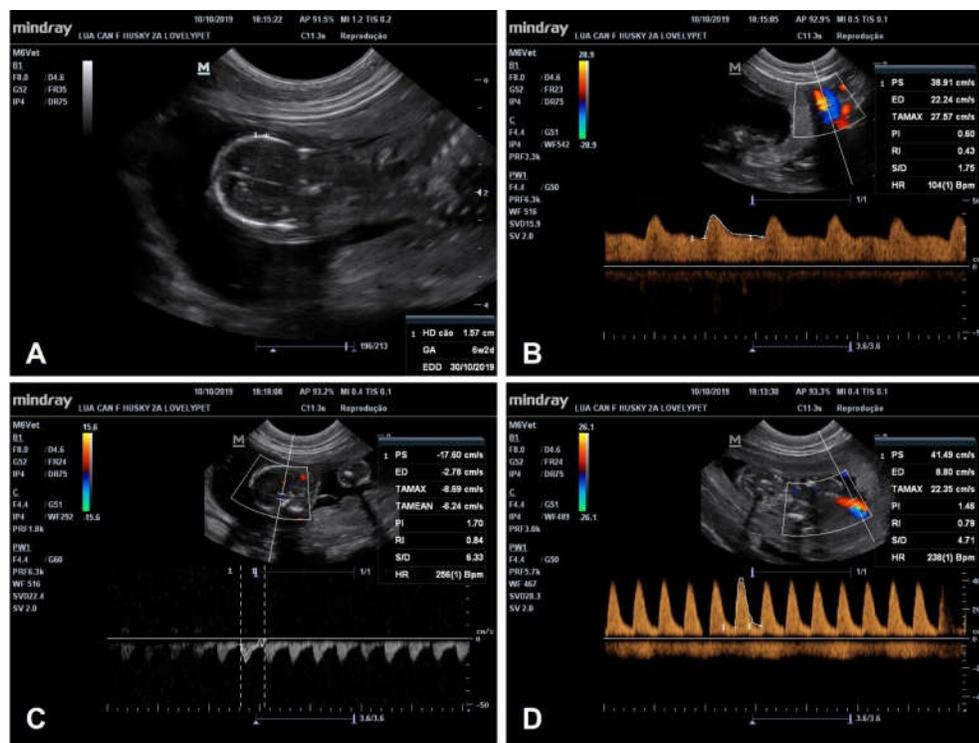
136 O vaso analisado foi inicialmente visualizado em modo B, seguindo-se com a avaliação
137 por Doppler colorido e espectral. Para os exames espectrais, a configuração das faixas de
138 velocidade e o tamanho da janela espectral (*gate*) foram ajustados durante cada exame, para se
139 obter uma sequência de gráficos Doppler espectral com ciclos cardíacos sistólicos e diastólicos
140 simétricos e distintos, sem *aliasing*. As configurações de ganho, filtros e frequência de repetição
141 de pulso (FRP) foram uniformes em todos os exames.

142 O espectro Doppler obtido foi posteriormente analisado, utilizaram-se três pulsos do
143 ciclo cardíaco, sendo escolhido o central como representativo real da velocidade do fluxo
144 sanguíneo [56]. As variáveis observadas foram: velocidade de pico sistólico (VPS), velocidade
145 diastólica final (VDF) e os índices de resistividade (IR) e de Pulsatilidade (IP), bem como a
146 relação sístole / diástole (S/D), calculados automaticamente por meio das seguintes fórmulas:
147 $IR = (VPS - VDF) / VPS$ e $IP = (VPS - VDF) / M$, em que M representa a média entre VPS e
148 VDF (Figura 1) [27].

149 *Análise estatística*

150 Após a realização dos exames ultrassonográficos gestacionais, os dados foram tabulados
151 e em seguida, foram analisados pela ANOVA e pelo Software R (Versão R i3863.5.3) e

152 submetido pelo modelo linear generalizado. Os dados foram analisados também por um teste
 153 de médias (teste de Tukey) para avaliação da presença de diferença significativa entre as os dois
 154 tempos de avaliação, ao longo do terço final de gestação, nos valores de velocidade (VPS e
 155 VDF) e índices (IR e IP), de cada estrutura analisada, utilizando valor de *P* igual a 5%.



157

158 **Figura 1.** Imagens ultrassonográficas obtidas de estruturas materno-fetais caninas durante o
 159 terço final de gestação de cadelas saudáveis. (A) Mensuração da maior seção transversal, entre
 160 os dois ossos parietais do crânio, a partir da diferenciação da cabeça e do corpo do feto canino,
 161 para obtenção do Diâmetro Biparietal (DBP) e estimativa da idade gestacional por meio da
 162 fórmula: $DBP \times 15 + 20$. (B) Doppler de onda pulsada para avaliação do padrão de fluxo em
 163 artéria uterina. (C) Doppler de onda pulsada para avaliação do padrão de fluxo em artéria
 164 cerebral média e obtenção das velocidades de pico sistólico e diastólica final, para cálculo dos
 165 índices de resistividade e pulsatilidade. (D) Doppler de onda pulsada para avaliação do padrão
 166 de fluxo em artéria umbilical e obtenção das velocidades de pico sistólico e diastólica final,
 167 para cálculo dos índices de resistividade e pulsatilidade

168

169

RESULTADOS

170

171

As tabelas 1, 2 e 3 evidenciam os valores dopplervelocimétricos mensurados para as
 seguintes estruturas materno-fetais: cordão umbilical (CU), artéria cerebral média (ACM) e

172 artéria carótida comum (ACC), respectivamente, nos dois períodos estudados: P1 (40-50 dias)
 173 e P2 (51-60 dias), com todas as cadelas aptas para seguir até os 60 dias de gestação, monitoradas
 174 pela variabilidade da frequência cardíaca (FC), sempre acima de 180 bpm.

175 As velocidades de pico sistólico (VPS) e a velocidade diastólica final (VDF)
 176 demonstraram aumento progressivo ao longo do tempo de estudo. Consequentemente, a relação
 177 S/D apresentou diminuição entre os períodos estudados. A análise dos índices de resistividade
 178 (IR) e pulsatilidade (IP) do cordão umbilical, demonstrou aumento do IR de P1 até P2 ($P <$
 179 $0,05$), enquanto que houve diminuição do IP entre P1 e P2. Para todas as variáveis estudadas
 180 houve diferença estatística significativa ($P < 0,05$), conforme demonstrado na Tabela 1.

181

182 **Tabela 1.** Valores dopplervelocimétricos da artéria umbilical nas fases 40-50 dias e 51-60
 183 dias de idade gestacional.

184

Artéria Umbilical		
Parâmetros	Tempo de Gestação	
	40-50 dias	51-60
VPS (cm/s)	31,67 ± 12,28 ^a	45,28 ± 3,70 ^b
VDF (cm/s)	6,60 ± 1,51 ^a	14,13 ± 1,20 ^b
IP	1,39 ± 0,2 ^a	1,22 ± 0,24 ^b
IR	0,79 ± 0,09 ^a	0,68 ± 0,07 ^b
S/D	4,79 ± 0,25 ^a	3,20 ± 0,11 ^b

185

*Letras diferentes indicam diferença estatística significativa entre os tempos ($P < 0,05$)

186

VPS - Velocidade de Pico Sistólico; VDF - Velocidade Diastólica Final; IP - Índice de
 187 Pulsatilidade; IR- Índice de Resistividade.

188

189

A artéria uteroplacentária, semelhantemente a artéria umbilical, os valores de SVP e
 190 EDV evidenciaram aumento entre P1 e P2, enquanto a relação S/D diminuiu até 60 dias de
 191 gestação (P2). O IR e IP decresceram durante o intervalo de estudo das cadelas prenhes. As
 192 variáveis estudadas apresentaram diferença estatística significativa, quando analisadas
 193 comparativamente entre P1 e P2 ($P < 0,05$) (Tabela 2).

194

Tabela 2. Valores dopplervelocimétricos da artéria uteroplacentária nas fases 40-50 dias e
 195 51-60 dias de idade gestacional.

196

Artéria Uteroplacentária		
Parâmetros	Tempo de Gestação	
	40-50 dias	51-60

VPS (cm/s)	40,82 ± 7,91 ^a	46,32 ± 9,87 ^b
VDF (cm/s)	17,96 ± 3,51 ^a	24,06 ± 4,51 ^b
IP	0,65 ± 0,017 ^a	0,61 ± 0,014 ^b
IR	0,56 ± 0,04 ^a	0,48 ± 0,03 ^b
S/D	2,27 ± 0,06 ^a	1,92 ± 0,08 ^b

197 *Letras diferentes indicam diferença estatística significativa entre os tempos ($P < 0,05$)
 198 VPS - Velocidade de Pico Sistólico; VDF - Velocidade Diastólica Final; IP - Índice de
 199 Pulsatilidade; IR- Índice de Resistividade.

200

201 Para a artéria cerebral média e artéria carótida interna, os valores de VPS e VDF
 202 apresentaram-se crescentes até o final da gestação. De igual modo aos valores
 203 dopplervelocimétricos anteriormente descritos, a relação S/D diminuiu até o fim da gestação
 204 (P2). A análise comparativa entre os períodos P1 e P2 evidenciou diferença estatística
 205 significativa para todas as variáveis mensuradas ($P < 0,05$).

206

207 **Tabela 3.** Valores dopplervelocimétricos da artéria cerebral média nas fases 40-50 dias e 51-
 208 60 dias de idade gestacional.

209

Artéria Cerebral Média		
Parâmetros	Tempo de Gestação	
	40-50 dias	51-60
VPS (cm/s)	15,51 ± 1,42 ^a	17,77 ± 1,37 ^b
VDF (cm/s)	4,95 ± 0,36 ^a	6,44 ± 0,25 ^b
IP	1,28 ± 0,08 ^a	1,06 ± 0,17 ^b
IR	0,68 ± 0,07 ^a	0,63 ± 0,05 ^b
S/D	3,13 ± 0,16 ^a	2,75 ± 0,14 ^b

210 *Letras diferentes indicam diferença estatística significativa entre os tempos ($P < 0,05$)
 211 VPS - Velocidade de Pico Sistólico; VDF - Velocidade Diastólica Final; IP - Índice de
 212 Pulsatilidade; IR- Índice de Resistividade.

213

214 **Tabela 4.** Valores dopplervelocimétricos da artéria carótida comum nas fases 40-50 dias e
 215 51-60 dias de idade gestacional.

216

Artéria Carótida Interna		
Parâmetros	Tempo de Gestação	
	40-50 dias	51-60
VPS (cm/s)	16,42 ± 0,53 ^a	22,21 ± 0,67 ^b
VDF (cm/s)	3,31 ± 0,02 ^a	5,15 ± 0,04 ^b
IP	1,27 ± 0,37 ^a	1,04 ± 0,07 ^b
IR	0,80 ± 0,08 ^a	0,76 ± 0,04 ^b
S/D	4,96 ± 0,22 ^a	4,31 ± 0,14 ^b

217 *Letras diferentes indicam diferença estatística significativa entre os tempos ($P < 0,05$)
 218 VPS - Velocidade de Pico Sistólico; VDF - Velocidade Diastólica Final; IP - Índice de
 219 Pulsatilidade; IR- Índice de Resistividade.

220

221 A análise da relação cerebroplacentária (ACM/AU) demonstrou valores decrescentes
 222 entre os períodos P1 e P2, demonstrando diferença estatística significativa ($P < 0,05$) (Tabela
 223 5). Um outro índice proposto neste estudo, a relação entre a artéria carótida interna e a artéria
 224 umbilical (ArtCarInt/AU) apresentou valores próximos àqueles verificados para a relação
 225 ACM/AU, reduzindo entre os períodos P1 e P2, de igual modo apresentando diferença
 226 estatística significativa ($P < 0,05$) (Tabela 6).

227

228 **Tabela 5.** Relação índice de pulsatilidade da artéria cerebral média e artéria umbilical (IP
 229 ACM/AU= RCP).

230

231

232

	Relação IP ACM/AU	
	40-50 dias	51-60
	0,92 ± 0,03 ^a	0,87 ± 0,06 ^b
Frequência Cardíaca (FC)	250,09 ± 12,14 ^a	228,11 ± 18,20 ^b

233

234

235

236

*Letras diferentes indicam diferença estatística significativa entre os tempos ($P < 0,05$)
 VPS - Velocidade de Pico Sistólico; VDF - Velocidade Diastólica Final; IP - Índice de
 Pulsatilidade; IR- Índice de Resistividade.

237

Tabela 6. Relação IP artéria carótida interna/AU.

238

239

240

	Relação IP ACI/AU	
	40-50 dias	51-60
	0,91 ± 0,05 ^a	0,85 ± 0,04 ^b
Frequência Cardíaca (FC)	250,09 ± 12,14 ^a	228,11 ± 18,20 ^b

241

242

243

244

245

*Letras diferentes indicam diferença estatística significativa entre os tempos ($P < 0,05$)
 VPS - Velocidade de Pico Sistólico; VDF - Velocidade Diastólica Final; IP - Índice de
 Pulsatilidade; IR- Índice de Resistividade.

246

DISCUSSÃO

247

248

249

250

A identificação de problemas relacionados ao curso da gestação em cadelas permanece
 desafiadora em Medicina Veterinária. Inúmeros pesquisadores têm se dedicado a aquisição de
 dados que possam direcionar a previsão do parto, ou ainda os riscos quanto da decisão do parto
 normal ou cesariana [7,26,28,29,44]. A Medicina humana há muito tempo tem observado que

251 neonatos que nascem entre 39 e 40 semanas de gestação apresentam melhores resultados, haja
252 vista o fato de que períodos inferiores a estes tornam o feto mais propensos a complicações
253 decorrentes da imaturidade e, culminando com o aumento da mortalidade neonatal ou no pós-
254 parto [38]. Diante disso, nossos estudos foram realizados a partir de cadelas no terço final de
255 gestação entre 40 a 60 dias (P1 = 40-50 dias; P2 = 51-60 dias).

256 Diante de uma medicina fetal humana com maior repertório de informações, talvez
257 nosso grande desafio seja encontrar uma “interssecção” entre as fases da gestação tão diferentes
258 entre humanos e pequenos animais, afim de que possamos instrumentalizar melhor nossas
259 condutas obstétricas, reduzindo os riscos para o feto ao nascimento. Todas as cadelas foram
260 avaliadas e consideradas aptas para seguir até os 60 dias de gestação, especialmente
261 monitoradas pela variabilidade da frequência cardíaca (FC). Neste estudo a FC se manteve
262 sempre acima de 180 bpm, especialmente entre 12 a 72 horas antes do parto, conforme
263 previamente descrito por Gil et al. (2014) [27] e Giannico et al (2015) [26].

264 Não pouco frequente, gestações que se desenvolvem “aparentemente normais” tem um
265 desfecho inesperado em cadelas gestantes, evoluindo com fetos natimortos ou que vão a óbito
266 no pós-parto, situação muitas vezes observada em gestações humanas [19]. Ocorre ainda a
267 necessidade de uma compreensão da magnitude destes problemas, observando fatores-chave,
268 como a idade gestacional, para os quais as informações existentes em Medicina Veterinária,
269 comparada à obstetricia humana, ainda são imprecisas [30]. Nesse contexto, importante
270 ressaltar que para este estudo foram selecionadas cadelas que entraram em trabalho de parto
271 aos 60 dias de gestação (data limítrofe para o tempo de gestação em cadelas), sendo
272 posteriormente submetidas a cirurgia cesariana, todas com fetos viáveis. Em obstetricia humana
273 é conhecida o risco aumentado de natimortos decorrentes de gestações prolongadas, além de 41
274 semanas [6].

275 Os índices hemodinâmicos fetais são ferramentas valiosas na definição da linha tênue
276 entre valores de fluxo presumidamente normais e os que podem denotar anormalidades no
277 seguimento da gestação. Artéria umbilical, artéria cerebral média e artéria uteroplacentária
278 foram eleitas para serem analisadas, neste experimento clínico, porque são os vasos mais
279 importantes na avaliação do bem-estar fetal e no monitoramento, de forma não-invasiva, da
280 “unidade fetoplacentária” em humanos [5], e animais [2,28,39]. Avaliação auxiliar foi ainda
281 realizada por meio das artérias carótidas fetais. Os valores hemodinâmicos obtidos para a artéria
282 umbilical mostraram-se significativamente diferentes entre 40 e 50 dias de gestação (P1),
283 quando comparados ao restante da gestação (51 a 60 dias) (P2), o que também foi documentado
284 por outros autores para este vaso [8,9]. A artéria umbilical dos fetos estudados foi caracterizada
285 por seu leito vascular de baixa resistência, com fluxo contínuo, para frente, ao longo do ciclo
286 cardíaco e fase diastólica aumentando entre os dois períodos avaliados ($P1 = 6,60 \pm 1,51$; $P2 =$
287 $14,13 \pm 1,20$), de modo que a relação S/D diminuiu com o avançar da gestação ($P1=4,79\pm0,25$;
288 $P2 = 3,20 \pm 0,11$), como foi descrito por Nautrup et al. (1998) [39], Di Salvo et al. (2006) [18],
289 Blanco et al. (2011) [10] e Acharya et al. (2005) [2]. Adotamos a interrogação vascular da
290 artéria umbilical em sua porção flutuante, conforme preconizado pelo guideline de 2013 da
291 Sociedade Internacional de Ultrassonografia em Obstetrícia e Ginecologia, para realização de
292 ultrassonografia Doppler obstétrica [11], haja vista ocorrer diferença significativa entre os
293 valores de fluxo mensuradas na porção de inserção do cordão no feto, sua porção média e distal
294 [24, 39, 18]. Semelhantemente a estudos prévios [33, 5], em nossas avaliações, o índice de
295 Resistividade (IR) e de Pulsatilidade (IP) da artéria umbilical variaram no decorrer da gestação.
296 Giannico et al., (2015) [26] descreveram que IR da artéria umbilical diminuiu durante os
297 períodos de 12-6 e 6-1 hora antes do parto, e que os valores mais baixos foram menores ou
298 iguais a 0,7 em cadelas com parto normal, quando comparados as cadelas que desenvolveram
299 estresse fetal, onde o IR mostrou-se aumentado, especialmente 6-1 hora antes da cesariana. O

300 IP da artéria umbilical do feto estudados mostrou diminuição dignificante entre os tempos P1
301 e P2 neste estudo. Corroborando aos nossos resultados, Nautrup (1998) [39] descreveu que o
302 IP aumenta consistentemente da 5 a 6 semana de gestação (35 a 42 dias), decrescendo a partir
303 daí até o nascimento, enquanto Di Salvo et al. (2006) [18] observaram uma maior diminuição
304 entre a 6 e 7 semanas de gestação (42 e 49 dias), estes últimos valores assemelhando-se mais
305 aos nossos dados, possivelmente por uma pequena variação na localização da interrogação
306 vascular entre autores. Castro et al. (2011) [13] relataram que o aumento do índice de
307 pulsatilidade, assim como a ausência de fluxo diastólico final ou fluxo diastólico reverso em
308 artérias umbilicais têm sido utilizadas para a detecção e vigilância de subgrupos de alta
309 morbidade e mortalidade em fetos com distúrbios de crescimento.

310 As características de fluxo da artéria uterina (IR, IP, perfil parabólico, monofásico, de
311 baixa resistência, sem entalhes) foram também descritas de modo semelhante por Nautrup
312 (1998) e Di Salvo et al. (2006) [18]. O fluxo diastólico aumentou significativamente no final da
313 gestação ($P1 = 17,96 \pm 3,51$; $P2 = 24,06 \pm 4,51$), com fases sistólicas e diastólicas bem definidas
314 [9,26]. Tais correlações são importantes, para a identificação de anormalidades no transcorrer
315 da gestação. Em mulheres não gestantes, o perfil de onda da artéria uterina é de alta resistência,
316 com baixo fluxo diastólico e a presença de um “entalhe precoce” (nouching), que desaparece
317 no final da gestação. Em humanos a persistência desta característica está associada a resultados
318 adversos tais como: restrição de crescimento fetal, pré-eclâmpsia, aumento do risco de parto
319 pré-maturo [23,32].

320 Ao longo da gestação, os pequenos vasos útero-placentários são habitualmente sensíveis
321 ao exame por doppler colorido [39]. Embora no terço final da gestação a artéria uterina possa
322 ser identificada próximo à placenta zonária, neste estudo, em sua maior parte, foram vistas entre
323 dois sacos gestacionais [16]. Os índices de resistividade (IR), pulsatilidade (IP) e relação S/D
324 mostram reduções progressivas no terço final da gestação. Acredita-se que esta redução esteja

325 relacionada ao desenvolvimento placentário e alterações histológicas das artérias espirais, as
326 quais são invadidas por células trofoblásticas que consomem sua cobertura músculoelástica,
327 tornando estas artérias mais calibrosas e estabelecendo conexões de baixa resistência [1,41].
328 Esse remodelamento é essencial para o sucesso da placentação, mudando o leito vascular da
329 artéria uterina para um fluxo diastólico contínuo de baixa resistência.

330 A Artéria Cerebral Média (ACM) teve seus fluxos vasculares amplamente discutidos
331 durante a gestação em humanos [4,12,14,31]. A ACM dos fetos estudados evidenciaram
332 aumento do VPS e VDF no terço final da gestação, e a relação S/D mostrou-se diminuída,
333 diferindo significativamente entre P1 e P2. Apenas um único trabalho [22] traz informações
334 sobre os valores de fluxo da ACM em Medicina Veterinária, sendo os resultados semelhantes
335 aos encontrados para os fetos desta pesquisa. A literatura ainda é escassa quanto ao estudo perfil
336 hemodinâmico da ACM ao longo da gestação em cadelas. Tanto o IR quanto o IP diminuíram
337 substancialmente nos dois momentos estudados. Em fetos humanos a análise dos fluxos da
338 ACM tem sido realizada em pelo menos duas situações: estudo da anemia fetal e para o cálculo
339 da relação ACM/AU [5]. Para os fetos avaliados, os fluxos da ACM foram de alta resistência,
340 anterógrado e com fase diastólica contínua e que aumenta até o final da gestação, conforme
341 descrito por DeVore (2015) [17] e Dunn, Sherrell, Kumar (2017) [20] em gestações com curso
342 normal em humanos. A relação ACM/CU, conhecida como relação cerebroplacentária (RCP) é
343 obtida a partir da pela relação simples entre o IP da artéria cerebral média e o da artéria
344 umbilical. De fato, alterações da RCP, na medicina humana, mostrou-se como um fator
345 preditivo de complicações da gestação, caracterizando redistribuição da circulação fetal, como
346 resultado da adaptação compensatória de nutrientes e oxigênio, resultantes da insuficiência
347 placentária [15]. Este estudo demonstrou pela primeira vez o comportamento da RPC em fetos
348 caninos, propondo valores presumidamente normal desse índice para a espécie.

349 As velocidades VPS e VDF da artéria carótida interna aumentaram progressivamente,
350 ao tempo em que o IR, IP e a relação S/D diminuíram, entre P1 e P2. Naultrup (1998) [39] foi
351 o primeiro autor a descrever a hemodinâmica na artéria carótida comum e seu comportamento
352 no decorrer da gestação, contribuindo com uma nova informação sobre os parâmetros de fluxo
353 cerebral em fetos caninos. Este autor evidenciou o comportamento quase constante desse índice
354 ao longo da gestação e diferentemente de nossos achados, observaram um aumento do IP no
355 final da gestação de cadelas. Para ele, o fluxo diastólico foi muitas vezes indetectável em muitos
356 entre 6 a 7 semanas de gestação, diferente de nossos achados, onde a fase diastólica foi bem
357 evidenciada. Acreditamos que esta diferença ocorreu principalmente pela melhoria tecnológica
358 dos equipamentos de ultrassonografia utilizados atualmente, pelo tipo de filtro utilizado para a
359 análise do sinal do fluxo diastólico, ou ainda como resultado associados ao ângulo de insonação
360 Doppler. Além disso, nossas análises foram realizadas na artéria carótida interna, um ramo da
361 artéria carótida comum mais intimamente relacionado com a circulação cerebral.

362 A Doppler ultrassonografia dos vasos cerebrais tem sido utilizada em obstetrícia
363 humana para analisar quadros hipóxia perinatal e acidose [35,36]. Nesse contexto, a relação
364 entre o IP da Artéria carótica interna/PI da Artéria umbilical (ArtCarInt/AU) analisada neste
365 estudo mostrou valores próximos ($P1 = 0,91 \pm 0,05$; $P2 = 0,85 \pm 0,04$) aos obtidos para a relação
366 entre o IP da ACM/AU no terço final da gestação e com diferença significativa entre P1 e P2.
367 Cabe ressaltar que a artéria carótida interna é um vaso cuja a interrogação Doppler se dá de
368 forma menos dificultosa dependendo do operador que executa a avaliação. Wladimiroff et al.
369 (1987) [46] descreveram uma queda na relação ArtCarInt/AU ao longo da gestação normal em
370 fetos humanos. Estes autores relataram que em fetos com restrição de crescimento, ocorrem
371 valores elevados do índice de pulsatilidade na artéria umbilical associados a valores reduzidos
372 do índice de pulsatilidade na artéria carótida interna, sugerindo a presença de um efeito de
373 preservação cerebral (*brain-sparing effect*). Do mesmo modo que relatamos para a relação

374 ACM/CU, em nosso conhecimento, esta é a primeira vez que o índice de avaliação de
375 viabilidade fetal por meio da relação ArtCarInt/AU é reportado em Medicina Veterinária.

376

377

CONCLUSÃO

378 As velocidades de fluxo vascular da artéria uteroplacentária, artéria umbilical, cerebral
379 média e artéria carótida interna mostraram valores semelhantes aos previamente descritos na
380 literatura para cadelas em curso normal de gestação, respaldando os demais resultados obtidos
381 nesta pesquisa. A relação cerebroplacentária (RCP) e relação ArtCarInt/AU foram propostas
382 neste estudo pela primeira vez em obstetrícia Veterinária e demonstraram resultados
383 semelhantes aos encontrados na literatura humana. Acreditamos que estes dados podem ser
384 úteis na identificação da centralização fetal, tal qual ocorre na obstétrica humana, contribuindo
385 na caracterização da viabilidade fetal, fornecendo dados valiosos para a programação mais
386 efetiva do parto por cesariana, quando se fizer necessário, aumentando a sobrevivência dos recém-
387 nascidos.

388

389 *Fabricantes*

390 ¹M6®, Mindray do Brasil, São Paulo, SP, Brasil.

391

392 *Aprovação Ética*

393 Os protocolos utilizados neste trabalho foram aprovados pelo Comitê de Ética em
394 Experimentação Animal – CEEA/UFPI, sob o N°: 657/2021.

395

396 *Declaração de interesse.*

397 Os autores declaram não existir conflitos de interesse.

398

399 **REFERÊNCIAS**

- 400 **1. Aardema, M. W; Oosterhof, H; Timmer, A; Van Rooy, I; Aarnoudse, I.G. 2001.** Uterine
401 artery Doppler flow and uteroplacental vascular pathology in normal pregnancies and
402 pregnancies complicated by preeclampsia and small for gestational age fetuses. *Placenta*. 22(5):
403 405-411.
- 404 **2. Acharya, G; Erkinaro, T; Mäkikallio, K; Lappalainen, T; Rasanen, J. 2004.**
405 Relationships among Doppler-derived umbilical artery absolute velocities cardiac function, and
406 placental volume blood flow and resistance in fetal sheep. *American Journal of Physiology-
407 Heart and Circulatory Physiology*. 286(4): 1266–72.
- 408 **3. Acharya, G; Wilsgaard, T; Berntsen, G. K; Maltau, J. M; Kiserud, T. 2005** Reference
409 ranges for serial measurements of umbilical artery Doppler indices in the second half of
410 pregnancy. *American Journal of Obstetrics Gynecology*. 192(3): 937-944.
- 411 **4. Anand, S; Mehrotra, S; Singh, U; Solanki, V; Agarwal, S. 2020.** Study of Association of
412 Fetal Cerebroplacental Ratio with Adverse Perinatal Outcome in Uncomplicated Term AGA
413 Pregnancies. *Journal Obstetrics & Gynecology India*. 70(6): 485-489.
- 414 **5. Anne, M; Kennedy, M. B; Bch Paula, J; Woodward, M. D. A. 2019.** Radiologist’s Guide
415 to the Performance and Interpretation of Obstetric Doppler US. *RadioGraphics*. 39(3): 893-910
- 416 **6. Ayala, N. K; Lewkowitz, A. K; Rouse, D. W. J. 2020.** Delivery at 39 Weeks of Gestation:
417 The Time Has Come. *Obstetric Gynecology*. 135(4): 949-952.
- 418 **7. Beccaglia, M; Alonge, S; Trovo, C; Luvoni, G. C. 2016.** Determination of gestational time
419 and prediction of parturition in dogs and cats: an update. *Reproduction in Domestic Animals*.
420 51(1): 12-17.
- 421 **8. Blanco, P. G; Arias, D. O; Gobello, C. 2008.** Doppler ultrasound in canine pregnancy.
422 *Journal Ultrasound*. 27(12): 1745-1750.

- 423 **9. Blanco, P. G; Huk, M; Lapuente, C; Tórtora, M; Rodriguez, R; Arias, D. O; Gobello,**
424 **C. 2020.** Uterine and umbilical resistance index and fetal heart rate in pregnant bitches of
425 different body weight. *Animal Reproduction Science*. 12(1): 1-20
- 426 **10. Blanco, P. G; Rodriguez, R; Rube, A; Arias, D. O; Tórtora, M; Díaz, J. D; Gobello, C.**
427 **2011.** Doppler ultrasonographic assessment of maternal and fetal blood flow in abnormal canine
428 pregnancy. *Animal Reproduction Science*. 126(1-2): 130–135.
- 429 **11. Bhide, A; Acharya, G; Bilardo, C. M; et al.** Clinical Standards Committee. ISUOG
430 practice guidelines: use of Doppler ultrasonography in obstetrics. *Ultrasound Obstetric*
431 *Gynecology*. 41(2): 233–239.
- 432 **12. Bonnevier, A; Maršál, K; Brodzski, J; Thuring, A; Källén, K. 2021.** Cerebroplacental
433 ratio as predictor of adverse perinatal outcome in the third trimester. *Acta Obstetrica et*
434 *Gynecologica Scandinavica*. 100(3):497-503.
- 435 **13. Castro, V. M. 2011.** Acompanhamento da gestação em cadelas pelo exame
436 ultrassonográfico. Revisão de Literatura. *Revista Veterinária e Zootecnia*.18(1): 9-18.
- 437 **14. Dall'asta, A; Ghi, T; Rizzo, G; Cancemi, A; Aloisio, F; Arduini, D; Pedrazzi, G;**
438 **Figueras, F; Frusca, T. 2019.** Cerebroplacental ratio assessment in early labor in
439 uncomplicated term pregnancy and prediction of adverse perinatal outcome: prospective
440 multicenter study. *Ultrasound Obstetrics & Gynecology*. 53(4): 481-487.
- 441 **15. Damhuis. S. E; Ganzevoort, W; Duijnhoven , R. G; Groen, H; Kumar, S; Heazell, A.**
442 **E. P; Khalil, A; Gordijn, S. J. 2021.** The Cerebro Placental RAtio as indicator for delivery
443 following perception of reduced fetal movements, protocol for an international cluster
444 randomised clinical trial; the CEPRA study. *BMC Pregnancy Childbirth*. 21(1): 285.
- 445 **16. Deutinger, J; Rudeistorfer, R; Bernaschek, G. 1988.** Vaginosonographic velocimetry of
446 both main uterine arteries by visual vessel recognition and pulsed Doppler method during
447 pregnancy. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. 159(5): 1072-1076

- 448 **17. De VORE, G. R. 2015.** The importance of the cerebroplacental ratio in the evaluation of
449 fetal well-being in SGA and AGA fetuses. *American Journal Obstetrics & Gynecology*. 213(1):
450 5-15.
- 451 **18. Di Salvo, P; Bocci, F; Zelli, R, Polisca, A. 2006.** Doppler evaluation of maternal and fetal
452 vessels during normal gestation in the bitch. *Research in Veterinary Science*. 81(3): 382-388.
- 453 **19. Draper, E. S; Kurinczuk, J. J; Kenyon, S. 2015.** MBRRACE-UK Perinatal Confidential
454 Enquiry: term, singleton, normally formed, antepartum stillbirth. *Leicester: University of*
455 *Leicester Department of Health Sciences Infant Mortality and Morbidity Studies*. 1-123.
- 456 **20. Dunn, L; Sherrell, H; Kumar, S. 2017.** Review: systematic review of the utility of the
457 fetal cerebroplacental ratio measured at term for the prediction of adverse perinatal outcome.
458 *Placenta*. 54(1): 68-75.
- 459 **21. Feliciano, M. A. R; Garcia, P. H. S; Vicente, W. R. R. Introdução à ultrassonografia.**
460 **2015.** In: Feliciano, M. A. R; Canola, J. C; Vicente, W. R. R. Diagnóstico por Imagem em cães
461 e gatos. São Paulo. *Editora Medvet*. Cap 3.
- 462 **22. Feliciano, M. A; Nepomuceno, A. C; Crivalero, R. M; Oliveira, M. E; Coutinho, L. N;**
463 **Vicente, W. R. 2013.** Foetal echoencephalography and Doppler ultrasonography of the middle
464 cerebral artery in canine foetuses. *Journal Small Animale Practice*. 54(3): 149-52.
- 465 **23. Figueras, F; Caradeux, J; Crispi, F; Eixarch, E; Peguero, A; Gratacos, E. 2018.**
466 Diagnosis and surveillance of late-onset fetal growth restriction. *American Journal Obstetrics*
467 *& Gynecology*. 218(2): 790–S802.
- 468 **24. Forouzan, I; Cohen, A.W; Arger, P. 1991.** Measurement of systolic– diastolic ratio in the
469 umbilical artery by continuous-wave and pulsedwave Doppler ultrasound: comparison at
470 different sites. *Obstetrics and Gynecology*. 7(2): 209–212.

- 471 **25. Franzin, C. M. M. O; Silva, J. L. P; Marussi, E. F; Parmigiani, S. V. 2001.** Centralização
472 do Fluxo Sanguíneo Fetal Diagnosticado pela Dopplervelocimetria em Cores: Resultados
473 Perinatais. *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstétrica*. 23(10): 659-665.
- 474 **26. Giannico, A. T; Gil, E. M. U; Garcia, D. A. A; Froes, T. R. 2015.** The use of Doppler
475 evaluation of the canine umbilical artery in prediction of delivery time and fetal distress. *Animal*
476 *Reproduction Science*. 8(154): 105–112.
- 477 **27. Gil, E. M; Garcia, D.A; Froes, T. R. 2014.** Canine fetal heart rate: do accelerations or
478 decelerations predict the parturition day in bitches? *Theriogenology*. 82(7): 933-41.
- 479 **28. Gil, E. M; Garcia, D.A; Froes, T. R. 2015.** In utero development of the fetal intestine:
480 Sonographic evaluation and correlation with gestational age and fetal maturity in dogs.
481 *Theriogenology*. 84(5): 681-6.
- 482 **29. Gil, E. M. U; Garcia, D. A. A; Giannico, A. T; Froes, T. R. 2018.** Early results on canine
483 fetal kidney development: Ultrasonographic evaluation and value in prediction of delivery time.
484 *Theriogenology*. 107: 180-187.
- 485 **30. Gułmezoglu, A. M; Crowther, C. A; Middleton, P; Heatley, E. 2012.** Induction of
486 labour for improving birth outcomes for women at or beyond term. *Cochrane Database System*
487 *Reviews*. 5(5): 1-3.
- 488 **31. Grüttner, B; Ratiu, J; Ratiu, D; Gottschalk, I; Morgenstern, B; Abel, J. S; Eichler, C;**
489 **Pahmeyer, C; Ludwig, S; Mallmann, P; Thangarajah, F. 2019.** Correlation of
490 Cerebroplacental Ratio (CPR) With Adverse Perinatal Outcome in Singleton Pregnancies. *In*
491 *Vivo*. 33(5): 1703-1706.
- 492 **32. Kingdom, J. C; Audette, M. C; Hobson, S. R; Windrim, R. C; Morgen, E. 2018.** A
493 placenta clinic approach to the diagnosis and management of fetal growth restriction. *American*
494 *Journal Obstetrics & Gynecology*. 218(2): 803–S817.

- 495 **33. Künzel, W; Jovanovic, V; Grüssner, S. 1991.** Blood flow in the umbilical vein and artery
496 in pregnancy. *Geburtshilfe Frauenheilkd.* 51(7): 513-22.
- 497 **34. Macêdo, A. E. G. S; Neto, C. N; Sousa, A. S. R. 2011.** Conduta obstétrica na centralização
498 da circulação fetal: Obstetric management in fetal brain sparing effect. *Femina.* 39(5): 251-257.
- 499 **35. Morales-Rosello, J; Khalil, A. 2015.** Fetal cerebral redistribution: a marker of compromise
500 regardless of fetal size. *Ultrasound Obstetric Gynecology Off Journal Intitute Society*
501 *Ultrasound Obstetrics & Gynecology.* 46(4): 385–388.
- 502 **36. Morales-Rosello, J; Khalil, A; Morlando, M, Bhide, A; Papageorghiou, A;**
503 **Thilaganathan, B. 2015.** Poor neonatal acid–base status in term fetuses with low
504 cerebroplacental ratio. *Ultrasound Obstetrics & Gynecology Off Journal International Society*
505 *of Ultrasound in Obstetrics & Gynecology.* 45(2): 156–161.
- 506 **37. Moron, A.F; Milani, H.J.F; Barreto, E.Q.S; Araujo Júnior, E; Haratz, K.K, Rolo L.C;**
507 **Nardoza, L.M.M. 2010.** Análise da reprodutibilidade do Doppler de amplitude tridimensional
508 na avaliação da circulação do cérebro fetal. *Radiologia Brasileira. Colégio Brasileiro de*
509 *Radiologia e Diagnóstico por Imagem.* 43(6): 369–374.
- 510 **38. Muglu, J; Rather, H; Arroyo-Manzano, D; Bhattacharya, S; Balchin, I; Khalil, A;**
511 **Thilaganatha, B; Khan, K. S; Zamora, J; Thangaratinam, S. 2019.** Risks of stillbirth and
512 neonatal death with advancing gestation at term: a systematic review and metaanalysis of cohort
513 studies of 15 million pregnancies. *PLoS Medicine.* 1-16
- 514 **39. Nautrup, C. P. 1998.** Doppler ultrasonography of canine maternal and fetal arteries during
515 normal gestation. *Journal Reproduction Fertility.* 112(2): 301-314.
- 516 **40. Nautrup, C.P. 1996.** Duplexsonographie. In Atlas und Lehrbuch der Ultra-schalldiagnostik
517 bei Hund und Katze. Edition Nautrup, C. P. and Tobias, R. *Schluetersche,* 4: 314-322.
- 518 **41. Nicolaides, K. H; Rizzo, G; Hecher, K. 2000.** Placental and Fetal Doppler. *The Parthenon*
519 *Publishing Group Inc; New York.* 1: 35-66.

520 **42. Silva, L. D. M; Barbosa, C. C; Pereira, B. S. 2011. O uso da ultrassonografia Doppler**
521 **na reprodução de cadelas e gatas.** *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, Belo Horizonte,
522 35(2): 198-201.

523 **43. Simões, C. R. B; Santos, R. V; Silva, C. L; Prestes, N. C; Vulcano, L. C; Machado, V.**
524 **M. V. 2011.** Ultrassonografia Doppler na avaliação da gestação em cadelas. *Revista Medicina*
525 *Veterinária*. Simpósio Internacional de Diagnóstico por Imagem. Recife- PE 1: 142-144.

526 **44. Vieira, C. A; Bittencourt, R. F; Biscarde, C. E. A; Fernandes, M. P; Nascimento, A.**
527 **B; Romão, E. A; Carneiro, I. M. B; Silva, M. A. A; Barreto, R. O; Loiola, M. V. G. 2020.**
528 Estimated date of delivery in Chihuahua breed bitches, based on embryo-fetal biometry,
529 assessed by ultrasonography. *Animal Reproduction*.17(3): 1-9.

530 **45. Wahed, S. R. A; Mustafa, F. A. 2013.** Patterns of spectral analysis of fetal middle cerebral
531 artery associated with intrauterine growth retardation. *Asian Academy of Management Journal*.
532 11(3): 252-260.

533 **46. Wladimiroff, J. W; Wijngaard, J. A; Degani, S; Noordam, M. J; Eyck, J; Tonge, H.**
534 **M. 1987.** Cerebral and umbilical arterial blood flow velocity waveforms in normal and growth-
535 retarded pregnancies. *Obstetrics & Gynecology*. 69(5):705-9.

536

537 **Legendas**

538 **Figuras**

539 Figuras 1. A. diâmetro biparietal. B. mensuração dos valores de VDS, VDF, IR e IP da artéria
540 uteroplacentária. C. mensuração dos valores dopplervelocimétricos da artéria cerebral média.

541 D. mensuração dos valores dopplervelocimétricos da artéria umbilical

542 **Tabelas**

543 Tabela 1. Valores dopplervelocimétricos da artéria umbilical nas fases 40-50 dias e 51-60
544 dias de idade gestacional.

545 Tabela 2. Valores dopplervelocimétricos da artéria uteroplacentária nas fases 40-50 dias e
546 51-60 dias de idade gestacional

547

548 Tabela 3. Valores dopplervelocimétricos da artéria cerebral média nas fases 40-50 dias e 51-
549 60 dias de idade gestacional

550

551 Tabela 4. Valores dopplervelocimétricos da artéria carótida comum nas fases 40-50 dias e
552 51-60 dias de idade gestacional

553

554 Tabela 5. Relação índice de pulsatilidade da artéria cerebral média e artéria umbilical (IP
555 $ACM/AU = RCP$)

556

557 Tabela 6. Relação IP artéria carótida comum/AU

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ultrassonografia bidimensional com Doppler é de suma importância para a avaliação da circulação materno-fetal, contudo, as pesquisas envolvendo a ultrassonografia gestacional, apesar de cada vez mais explorada, na medicina veterinária ainda é escasso o acervo, sendo insuficiente para obter parâmetros que possam ter como referências na avaliação gestacional de rotina. Com o estudo executado pelo grupo de pesquisa NUDIVE-UFPI, foi possível obter valores dopplervelocimétricos que podemos considerar capazes de prever valores hemodinamicamente normais, visto que correspondem às alterações, supostamente fisiológicas, encontradas em outros trabalhos. Este trabalho ganha mais importância ainda pelo fato de que além de estabelecer os valores hemodinâmicos presumidamente normais da artéria umbilical e artéria uteroplacentária, que nos dispõe da avaliação da função placentária, é possível explorar um viés ainda novo na medicina veterinária, como os fluxos da artéria cerebral média e artéria carótida comum dos fetos, capaz de avaliar indiretamente a avaliação fetal, e correlacionar todos os fluxos dos vasos em estudos, para que se possa avaliar a viabilidade fetal de maneira completa e mais objetiva. Sendo assim, este trabalho é capaz de ser uma referência dos parâmetros de normalidade para a avaliação na rotina clínica de atendimento e realização da ultrassonografia gestacional de cadelas, para que possamos determinar se os fetos possuem viabilidade fetal, livres de sofrimento fetal, avaliando de maneira indireta também a circulação cerebral fetal.

5. REFERÊNCIAS

ALKAZALEH, F.; REISTER, F.; KINGDOM, J. C. P. **Avaliação Doppler na Gravidez**. In: RUMACK, C. M.; WILSON, S. R.; CHARBONEAU, J. W. Tratado de Ultra-sonografia Diagnóstica. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006. cap. 47, 120-130 p.

ALMEIDA, V. T.; USCATEGUI, R. A. R.; SILVA, P. D. A.; AVANTE, M. L.; SIMÕES, A. P. R.; VICENTE, W. R. R. Hemodynamic gestational adaptation in bitches. **Ciência Rural**, v. 47, n. 7, p. 1-6, 2017.

BARBOSA, C. C.; SILVA, L. D. M. Ultrassonografia Doppler para avaliação reprodutiva de fêmeas. **Revista Brasileira Animal**, v. 36, n. 4, p. 220-224, 2012.

BLANCO, P. G.; HUK, M.; LAPUENTE, C.; TÓRTORA, M.; RODRIGUEZ, R.; ARIAS, D. O.; GOBELLO, C. Uterine and umbilical resistance index and fetal heart rate in pregnant bitches of different body weight. **Animal Reproduction Science**, v. 212, n. 1, p. 1-20, 2020.

BLANCO, P. G.; RODRIGUEZ, R.; RUBE, A.; ARIAS, D. O.; TÓRTORA, M.; DÍAZ, J. D.; GOBELLO, C. Doppler ultrasonographic assessment of maternal and fetal blood flow in abnormal canine pregnancy. **Animal Reproduction Science**, v. 126, n. 1, p. 130-135, 2011.

BLANCO, P. G.; RODRIGUEZ, R.; OLGUÍN, S.; RUBE, A.; ARIAS, D. O.; TÓRTORA, M.; GOBELLO, C. Doppler ultrasonographic assessment of maternal and fetal arteries during normal feline gestation. **Animal Reproduction Science**, v. 146, n. 1, p. 63-69, 2014.

CARVALHO, C. F. Bases Físicas da Formação da Imagem Ultrassonográfica. In: CARVALHO, C. F. **Ultrassonografia em pequenos animais**. 2. ed. São Paulo. Roca, 2014. cap. 1, 1-9 p.

CASTRO, V. M. Acompanhamento da gestação em cadelas pelo exame ultrassonográfico. Revisão de Literatura. **Revista Veterinária e Zootecnia**, v. 18, n. 1, p. 9-18, 2011.

DI SALVO, P.; BOCCI, F.; ZELLI, R.; POLISCA, A. Doppler evaluation of maternal and fetal vessels during normal gestation in the bitch. **Research in Veterinary Science**, v. 81, n. 3, p. 382-388, 2006.

FELICIANO, M. A. R.; GARCIA, P. H. S.; VICENTE, W. R. R. **Introdução à ultrassonografia**. In: FELICIANO, M. A. R.; CANOLA, J. C.; VICENTE, W. R. R. Diagnóstico por Imagem em cães e gatos. 1. ed. São Paulo: Ed. MedVet, 2015. cap. 03, 140-150 p.

FELICIANO, M. A. R.; GARCIA, P. H. S. **Sistema Reprodutor Feminino**. In: FELICIANO, M. A. R.; CANOLA, J. C.; VICENTE, W. R. R. Diagnóstico por Imagem em cães e gatos. 1. ed. São Paulo. Ed. Medvet, 2015. cap. 10, 220-230 p.

FELICIANO, M. A. R.; NEPOMUCENO, A. C.; CRIVALERO, R. M.; OLIVEIRA, M. E. F.; COUTINHO, L. N. Foetal echoencephalography and Doppler ultrasonography of the middle cerebral artery in canine foetuses. **Journal of Small Animal Practice**, v. 54, n. 3, p. 149-152. 2013.

FRANZIN, C. M. M. O.; SILVA, J. L. P.; MARUSSI, E. F.; PARMIGIANI, S. V. Centralização do Fluxo Sanguíneo Fetal Diagnosticado pela Dopplervelocimetria em Cores: Resultados Perinatais. **Revista Brasileira de Ginecologia e Obstétrica**, v. 23, n. 10, p. 659-665, 2001.

GIANNICO, A. T.; GIL, E. M. U.; GARCIA, D. A. A.; FROES, T. R. The use of Doppler evaluation of the canine umbilical artery in prediction of delivery time and fetal distress. **Animal Reproduction Science**, v. 154, n. 1, p. 105-112, 2015.

HECHT, S. **Trato Reprodutivo Feminino**. In: PENNINCK, D; D'ANJOU, M. Atlas de Ultrassonografia de pequenos animais. 1. ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2011. cap. 13, p. 395-414.

JARRETA, G. B. **Aparelho Reprodutor Feminino**. In: CARVALHO, C. F. Ultrassonografia em pequenos animais. 2. ed. São Paulo: Roca, 2014. cap. 14, p. 227-279.

JOHNSON, J. M. **Revisão sobre Ultra-sonografia Obstétrica**. In: RUMACK, C. M; WILSON, S. R; CHARBONEAU, J. W. Tratado de Ultra-sonografia Diagnóstica. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006. cap. 30, 130-140 p.

KEALY, J. K.; McALLISTER, H.; GRAHAM, J. P. **Radiografia e Ultrassonografia do cão e do gato**. 5 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012, 215-230 p.

MACÊDO, A. E. G. S.; NETO, C. N.; SOUSA, A. S. R. Conduta obstétrica na centralização da circulação fetal: Obstetric management in fetal brain sparing effect. **Femina**, v. 39, n. 5, p. 251-257, 2011.

MORON, A. F.; MILANI, H. J. F.; BARRETO, E. Q. S.; ARAUJO JÚNIOR, E; HARATZ, K. K.; ROLO L. C.; NARDOZZA, L. M. M. Análise da reprodutibilidade do Doppler de amplitude tridimensional na avaliação da circulação do cérebro fetal. Radiologia Brasileira. **Colégio Brasileiro de Radiologia e Diagnóstico por Imagem**, v. 43, n. 6, p. 369-374, 2010.

SANDES, V. N. F. G. **Uso da Ultrassonografia Doppler na avaliação do Índice de Resistividade da artéria umbilical em cadelas das raças braquicefálicas e não braquicefálicas**. (Trabalho de conclusão de curso) Graduação. Centro Universitário CESMAC, Marechal Deodoro-AL, 2018.

SANTOS, V. J. C.; FELICIANO, M. A. R.; MELO, D. G.; LEITE, C. A. L.; NEVES, C. C; VICENTE, W. R. R. Ultrassonografia Gestacional em cadelas: Revisão de Literatura. **Nucleus Animalium**, v. 4, n. 2, p. 51-60, 2012.

SILVA, L. D. M.; BARBOSA, C. C.; PEREIRA, B. S. O uso da ultrassonografia Doppler na reprodução de cadelas e gatas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 35, n. 2, p. 198-201, 2011.

SILVA, L. D. M.; SOUZA, M. B.; BARBOSA, C. C.; PEREIRA, B. S.; MONTEIRO, C. L.; FREITAS, L. A. Ultrassonografia bidimensional e Doppler para avaliação do trato reprodutor de pequenos animais. **VI Congresso Norte Nordeste de Reprodução Animal**, v. 22, n. 1, p. 339-353, 2012.

SIMÕES, A. P. R. **Ultrassonografia modo B e elastografia pulmonar e hepática fetal como método preditivo para a maturidade dos conceptos em fase final de gestação de cadelas.** (Dissertação) Mestrado. Universidade Estadual Paulista – UNESP. Jaboticabal-SP, 2016.

SIMÕES, C. R. B.; SANTOS, R. V.; SILVA, C. L.; PRESTES, N. C.; VULCANO, L. C.; MACHADO, V. M. V. Ultrassonografia Doppler na avaliação da gestação em cadelas. **Revista Medicina Veterinária**, v. 5, p. 142-144, 2011.

TRIVILIN, L. O.; CARDOSO, L. D.; SILVA, M. A.; MENDONÇA, P. P. **Tópicos Especiais em Ciência Animal VII.** In: FEITOSA, C. S. A; CERQUEIRA, H. D. B; APTEKMANN, K. P; TRIVILIN, L. O. *Obstetrícia veterinária para clínicos de pequenos animais.* 1. ed. Alegre – ES: Guanabara Koogan, 2018, 83-98 p.

WAHED, S. R. A.; MUSTAFA, F. A. Patterns of spectral analysis of fetal middle cerebral artery associated with intrauterine growth retardation. **Asian Academy of Management Journal**, v. 11, n. 3, p. 252-260, 2013.

6. ANEXOS



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS**



Campus Universitário Ministro Petrônio Portela, Bairro Ininga, Teresina, Piauí, Brasil; CEP: 64049-550
Telefone (86) 3215-5734 _e-mail: ceepi@ufpi.edu.br

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "**Avaliação dopplervelocimétrica das artérias umbilical, carótida interna e cerebral média de fetos caninos durante o terço final de gestação**", registrada nº **657/2020**, sob a responsabilidade do **Prof. Dr. FLÁVIO RIBEIRO ALVES** do **Departamento de Morfofisiologia Veterinária/CCA/UFPI** que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de Pesquisa Científica, encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi **Aprovado** pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFPI) da Universidade Federal do Piauí, em Reunião na presente data **02/10/2020**.

Finalidade	() Ensino (X) Pesquisa Científica
Vigência da Autorização	01/01/2021 a 01/07/2022
Espécie/Linhagem/raça	Cão/ Puro
Nº de Animais	60
Peso/ Idade	6 a 45 kg/ 2,5 a 7,5 kg
Sexo	Fêmeas
Origem	Animais atendidos na rotina do Serviço de Diagnóstico por Imagem do Núcleo de Diagnósticos por Imagem Veterinário Especializado (NUDIVE/UFPI) do Hospital Veterinário Universitário (HVU/UFPI).
Local de alojamento dos animais durante o experimento	Não se aplica
Grau de Invasividade	1

Teresina, 21 de Outubro de 2020.


 Prof.^a Ivete L. de Mendonça
 Comitê de Ética em Experimentação Animal-UFPI
 Coordenadora



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS
APLICADAS A ANIMAIS DE INTERESSE REGIONAL- PPGTAIR



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA USO DE ANIMAIS EM PESQUISA

Convidamos o (a) Sr (a) _____ para participar da Pesquisa intitulada "**Avaliação dos valores hemodinâmicos presumidamente normais da artéria umbilical, artéria carótida interna e artéria cerebral média fetal no terço final gestacional em cadelas**", sob a responsabilidade do pesquisador Prof. Dr. Flávio Ribeiro Alves, a qual pretende avaliar os índices vasculares dos vasos fetais para correlacionar com a data provável do parto, sofrimento fetal e oxigenação cerebral fetal. Consentindo a participação do seu animal _____ é voluntária e se dará por meio da realização do exame ultrassonográfico gestacional no período do terço final gestacional.

Os riscos decorrentes da participação do seu animal na pesquisa são inexistentes, pois se trata da realização do exame ultrassonográfico abdominal gestacional, que se refere à um método de diagnóstico não invasivo. Se você aceitar participar, os resultados decorrentes do estudo com seu animal estará contribuindo para a montagem de um banco de dados com os parâmetros dos índices vasculares fetais, que podem avaliar a vascularização fetal no terço final da gestação de cadelas, identificando de maneira precoce alterações que possam interferir na data do parto, sofrimento fetal e oxigenação cerebral fetal, colocando a viabilidade fetal em risco e culminando em partos distórcicos.

Se depois de consentir em sua participação o (a) Sr (a) desistir de continuar participando, tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem prejuízo a sua pessoa.

Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas sua identidade e de seu animal não serão divulgadas, sendo guardada em sigilo. Para qualquer outra informação, o (a) Sr (a) poderá entrar em contato com o pesquisador no endereço: Núcleo de Diagnóstico por Imagem Veterinária Especializada (NUDIVE), do Hospital Veterinário Universitário (HVU), na Universidade Federal do Piauí (UFPI), e pelo telefone (086) 99810-9116.

Consentimento Pós-Informação

Eu, _____, fui informado sobre o projeto "**Avaliação dos valores hemodinâmicos presumidamente normais da artéria umbilical, artéria carótida interna e artéria cerebral média fetal no terço final gestacional em cadelas**" que o pesquisador quer fazer e porque precisa da minha colaboração, e entendi a explicação. Por isso, eu concordo em participar do projeto.

Este documento foi emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pelo pesquisador, ficando uma via com cada um de nós.

Data: ___/___/___

Assinatura do Proprietário do Animal.

Assinatura do Pesquisador Responsável.