

**UNIVERSIDADE SANTO AMARO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM MEDICINA E BEM-ESTAR ANIMAL**

Nathalie Fontana Nagase Loureiro

**PERFIL HEMODINÂMICO E ULTRASSONOGRÁFICO DO ÚTERO
FELINO DURANTE AS DIFERENTES FASES DO PERÍODO
GESTACIONAL**

São Paulo

2018

Nathalie Fontana Nagase Loureiro

**PERFIL HEMODINÂMICO E ULTRASSONOGRÁFICO DO ÚTERO
FELINO DURANTE AS DIFERENTES FASES DO PERÍODO
GESTACIONAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* da Universidade Santo Amaro – UNISA, como requisito para obtenção do título de Mestre em Medicina e Bem-estar Animal. Orientador: Prof. Dr. André Maciel Crespilho.

**São Paulo
2018**

L93p Loureiro, Nathalie Fontana Nagase
Perfil hemodinâmico e ultrassonográfico do útero felino durante as diferentes fases do período gestacional / Nathalie Fontana Nagase Loureiro. – São Paulo, 2018.

104 f. il.

Dissertação (Mestrado em Medicina e Bem-estar Animal) – Universidade Santo Amaro, 2018.

Orientador(a): Prof. Dr. André Maciel Crespilho

1. Doppler. 2. Gatas. 3. Gestação. 4. Materno-fetal. 5. Ultrassom. I. Crespilho, André Maciel, orient. II. Universidade Santo Amaro. III. Título.

Nathalie Fontana Nagase Loureiro

**PERFIL HEMODINÂMICO E ULTRASSONOGRÁFICO DO ÚTERO
FELINO DURANTE AS DIFERENTES FASES DO PERÍODO
GESTACIONAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* da Universidade Santo Amaro – UNISA, como requisito para obtenção do título de Mestre em Medicina e Bem-estar Animal. Orientador: Prof. Dr. André Maciel Crespilho.

São Paulo 17 de Agosto de 2018.

Banca Examinadora

Prof. Dr. André Maciel Crespilho

Prof. Dr. Kleber da Cunha Peixoto Júnior

Prof. Dr. Milton Kolber

Conceito final: _____

Ao meu marido Thiago que sempre esteve ao meu lado, sem seu apoio, paciência e dedicação não teria conseguido concluir mais uma etapa na minha vida profissional .

Aos meus filhos Daniel e Guilherme, sem esse amor não teria forças para concluir esse trabalho.

Aos meus pais, que não mediram esforços para que eu chegasse nessa etapa da minha vida e ensinaram a nunca desistir de meus sonhos .

Aos meus irmãos, que compartilharam de todos os momentos da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por sempre me guiar e me proteger em todas as etapas da minha vida.

Agradeço ao meu marido, por me apoiar e estar sempre ao meu lado, me ajudando, principalmente no cuidado de nossos filhos. Obrigada por todo amor e carinho.

Agradeço aos meus pais por tudo que me ensinaram e ensinam até hoje e por todo esforço em me educar, por muitas vezes, deixando seus sonhos de lado para realizar os meus.

Agradeço aos meus irmãos por sempre estarem ao meu lado, me apoiando em todos os momentos da minha vida.

Agradeço ao Professor Doutor André Crespilho, pela orientação e paciência durante a execução desse trabalho, por acreditar em mim, por dedicar seu tempo me ajudando e guiando durante a execução da pesquisa.

Agradeço ao Professor Doutor Nilton Abreu Zanco e ao Gatil Zanco, por ceder os animais gentilmente para a elaboração da pesquisa.

Agradeço a Professora Doutora Carolina Ghirelli, por ter doado o seu tempo e me ajudado durante a execução deste trabalho.

Agradeço ao Professor Doutor Milton Kolber, por todos os ensinamentos durante esses anos, por compartilhar o seu tempo durante a pesquisa e no encerramento de mais uma etapa da minha vida.

Agradeço ao Professor Doutor Kleber da Cunha Peixoto Junior, por dedicar parte do seu tempo na elaboração e encerramento da pesquisa.

Agradeço aos funcionários do HOVET-Methodista por disponibilizar seu tempo e me ajudar no desenvolvimento desse projeto, em especial ao Marcos, Catarina, Branca, Junior e Silvana.

Agradeço a todos os professores da UNISA por compartilharem seus conhecimentos durante o programa do mestrado.

Agradeço aos meus amigos que estiveram sempre ao meu lado, tanto nos momentos de impaciência e angústia, quanto nos momentos de alegria.

Agradeço aos meus parceiros nessa jornada, Raphael e Sheila, por dividir todos os momentos e sentimentos durante essa jornada.

Agradeço também a todos que por ventura não estejam nessa lista e compartilharam do seu tempo e amizade, graças a essas parcerias conseguimos realizar este trabalho.

MUITO OBRIGADA.

RESUMO

PERFIL HEMODINÂMICO E ULTRASSONOGRÁFICO DO ÚTERO FELINO DURANTE AS DIFERENTES FASES DO PERÍODO GESTACIONAL

O objetivo deste trabalho foi avaliar o perfil hemodinâmico através do uso do exame ultrassonográfico Triplex Doppler da circulação materno-fetal de fêmeas felinas durante as diferentes fases do período gestacional, sua associação com as mudanças no fluxo sanguíneo durante a gestação e relação com o número de filhotes. Para o estudo foram identificadas ultrassonograficamente as artérias uterinas e ovarianas maternas, artérias uteroplacentárias e umbilicais, além da aorta abdominal fetal, utilizando gatas das raças Maine Coon (n=1), Bengal (n=6) e Exótica (n=2). Os exames ultrassonográficos foram realizados semanalmente a partir da data da última cópula até a semana do parto de cada gata. Nos exames ultrassonográficos realizados foram utilizadas as ferramentas Doppler colorido e pulsado, que permitiram a identificação dos vasos sanguíneos e a obtenção dos índices de resistividade (IR), pulsatilidade (IP), velocidade do pico sistólico (VPS) e velocidade diastólica final (VDF) da circulação materno-fetal. Durante a gestação foi observado aumento dos valores da VPS e VDF das artérias do corpo e cornos uterinos esquerdo e direito, entretanto as artérias ovarianas não apresentaram diferença estatística para VPS e VDF. Em relação aos valores de IR e IP, os vasos uterinos apresentaram queda durante as semanas de gestação, no entanto não houve diferença estatística em relação às artérias ovarianas. Os vasos fetais (aorta e artérias utero placentarias) apresentaram valores da VPS constantes durante as semanas avaliadas, já a artéria do cordão umbilical esquerdo e direito demonstraram aumento dos valores médios. Os valores da VDF não apresentaram diferença estatística para as artérias placentárias. A aorta e artérias do cordão umbilical demonstraram aumento da VDF em ambos os lados durante as semanas de gestação. Os valores do IR e IP das artérias placentárias não apresentaram diferença estatística durante a gestação, enquanto os valores da aorta esquerda e direita demonstraram queda dos valores médios para esses parâmetros. Os valores do IR e IP da região do cordão umbilical esquerdo e direito apresentaram queda durante as semanas avaliadas.

Palavras-chave: Doppler. Gatas. Gestação. Materno-fetal. Ultrassom.

ABSTRACT

HEMODYNAMIC AND ULTRASONOGRAPHIC PROFILE OF THE FELINE UTERUS DURING THE DIFFERENT STAGES OF THE GESTATIONAL PERIOD

The objective of this study was to evaluate the hemodynamic profile through the use of the Triplex Doppler ultrasound examination of the maternal-fetal circulation of feline females during the different phases of the gestational period, its association with changes in blood flow during pregnancy and relation with the number of pups. Uterine and ovarian arteries, uteroplacental and umbilical arteries, as well as the fetal abdominal aorta were identified ultrasonographically, using queen from the Maine Coon (n = 1), Bengal (n = 6) and Exotic (n = 2) breed. Ultrasound examinations were performed weekly from the date of the last intercourse to the calving week of each queen. Ultrasonographic examinations were performed using colored and pulsed Doppler instruments, which allowed the identification of blood vessels and obtained indexes of resistivity (RI), pulsatility (PI), systolic peak velocity (SPV) and final diastolic velocity (FDV) of maternal-fetal circulation. During gestation, SPV and FDV values were elevated in the left and right uterine arteries of the body and corners, however, there was no statistical difference in relation to the ovarian arteries. Regarding the IR and PI values, the uterine vessels showed a decrease during the weeks of gestation, whereas there was no statistical difference in relation to the ovarian arteries. The fetal vessels (aorta and placental uterine arteries) presented constant values of PSV during the evaluated weeks, while the left and right umbilical arteries showed an increase in mean values. The FDV values did not present statistical difference for the placental arteries. The aorta and umbilical arteries showed increased FDV on both sides during the weeks of gestation. The IR and PI values of the placental arteries presented no statistical difference during gestation, while the values of the left and right aorta demonstrated a decrease in mean values for these parameters. The values of IR and PI of the left and right umbilical cord showed a decrease during the evaluated weeks.

Keywords: Doppler. Queen. Gestation. Maternal-fetal., Ultrasound.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação esquemática demonstrando anatomia topográfica da região do corpo uterino no corte longitudinal	23
Figura 2 - Representação esquemática demonstrando anatomia topográfica do sistema genital da fêmea sob o ponto de vista dorsal	23
Figura 3 - Artéria uterina e ovárica	24
Figura 4 - Segmentos direito e esquerdo da artéria uterina	25
Figura 5 - Embriões da espécie felina apresentando, respectivamente, 16,17,18 e 20 dias de gestação	31
Figura 6 - Embriões da espécie felina apresentando, respectivamente, 20 e 22 dias e fetos nos dias 25 e 30 do período gestacional	31
Figura 7 - Imagem ultrassonográfica em modo B com transdutor linear (7,5 – 12 MHz) demonstrando ovário de gata da raça Persa de aspecto homogêneo e hipoeocogênico	33
Figura 8 - Imagem ultrassonográfica em modo B obtido a partir de transdutor linear (7,5 – 12 MHz) do corno uterino de gata da raça Bengal com 7 dias após cópula natural apresentando hiperplasia fisiológica em função da gestação	35
Figura 9 - Identificação ultrassonográfica em modo B utilizando transdutor linear (7,5 – 12 MHz) de pequena estrutura anecogênica com contornos ecogênicos no interior do útero de fêmea da espécie felina, raça Bengal, com 9 dias após última cópula natural	36
Figura 10 - Exame ultrassonográfico modo B de gata da raça Bengal com gestação de 14 dias após última cópula natural realizado a partir de transdutor linear (7,5 – 12 MHz). Presença de uma vesícula gestacional representada por estrutura circular hiperecogênica em relação à parede uterina e centro anecogênico	36
Figura 11 - Imagem ultrassonográfica em modo B com transdutor linear (7,5 – 12 MHz) de vesícula gestacional com embrião de uma fêmea da espécie felina de raça Bengal com 21 dias de gestação após última cópula natural	37
Figura 12 - Imagem ultrassonográfica em modo B obtida a partir de transdutor linear (7,5 – 12 MHz) de embrião implantado em fêmea da espécie felina da raça Bengal com 21 dias de gestação após última cópula natural	37

Figura 13 - Imagem ultrassonográfica em modo B obtida a partir de transdutor linear (7,5 – 12 MHz) de embrião implantado em fêmea da espécie felina, raça Maine Coon com 25 dias de gestação após última cópula natural	38
Figura 14 - 25º dia de gestação da gata. Feto fixado e seccionado longitudinalmente. O coração (H) e os pulmões (L) no tórax podem ser distinguidos macroscopicamente	39
Figura 15 - Imagem ultrassonográfica em modo B obtida a partir de transdutor linear (7,5 – 12 MHz) de feto felino com 29 dias de gestação após última cópula natural	39
Figura 16 - Imagem ultrassonográfica em modo B obtida a partir de transdutor linear (7,5 – 12 MHz) de fêmea da espécie felina, raça Bengal, apresentando feto com 30 dias de gestação, exemplificando medida comprimento-nádega.....	41
Figura 17 - Imagem ultrassonográfica em modo B obtida a partir de transdutor linear (7,5 – 12 MHz) de fêmea da espécie felina, raça Maine Coon, apresentando feto com 52 dias de gestação	41
Figura 18 - Imagem ultrassonográfica em modo B obtida a partir de transdutor linear (7,5 – 12 MHz) de fêmea da espécie felina, raça Maine Coon, apresentando feto com 52 dias de período gestacional, demonstrando cristalino	42
Figura 19 - Imagem ultrassonográfica em modo B obtida a partir de transdutor linear (7,5 – 12 MHz) de fêmea da espécie felina, raça Maine Coon, demonstrando feto com 52 dias de gestação	42
Figura 20 - Imagem ultrassonográfica em modo B com transdutor linear (7,5 – 12 MHz) de fêmea da espécie felina, raça Bengal, demonstrando feto com 44 dias de gestação	43
Figura 21 - Imagem ultrassonográfica em modo B obtida a partir de transdutor linear (7,5 – 12 MHz) de fêmea da espécie felina, raça Bengal, apresentando feto com 39 dias de gestação	43
Figura 22 - Imagem gerada a partir de ultrassonografia Doppler pulsado e colorido empregando transdutor convexo (5,0 – 8,0 MHz) para avaliação hemodinâmica da artéria umbilical de fetos felinos com 29 dias de período gestacional	47
Figura 23 - Imagem de ultrassom Doppler colorido adquirida a partir de transdutor linear (7,5 – 12,0 MHz) do cordão umbilical de feto da espécie felina com 46 dias de gestação	47
Figura 24 - Imagem de ultrassom Doppler colorido obtida a partir de transdutor convexo (5,0 – 8,0 MHz) dos vasos ovarianos de feto da espécie felina com 58 dias de gestação	48

Figura 25 - Imagem de ultrassom Triplex Doppler (colorido e pulsado) obtida a partir de transdutor convexo (5,0 – 8,0 MHz) da artéria uterina esquerda de gata Maine Coon com 40 dias de gestação	52
Figura 26 - Imagem de ultrassom Triplex Doppler (colorido e pulsado) obtida a partir de transdutor convexo (5,0 – 8,0 MHz) da artéria placentária de gata Maine Coon com 55 dias de gestação	53
Figura 27 - Imagem de ultrassom Triplex Doppler (colorido e pulsado) obtida a partir de transdutor convexo (5,0 – 8,0 MHz) da artéria uterina de gata da raça Exótica apresentando 37 dias de gestação	56
Figura 28 - Imagem de ultrassom Triplex Doppler (colorido e pulsado) obtida a partir de transdutor convexo (5,0 – 8,0 MHz) da aorta de feto da espécie felina com 38 dias de gestação	56
Figura 29 - Imagem de ultrassom bidimensional (modo B) com transdutor linear (7,5 – 12,0 MHz), do corpo uterino como estrutura tubular hipocogênica nos cortes longitudinal e transversal em gestação de fêmea da espécie felina da raça Bengal com 25 dias após última monta natural	59
Figura 30 - Imagem de ultrassom bidimensional (modo B) com transdutor linear (7,5 – 12,0 MHz), dos cornos uterinos esquerdo e direito como estrutura tubular hipocogênica nos cortes longitudinal com 9 dias gestação de fêmea da espécie felina da raça Bengal	60
Figura 31 - Imagem de ultrassom Triplex Doppler (colorido e pulsado) com transdutor convexo (5,0 – 8,0 MHz), da artéria uterina do corpo do útero em gestação de 49 dias de fêmea da espécie felina da raça Bengal	61
Figura 32 - Imagem de ultrassom Triplex Doppler (colorido e pulsado) com transdutor convexo (5,0 – 8,0 MHz), da artéria uterina do corno do útero direito em gestação de 41 dias de fêmea da espécie felina da raça Bengal	61
Figura 33 - Imagem de ultrassom Triplex Doppler (colorido e pulsado) com transdutor convexo (5,0 – 8,0 MHz), da artéria útero placentária adjacente à vesícula gestacional do feto localizado caudalmente do lado esquerdo em gestação de 38 dias de fêmea da espécie felina da raça Maine Coon	62
Figura 34 - Imagem de ultrassom Triplex Doppler (colorido e pulsado) com transdutor convexo (5,0 – 8,0 MHz), da aorta do feto localizado caudalmente do lado direito em gestação de 50 dias de fêmea da espécie felina da raça Exótica	62
Figura 35 - Imagem de ultrassom Triplex Doppler (colorido e pulsado) com transdutor convexo (5,0 – 8,0 MHz), da artéria do cordão umbilical do feto localizado caudalmente do lado direito em gestação de 38 dias fêmea da espécie felina da raça Maine Coon	63

Figura 36 - Imagem de ultrassom Triplex Doppler (colorido e pulsado) com transdutor convexo (5,0 – 8,0 MHz), da artéria ovariana em 38 dias de gestação de fêmea da espécie felina da raça Maine Coon 63

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resumo das diferentes fases que compõe o ciclo estral da gata Doméstica	28
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tempo em dias (média±SD) do aparecimento ultrassonográfico e subsequente desenvolvimento de algumas estruturas embrionárias, fetais e extra fetais durante a primeira metade do período gestacional de gatas	40
Tabela 2 - Tempo em dias (média±SD) para o aparecimento ultrassonográfico e subsequente desenvolvimento de algumas estruturas fetais e extrafetais durante a segunda metade da gestação em gatos	44
Tabela 3 - Coeficiente de correlação e nível de significância da velocidade pico sistólico (VPS, cm/s), de acordo com o número de filhotes e região anatômica avaliada ao longo do período gestacional felino	70
Tabela 4 - Coeficiente de correlação e nível de significância da velocidade diastólica final (VDF, cm/s), de acordo com o número de filhotes e região anatômica avaliada ao longo do período gestacional felino	75
Tabela 5 - Coeficiente de correlação e nível de significância do índice de resistividade (IR), de acordo com o número de filhotes e região anatômica avaliada ao longo do período gestacional felino	80
Tabela 6 - Coeficiente de correlação e nível de significância do índice de pulsatilidade (IP), de acordo com o número de filhotes e região anatômica avaliada ao longo do período gestacional felino	85

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1** - Valores médios (\pm SD) da velocidade do pico sistólico (VPS; cm/s) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) das artérias dos cornos uterinos (avaliação bilateral) de gatas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional..... 66
- Gráfico 2** - Valores médios (\pm SD) da velocidade do pico sistólico (VPS; cm/s) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) das artérias do corpo uterino esquerdo e direito de gatas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional..... 67
- Gráfico 3** - Valores médios (\pm SD) da velocidade do pico sistólico (VPS; cm/s) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) das artérias periféricas dos ovários de gatas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional 67
- Gráfico 4** - Valores médios (\pm SD) da velocidade do pico sistólico (VPS; cm/s) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) das artérias placentárias localizadas adjacente as vesículas gestacionais de gatas 68
- Gráfico 5** - Valores médios (\pm SD) da velocidade do pico sistólico (VPS; cm/s) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) da aorta de fetos localizados caudalmente em ambos os cornos uterinos 69
- Gráfico 6** - Valores médios (\pm SD) da velocidade do pico sistólico (VPS; cm/s) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) das artérias dos ramos arteriais que compõe o cordão umbilical felino de gatas acompanhadas 69
- Gráfico 7** - Valores médios (\pm SD) da velocidade diastólica final (VDF; cm/s) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) das artérias dos cornos uterinos esquerdo e direito de gatas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional..... 71
- Gráfico 8** - Valores médios (\pm SD) da velocidade diastólica final (VDF; cm/s) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) das artérias dos corpo uterino esquerdo e direito de gatas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional..... 71

Gráfico 9 - Valores médios (\pm SD) da velocidade diastólica final (VDF; cm/s) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) das artérias periféricas dos ovários esquerdo e direito de gatas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional.....	72
Gráfico 10 - Valores médios (\pm SD) da velocidade diastólica final (VDF; cm/s) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) das artérias do leito placentário (localizado adjacente as vesículas gestacionais) das gatas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional	73
Gráfico 11 - Valores médios (\pm SD) da velocidade diastólica final (VDF; cm/s) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) da aorta de fetos dispostos caudalmente em ambos os cornos uterinos de gatas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional	73
Gráfico 12 - Valores médios (\pm SD) da velocidade diastólica final (VDF, cm/s) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) dos ramos arteriais que compõem o cordão umbilical felino	74
Gráfico 13 - Valores médios (\pm SD) do índice de resistividade (IR) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) das artérias dos cornos uterinos esquerdo e direito de gatas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional.....	76
Gráfico 14 - Valores médios (\pm SD) índice de resistividade (IR) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) das artérias do corpo uterino de gatas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional	76
Gráfico 15 - Valores médios (\pm SD) índice de resistividade (IR) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) das artérias periféricas dos ovários esquerdo e direito de gatas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional	77
Gráfico 16 - Valores médios (\pm SD) do índice de resistividade (IR) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) das artérias do leito placentário (adjacente as vesículas gestacionais) de gatas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional.....	78
Gráfico 17 - Valores médios (\pm SD) do índice de resistividade (IR) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) da aorta de fetos localizados caudalmente em ambos os cornos uterinos de gatas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional	78

Gráfico 18 - Valores médios (\pm SD) índice de resistividade (IR) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) dos ramos arteriais que compõem o cordão umbilical felino de gatas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional.....	79
Gráfico 19 - Valores médios (\pm SD) índice de pulsatilidade (IP) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) das artérias dos cornos uterinos esquerdo e direito de gatas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional	81
Gráfico 20 - Valores médios (\pm SD) índice de pulsatilidade (IP) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) das artérias do corpo uterino de gatas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional	81
Gráfico 21 - Valores médios (\pm SD) índice de pulsatilidade (IP) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) das artérias periféricas dos ovários esquerdo e direito de gatas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional	82
Gráfico 22 - Valores médios (\pm SD) índice de pulsatilidade (IP) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) das artérias do leito placentário (adjacente as vesículas gestacionais) de gatas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional.....	83
Gráfico 23 - Valores médios (\pm SD) índice de pulsatilidade (IP) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) da aorta de fetos localizados caudalmente em ambos os cornos uterinos de gatas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional	83
Gráfico 24 - Valores médios (\pm SD) índice de pulsatilidade (IP) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) dos ramos arteriais que compõem o cordão umbilical do concepto felino	84

LISTA DE ABREVIATURAS

APD	Artéria placentária direita
APE	Artéria placentária esquerda
CL	Corpo Lúteo
Cm	Centímetro
CUD	Cordão umbilical direito
CUE	Cordão umbilical esquerdo
FPOs	Folículos pré ovulatórios
Fo	Frequência transmitida pelo transdutor
Fd	Frequência Doppler
GnRH	Gonadotrofinas
IATF	Inseminação artificial em tempo fixo
IP	Índice de pulsatilidade
IR	Índice de resistência VPS - velocidade de pico sistólico
Kg	Kilograma
LH	Hormônio luteinizante
mm	Milímetros
ml/min	Mililitros por minuto
ng/ml	Nanograma por mililitro
nº	Número
q	Ângulo Doppler
V	Velocidade do alvo móvel
VDF	Velocidade diastólica final
VM	Velocidade média
VPS	Velocidade de pico sistólico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	20
2 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA	21
3 REVISÃO LITERATURA	22
3.1 ANATOMIA DO SISTEMA REPRODUTOR DE GATAS DOMÉSTICAS	22
3.2 VASCULARIZAÇÃO DO SISTEMA REPRODUTOR DAS GATAS	23
3.3 FISIOLOGIA REPRODUTIVA DA GATA DOMÉSTICA	25
3.4 CICLO ESTRAL	26
3.5 OVULAÇÃO	29
3.6 DESENVOLVIMENTO GESTACIONAL	29
3.7 DIAGNÓSTICO DE GESTAÇÃO	32
3.8 ULTRASSONOGRAFIA BIDIMENSIONAL DOS OVÁRIOS	33
3.9 ULTRASSONOGRAFIA BIDIMENSIONAL (MODO B) APLICADA AO DIAGNÓSTICO DE GESTAÇÃO EM GATAS	34
3.10 PRINCÍPIOS DA ULTRASSONOGRAFIA DOPPLER	44
3.10.1 Ultrassonografia Doppler dos Ovários	48
3.10.2 Ultrassonografia Doppler Gestacional em Humanos	50
3.10.3 Ultrassonografia Doppler Gestacional em Animais	51
4 MATERIAL E MÉTODOS	58
4.1 ANIMAIS	58
4.2 EXAME ULTRASSONOGRÁFICO BIDIMENSIONAL	58
4.3 ULTRASSONOGRAFIA COM MAPEAMENTO DOPPLER COLORIDO E PULSADO	60
5 ANALISE ESTATÍSTICA	65
6 RESULTADOS	66
6.1 VELOCIDADE DO PICO SISTÓLICO	66
6.1.1 Correlação da VPS das Diferentes Regiões Anatômicas	70

6.2 VELOCIDADE DIASTÓLICA FINAL	70
6.2.1 Correlação da VDF das Diferentes Regiões Anatômicas	74
6.3 ÍNDICE DE RESISTIVIDADE	75
6.3.1 Correlação do IR das Diferentes Regiões Anatômicas	79
6.4 ÍNDICE DE PULSATILIDADE	80
6.4.1 Correlação do IP das Diferentes Regiões Anatômicas	84
7 DISCUSSÃO	86
8 CONCLUSÃO	94
REFERÊNCIAS	95

1 INTRODUÇÃO

A ultrassonografia corresponde a um método não invasivo e de baixo custo utilizado para diagnóstico de gestação, além de permitir a avaliação e o acompanhamento da viabilidade fetal, desenvolvimento do concepto e das estruturas fetais, com amplo emprego em Medicina Humana e Veterinária.

Em pequenos animais o diagnóstico e o monitoramento da gestação por meio do exame bidimensional são rotineiramente realizados; no entanto, esta técnica não permite a avaliação hemodinâmica da circulação materno-fetal. Já o ultrassom bidimensional associado ao Doppler colorido e pulsado (Tríplex Doppler) fornece informações em tempo real sobre as características hemodinâmicas e arquitetura vascular, permitindo determinar a presença, a direção e o tipo de fluxo sanguíneo.

Na Medicina Humana, a ultrassonografia Doppler tem sido utilizada rotineiramente na clínica reprodutiva e fetal, principalmente para o monitoramento da gestação de alto risco e acompanhamento de perdas gestacionais, além de estudos hemodinâmicos do útero e dos ovários de pacientes com queixa de infertilidade.

Em Medicina Veterinária a ultrassonografia Doppler ainda se encontra restrita, principalmente em função dos custos com a aquisição dos equipamentos e falta de profissionais capacitados para a plena execução dos exames. Os poucos estudos disponíveis nessa área geralmente envolvem o monitoramento da gestação e dinâmica ovariana de ovelhas, vacas, éguas e cadelas. Mais recentemente foram publicados os primeiros estudos voltados à avaliação ultrassonográfica Tríplex Doppler do útero de fêmeas felinas, demonstrando que a técnica pode ser utilizada para acompanhamento da gestação nessa espécie.

No entanto, como até o presente existem poucos trabalhos voltados ao estudo do perfil hemodinâmico de gatas durante as diferentes fases do período gestacional, novos estudos se fazem necessários não apenas para definição dos padrões hemodinâmicos da gestação felina, como também para avaliar a possível relação entre alterações na vascularização do trato reprodutor feminino com o número de filhotes e presença de anormalidades fetais.

2 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA

Tendo em vista o número escasso de publicações sobre o perfil hemodinâmico dos vasos maternos e fetais de gatas durante a gestação e a necessidade de mais estudos para determinar a aplicabilidade da técnica Doppler na espécie, o objetivo deste trabalho foi avaliar as características hemodinâmicas, tais como índice de resistividade, índice de pulsatilidade, velocidade do pico sistólico e velocidade diastólica final, da aorta abdominal fetal, das artérias uterinas e ovarianas maternas, artérias uteroplacentárias e do cordão umbilical de gatas gestantes.

Os dados gerados foram utilizados para:

- Estabelecer o padrão do fluxo sanguíneo durante a gestação e parto eutócico de gatas.
- Determinar se as possíveis alterações hemodinâmicas sofridas durante o período gestacional podem ser utilizadas para o diagnóstico precoce (antes do convencionalmente observado pela ultrassonografia modo-B) da gestação e do trabalho de parto felino.
- Determinar se o fluxo sanguíneo do trato reprodutor de fêmeas gestantes possui relação com o número de filhotes.

3 REVISÃO LITERATURA

3.1 ANATOMIA DO SISTEMA REPRODUTOR DE GATAS DOMÉSTICAS

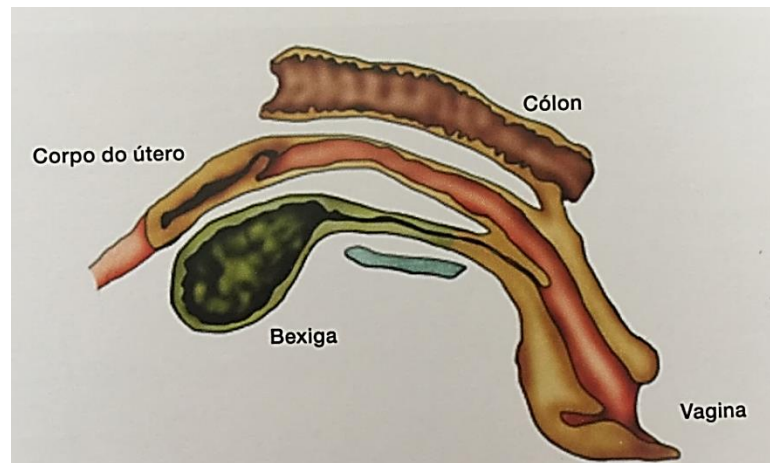
O aparelho reprodutor feminino é composto pelos ovários, tubas uterinas, útero (divido em colo, corpo e dois cornos), vagina e vulva (FELICIANO *et al.*, 2015; KÖNIG; LIEBICH, 2016).

Os ovários representam órgãos duplos e pequenos, de formato achatado, contornos alongados e ovalados, localizados na parte dorsal do abdômen e dispostos caudalmente aos rins, apresentando comprimento médio de um centímetro (cm) em gatas (ETTINGER; FELDMAN, 2004; FELICIANO *et al.*, 2015). Os ovários são responsáveis pela gametogênese e produção de hormônios (KÖNIG; LIEBICH, 2016), sendo recobertos pelo peritônio (apresentação que recebe o nome de bolsa ovariana), e fixado dorsalmente à parede abdominal pelo mesovário e cranialmente pelo ligamento suspensor (ETTINGER; FELDMAN, 2004).

As tubas uterinas representam órgãos pares também conhecidos como ovidutos, que tem como função principal a captação dos oócitos liberados pelos ovários durante o processo de ovulação para que sejam fertilizados e tenha início o processo de formação embrionária (KÖNIG; LIEBICH, 2016).

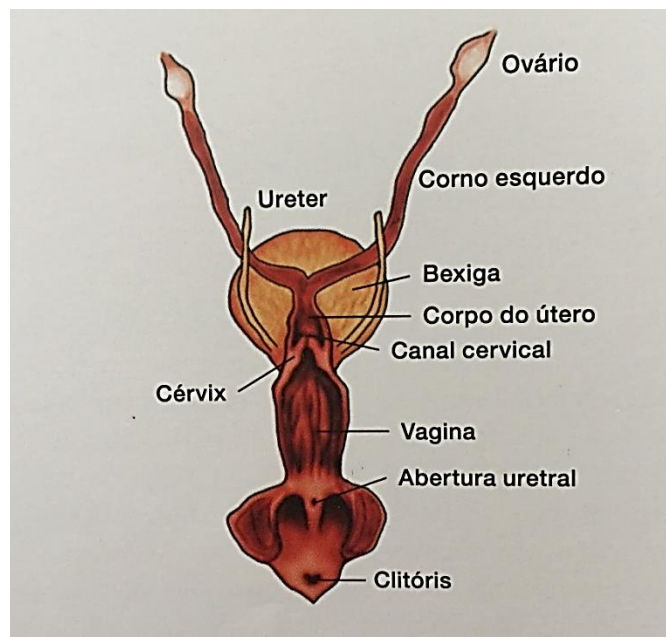
O útero da fêmea felina pode ser classificado como bicornual verdadeiro por apresentar a região de corpo com pequenas dimensões (4 a 8 milímetros de diâmetro) e cornos extremamente longos e estreitos, com medidas entre 3 a 4 mm de diâmetro (ETTINGER; FELDMAN, 2004; FELICIANO *et al.*, 2015). Em carnívoros os cornos uterinos estão localizados dorsalmente ao intestino delgado, sendo que seus cornos se projetam até os ovários (Figura 1 e 2) (KÖNIG; LIEBICH, 2016).

Figura 1: Representação esquemática demonstrando anatomia topográfica da região do corpo uterino no corte longitudinal.



Fonte: Feliciano *et al.* (2015)

Figura 2: Representação esquemática demonstrando anatomia topográfica do sistema genital da fêmea sob o ponto de vista dorsal.



Fonte: Feliciano *et al.* (2015)

3.2 VASCULARIZAÇÃO DO SISTEMA REPRODUTOR DAS GATAS

A vascularização do sistema reprodutor das gatas domésticas é proveniente da aorta e artéria vaginal (ramo da artéria ilíaca interna) havendo variação no fluxo

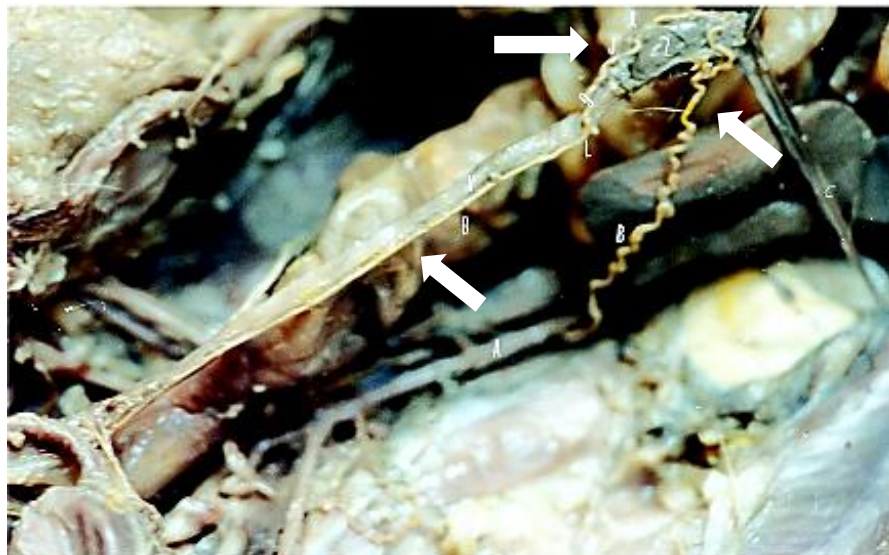
de acordo com a fase do ciclo estral e durante as diferentes fases do período gestacional (REECE, 1996; MIGLINO *et al.*, 2001; DIEHL, 2009).

Os órgãos genitais das fêmeas são irrigados por quatro artérias pares: artéria ovariana, artéria uterina, artéria vaginal e artéria pudenda interna (KÖNIG; LIEBICH, 2016). A artéria ovariana (Figura 3 e 4), originada da aorta, segue trajeto tortuoso em direção ao ovário emitindo um ou dois ramos vasculares para prover a irrigação das tubas e cornos uterinos (MIGLINO *et al.*, 2001; KÖNIG; LIEBICH, 2016).

A artéria uterina (Figura 4) origina-se da artéria vaginal e emite ramos para a tuba e cornos uterinos, cérvix e corpo do útero (SILVA *et al.*, 2004). Segundo MIGLINO *et al.* (2001), o útero ainda recebe irrigação arterial proveniente do ramo uretral e da artéria vesical, auxiliando na irrigação da cérvix e corpo uterino.

O sistema genital da fêmea também é irrigado pelas artérias uterina e vaginal, as quais representam ramos da artéria íliaca interna, e por continuação das artérias vaginais, a artéria pudenda interna (KÖNIG; LIEBICH, 2016).

Figura 3: Artéria uterina e ovárica (setas brancas).



Fonte: Miglino *et al.*, (2001).

Figura 4: Segmentos direito e esquerdo da artéria uterina (setas brancas).



Fonte: Miglino *et al.*, (2001).

3.3 FISILOGIA REPRODUTIVA DA GATA DOMÉSTICA

A idade média à puberdade, termo utilizado para definir o início da vida reprodutiva é variável nas gatas domésticas. As gatas começam a exibir estro entre seis a nove meses de idade, porém alguns animais podem entrar em puberdade tão cedo quanto aos três a quatro meses de vida, como também algumas fêmeas passam por essa fase apenas aos dezoito meses de idade (ETTINGER; FELDMAN, 2004; BRADLEY, 2014).

Segundo Derivaux (1980), a gata pode atingir a puberdade entre cinco meses e um ano. Em um estudo com 140 gatas Jemmett e Evans (1977) observaram que a idade média de puberdade das gatas foi de nove a dez meses (intervalo de quatro a dezoito meses). Segundo Romagnoli (2002) a puberdade nas gatas geralmente ocorre entre o quarto e o 12º mês de idade, desde que a duração da luz (fotoperíodo) esteja aumentando e que a gata tenha alcançado uma boa condição corporal (peso mínimo de 2,3-2,5 kg é considerado como um pré-requisito para o primeiro estro). Raças de pelos curtos tendem a ser mais precoces, enquanto a puberdade em raças de pelos longos pode ocorrer apenas aos 11 a 21 meses de vida.

As gatas podem ser consideradas como animais poliéstricos estacionais, sendo a ciclicidade controlada pelo fotoperíodo positivo de dias longos (JEMMETT; EVANS, 1977; MICHEL, 1993; ETTINGER; FELDMAN, 2004; NELSON; COUTO, 2006). Das espécies domésticas a gata é a mais sensível as alterações de fotoperíodo (BRADLEY, 2014). Acredita-se que o principal fator responsável, não apenas pela maturidade sexual, como também pela capacidade de produzir ciclos periódicos seja a quantidade e a duração da exposição diária à luz. Nesse contexto, gatas que possuem apenas exposição à luz solar natural (animais que vivem fora de casa ou errantes) encerram os ciclos durante os meses do inverno, enquanto as gatas mantidas sob iluminação artificial (domiciliadas ou que permanecem em colônias de criação) frequentemente ciclam durante o ano todo (ETTINGER; FELDMAN, 2004; NELSON; COUTO, 2006).

A sazonalidade em felinos parece sofrer importante influência racial. Nesse contexto, Jemmett e Evans (1977) observaram que 90% das gatas de raças de pelos longos utilizadas em seu estudo tiveram fases não reprodutivas enquanto apenas 60,8% das gatas de pelo curto apresentaram inatividade reprodutiva em determinados períodos do ano.

3.4 CICLO ESTRAL

O ciclo estral das gatas apresenta duração média de uma a três semanas, havendo ampla variação (5 a 73 dias), em função do desencadeamento ou não da ovulação. Nesse contexto, a gata é considerada uma das espécies domésticas na qual a ovulação é induzida pela cópula. (SWENSON; REECE, 1996).

Em termos comportamentais, o ciclo da gata pode ser dividido em períodos de cio e períodos livres de cio (ETTINGER; FELDMAN, 2004). Em termos cronológicos o ciclo pode ser dividido em proestro, estro, interestro/ metaestro, diestro e anestro (PAAPE *et al.*, 1975; JEMMETT; EVANS, 1977; VILLAVERDE, 2005). A sequência de eventos durante a reprodução começa com proestro, que é seguido imediatamente por estro e metaestro e após ocorre um curto período de inatividade sexual (diestro). Esta sequência é repetida até o último metaestro da época de reprodução, que é precedido por um período mais longo de inatividade sexual (anestro), que perdura até o primeiro pró-estro da próxima estação reprodutiva (Quadro 1) (JEMMETT; EVANS 1977).

O proestro pode ter duração de um a quatro dias e se caracteriza por mudanças comportamentais, tais como: maior docilidade, vocalização, rolamento do corpo e fricção da cabeça contra objetos, lordose do posterior e atração do macho sem permissão de cópula (ETTINGER; FELDMAN, 2004).

Neste período ocorre à fase folicular do ciclo que é caracterizada por concentrações séricas crescentes de 17- β -estradiol secretado pelas células da granulosa dos folículos ovarianos em desenvolvimento (SHILLE *et al.*, 1979). O crescimento folicular tem início durante o proestro, mas as concentrações plasmáticas de estradiol ainda permanecem relativamente baixas durante essa fase (ETTINGER; FELDMAN, 2004).

O estro possui grande variação cronológica, em média apresentando de dois a dezenove dias (ETTINGER; FELDMAN, 2004; NELSON; COUTO, 2006). Segundo Michel (1993) essas amplas variações, ao menos em parte, podem ser influenciadas por fatores ambientais, principalmente sociais e climáticos. Nesta fase a fêmea apresenta acentuação dos sinais do proestro, exibindo lordose, atração do macho com desvio lateral da cauda para aceitação da monta (CONCANNON *et al.*, 1980; ETTINGER; FELDMAN, 2004; NELSON; COUTO, 2006). Derivaux (1980) relatou que a fase de cio pode durar cerca de quatro dias quando em presença de macho. Nesta fase ocorre o pico de atividade folicular atingindo a máxima produção de estrogênios foliculares, o que estimula à manifestação de sintomatologia comportamental característica do cio (ROMAGNOLI, 2002; ETTINGER; FELDMAN, 2004).

Já o metaestro compreende o período do desenvolvimento inicial do corpo lúteo (BRADLEY, 2014).

Na ausência de acasalamento ou ovulação espontânea, períodos de cio são observados, em média, com intervalos de dez a quatorze dias (variação de zero a vinte dias) por toda estação reprodutiva. O intervalo sem evidencia de estro é chamado de interestro e tem duração de oito a quinze dias (SHILLE *et al.*, 1979; DERIVAUX, 1980; ETTINGER; FELDMAN, 2004). Essa fase compreende o período entre um estro e o proestro subsequente, sendo exclusiva em espécies de ovulação induzida (VILLAVERDE, 2005). No interestro as concentrações plasmáticas de estrogênio costumam declinar a níveis basais ocorrendo regressão dos folículos pré ovulatórios e emergência de uma nova onda de crescimento folicular (ETTINGER; FELDMAN, 2004; NELSON; COUTO, 2006).

O diestro corresponde à fase lútea do ciclo após o estro de fêmeas com a ovulação induzida e dura aproximadamente trinta a quarenta dias na fêmea com pseudogestação e, aproximadamente, sessenta dias na fêmea gestante (PAAPE et al., 1975; VILLAVÉRDE, 2005). Nesta fase a concentração sérica de progesterona aumenta progressivamente, apresentando valores iniciais de um nanograma por mililitro (ng/ml), atingindo seu pico entre 25 a 30 dias depois do início da formação luteal (concentrações de progesterona acima de 20 ng/ml). O diestro é encerrado graças à regressão do corpo lúteo (CL), quando as concentrações plasmáticas de progesterona declinam para valores abaixo de 1.5 ng/ml (VILLAVÉRDE, 2005; NELSON; COUTO, 2006).

A última fase, o anestro, possui duração variável de dois a nove meses em função do número de horas de luz diárias a que as gatas se mantêm expostas (JEMMETT; EVANS, 1977), sendo caracterizado pela fase de inatividade sexual (MICHEL, 1993; ETTINGER; FELDMAN, 2004). Nesse período ocorre ausência de atividade folicular ovariana, com folículos atingindo diâmetro médio de apenas 0,5 mm. Endocrinologicamente nessa fase se observam concentrações séricas de progesterona e estradiol em níveis basais (ETTINGER; FELDMAN, 2004; VILLAVÉRDE, 2005; NELSON; COUTO, 2006).

Quadro 1: Resumo das diferentes fases que compõem o ciclo estral da gata doméstica.

PROESTRO	- Duração: 1- 4 dias - Fase folicular - Níveis crescentes de estradiol
ESTRO	- Duração: 2-19 dias - Altos níveis de estradiol
METAESTRO	- Início da formação do corpo lúteo
INTERESTRO	- Duração: 8- 15 dias - Baixos níveis de estrógeno
DIESTRO	- Duração: 30-40 dias - Fase lútea - Altos níveis de progesterona - Regressão corpo lúteo - Final do diestro: baixos níveis de progesterona
ANESTRO	- Duração: 2-9 meses - Ausência de atividade folicular - Níveis basais de progesterona e estradiol

3.5 OVULAÇÃO

Durante o coito das gatas ocorre a estimulação mecânica da mucosa vaginal graças à presença das espículas penianas do pênis do macho, que modula a secreção de hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH), determinando a liberação pulsátil de hormônio luteinizante (LH) e subsequente ovulação, sendo a magnitude do pico de LH maior quando ocorre um aumento na quantidade de cópulas (CONCANNON *et al.*, 1980; WILDT *et al.*, 1980). Banks e Stabenfeldt (1982) relataram que a habilidade da gata em liberar o LH em resposta ao coito é dependente do tempo de exposição ao estrógeno no hipotálamo e/ou glândula pituitária anterior.

Fisiologicamente a ovulação ocorre entre 24 e 48 horas após o coito, com ruptura simultânea dos folículos pré-ovulatórios (FPOs) presentes em ambos os ovários (CONCANNON *et al.*, 1980; WILDT *et al.*, 1980; ZAMBELLI; PRATI, 2006). A ovulação espontânea, na ausência do coito, pode ocorrer em algumas fêmeas, provavelmente desencadeada por estímulos visuais ou exposição à ferormônios (GUBERMUTH *et al.*, 1997; VILLAVERDE, 2005).

Após a ovulação, os folículos sofrem luteinização e produzem progesterona, iniciando a fase lútea do ciclo. As concentrações séricas de progesterona se elevam de 24 a 48 horas após a ovulação e atingem picos 25 a 30 dias após, sendo a progesterona luteal necessária para a manutenção da gestação (NELSON; COUTO, 2006).

Os corpos lúteos representam a principal fonte de progesterona ao longo da gestação, que tem duração de aproximadamente 63 a 68 dias, mas podendo variar de 60 a 62 dias quando se permite acasalamento por vários dias e o dia exato da ovulação não é objetivamente determinado (ETTINGER; FELDMAN, 2004; NELSON; COUTO, 2006).

3.6 DESENVOLVIMENTO GESTACIONAL

A gata corresponde a um animal vivíparo apresentando, portanto, todo o desenvolvimento embrionário e fetal no interior do útero. Este período de desenvolvimento intra-uterino é chamado prenhez, gestação, ou ainda período pré-

natal e pode ser definido como o intervalo de tempo compreendido entre a fecundação e o parto (NELSON; COUTO, 2006).

Em gatas, o corpo lúteo (CL) persiste de 35 a 40 dias após a ovulação, independente da presença de gestação, sendo a gestação mantida pela unidade fetoplacentária. O hormônio luteotrófico que provavelmente atua de forma sinérgica com a progesterona no suporte da gestação é a relaxina, um hormônio placentário produzido por gatas especialmente a partir 20º dia de gestação (BRADLEY, 2014; KLEIN, 2014). Em um estudo conduzido por Stewart e Stabenfeldt (1985) foi possível a detecção de relaxina no plasma sanguíneo de gatas prenhes a partir de 20 dias após a monta, permanecendo elevado até o momento do parto. Dessa forma, os autores concluíram que esse hormônio representa um importante marcador da fase gestacional da gata.

O processo de fertilização dos ovócitos tem início no oviduto entre 20 e 28 horas após o acasalamento e, de 2 a 4 dias após, ocorre o início do desenvolvimento real do conceito com a formação dos primeiros blastômeros após coito (KNOSPE, 2002).

Embriões no estágio de mórula ou blastocistos iniciais migram para os cornos uterinos de 5 a 6 dias após o coito. A migração intrauterina dos embriões permite que o número de fetos nos cornos uterinos direito e esquerdo tornem-se igualmente distribuídos. Em ambiente uterino os blastocistos migram por 6 a 8 dias antes da ocorrência da implantação (ZAMBELLI; PRATI, 2006; MONTEIRO, 2008; LAMM; MAKLOSKI, 2012).

O termo embrião é empregado desde o estágio de blastocisto até que haja diferenciação dos sistemas de órgãos e da placenta, após este estágio o conceito passa a ser denominado feto (SWENSON; REECE, 1996).

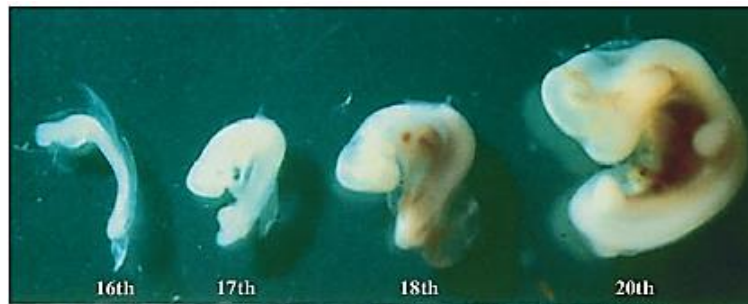
A implantação ocorre por volta do 13º ao 14º dia após a ovulação, o que permite que a unidade fetoplacentária influencie e estenda a atividade lútea compatível com a manutenção da gestação, dando início à fase de organogênese fetal (REECE, 1996; SWENSON; REECE, 1996; ZAMBELLI; PRATI, 2006; LAMM; MAKLOSKI, 2012; KLEIN, 2014).

Os batimentos cardíacos fetais podem ser primeiramente detectáveis através de exame ultrassonográfico de 16 a 25 dias após o coito (ZAMBELLI; PRATI, 2006).

Já nas primeiras semanas do desenvolvimento os embriões aumentam rapidamente em volume (Figuras 5 e 6), ocorrendo, inicialmente, o desenvolvimento

da circulação do saco vitelínico ou da circulação vesícula umbilical. Neste caso, as artérias onfálicas desenvolvem-se a partir das aortas primitivas do embrião, que na parte da vesícula embrionária dividem-se em uma rede capilar, que por sua vez dão origem as veias onfálicas, que retornam ao coração (GÜRTLER *et al.*, 1984).

Figura 5: Embriões da espécie felina apresentando, respectivamente, 16, 17, 18 e 20 dias de gestação.



Fonte: Zambelli *et al.* (2002)

Figura 6: Embriões da espécie felina apresentando, respectivamente, 20 e 22 dias e fetos nos dias 25 e 30 do período gestacional.



Fonte: Zambelli *et al.* (2002)

Após um curto período, a circulação da vesícula umbilical é substituída pela circulação placentária, que permite uma troca mais efetiva de substâncias e que fornece condições adequadas para o rápido crescimento do conceito (GÜRTLER *et al.*, 1984).

Além de fornecer nutrientes e oxigênio para o metabolismo embrionário, a placenta figura como um órgão endócrino, sendo a produção de progesterona (iniciada por volta do 45º dia de gestação das gatas) uma de suas funções mais importantes (BRADLEY, 2014). Nos felinos domésticos a placenta é classificada como do tipo endoteliocorial e possui morfologia circunferencial zonaria (ZAMBELLI; PRATI, 2006).

3.7 DIAGNÓSTICO DE GESTAÇÃO

O tamanho das ninhadas varia de acordo com a raça, tipicamente de dois a cinco filhotes (ETTINGER; FELDMAN, 2004; NELSON; COUTO, 2006), sendo que a prenhez pode ser confirmada através de diferentes métodos de diagnóstico, incluindo palpação abdominal, radiografia e ultrassonografia (NELSON; COUTO, 2006; ZAMBELLI; PRATI, 2006; FELICIANO *et al.*, 2015).

A palpação abdominal é considerada como o método de diagnóstico gestacional mais simples e rápido (JOHNSTON, 2001; MONTEIRO, 2011). O período recomendado para realização dessa técnica está situado entre o 21º e 25º dias de gestação, durante o qual as vesículas embrionárias estão distintamente separadas. Neste período, cada vesícula gestacional apresenta aproximadamente 2,5 cm de diâmetro (ZAMBELLI; PRATI, 2006).

A radiografia corresponde a um método diagnóstico descoberto em 1895 e que revolucionou a avaliação e tratamento de doenças. O exame radiográfico pode ser utilizado principalmente para confirmação da gestação e estimativa da quantidade de fetos (THRALL, 2015). Na gata, a mineralização fetal, que é o achado radiográfico definitivo e conclusivo da gestação, torna-se visível a partir do período que varia do 36º ao 45º dias de gestação (MONTEIRO, 2011).

Já a ultrassonografia pode ser considerada como o método diagnóstico menos invasivo em relação aos anteriores, sendo inócuo e seguro tanto para o paciente quanto para o operador, permitindo o diagnóstico e acompanhamento gestacional (KING, 2006). O exame de ultrassom bidimensional representa uma importante ferramenta de diagnóstico, permitindo a avaliação da evolução e viabilidade fetal (BRITO *et al.*, 2010). Já a ultrassonografia Doppler permite a avaliação em tempo real da circulação materno-fetal, ferramenta indispensável para estudos que envolvem hemodinâmica (SILVA *et al.*, 2012).

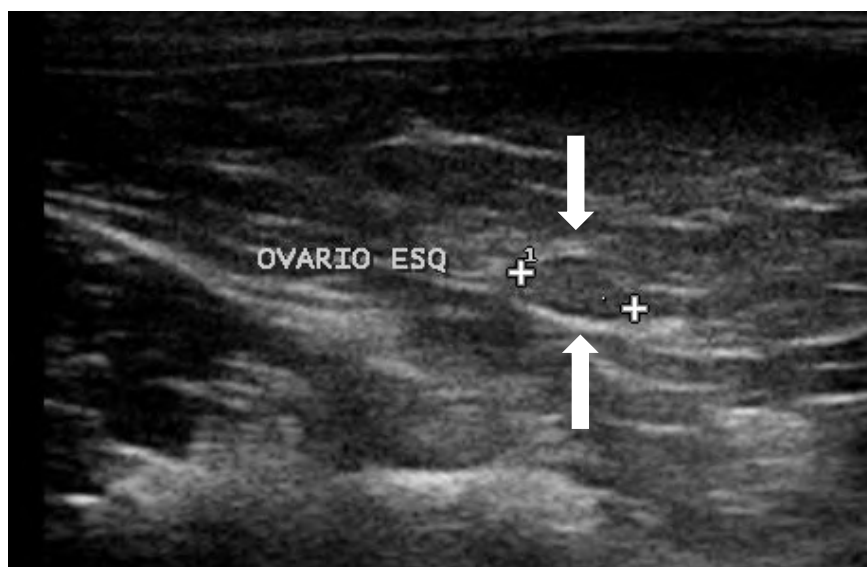
3.8 ULTRASSONOGRAFIA BIDEMENSIONAL DOS OVÁRIOS

A ultrassonografia tem sido uma modalidade de diagnóstico por imagem rotineiramente utilizada na Medicina Humana e Veterinária por se tratar de uma técnica sensível para avaliação da arquitetura ovariana e folicular, facilitando a identificação da atividade dos ovários (JARRETA, 2004; TRHALL, 2010). A visibilização dos ovários varia de acordo com as fases do ciclo estral, mas geralmente possuem ecogenicidade homogênea e hipoecogênica (Figura 7), semelhante ao córtex renal, apresentando estruturas foliculares anecogênicas (KEALY; McALLISTER, 2005; TRHALL, 2010; FELICIANO *et al.*, 2015).

Segundo Trhall (2010), o uso da ultrassonografia para determinação do melhor momento para o acasalamento não se tornou um procedimento de rotina para a reprodução assistida de cadelas e gatas, diferente do que ocorre com algumas espécies domésticas de grande porte.

De acordo com Bourne *et al.* (1991), a ultrassonografia em modo-B encontra-se plenamente estabelecida na Medicina Humana para avaliação dos ovários e útero, porém nenhuma característica hemodinâmica pode ser avaliada através desse método.

Figura 7: Imagem ultrassonográfica em modo B com transdutor linear (7,5 – 12 MHz) demonstrando ovário de gata da raça persa de aspecto homogêneo e hipoecogênico indicado pelas setas. Cáliper nº1 mediu 0,67 cm de comprimento.



Fonte: Arquivo pessoal em 02 de novembro de 2012

3.9 ULTRASSONOGRRAFIA BIDIMENSIONAL (MODO B) APLICADA AO DIAGNÓSTICO DE GESTAÇÃO EM GATAS

A avaliação radiológica e ultrassonográfica do sistema reprodutor das fêmeas de pequeno porte possui grande importância para a rotina obstétrica, sendo fundamentais para detecção e acompanhamento gestacional e reprodutivo das diferentes espécies (FELICIANO *et al.*, 2015).

A ultrassonografia corresponde a um método não invasivo e de baixo custo utilizado para diagnóstico de gestação, permitindo a avaliação da viabilidade e desenvolvimento do feto e das estruturas fetais, podendo ser utilizado o ultrassom em modo B e ferramenta Doppler (NELSON; COUTO, 2006; ZAMBELLI; PRATI, 2006; SCOTTI *et al.*, 2008; MITACEK *et al.*, 2015).

Segundo Johnston *et al.* (2001), a ultrassonografia transabdominal é a modalidade preferencial para detecção e monitoramento da gestação felina, visto que este exame possibilita a detecção da viabilidade fetal, parâmetro que não é avaliado através da palpação e da radiografia, oferecendo também mais segurança para o desenvolvimento fetal em relação à radioexposição oriunda do exame radiográfico.

De acordo com Monteiro *et al.* (2011), a ultrassonografia corresponde a um método de diagnóstico de gestação não invasivo e que não oferece nenhum risco para a mãe, para os filhotes e para o médico veterinário, sendo uma técnica mais sensível em relação à radiografia para visualização das estruturas internas do útero, como conteúdo intraluminal e paredes uterinas.

Os primeiros relatos de avaliação ultrassonográfica da gestação em gatas ocorreram na década de 80 (DAVIDSON *et al.*, 1986). Após esse período, poucos trabalhos foram publicados para a espécie felina (BECK *et al.*, 1990). Em 2002, Zambelli *et al.*, descreveram com maior detalhamento os aspectos ultrassonográficos das estruturas fetais e extrafetais em gatas gestantes.

A ultrassonografia tem sido utilizada para diagnóstico da gestação em gatas, bem como para o estudo do desenvolvimento fetal (DAVIDSON *et al.*, 1986; ZAMBELLI; PRATI, 2006), estimativa da idade gestacional (NYLAND; MATTON, 2005) e sexagem dos fetos (ZAMBELLI *et al.*, 2004).

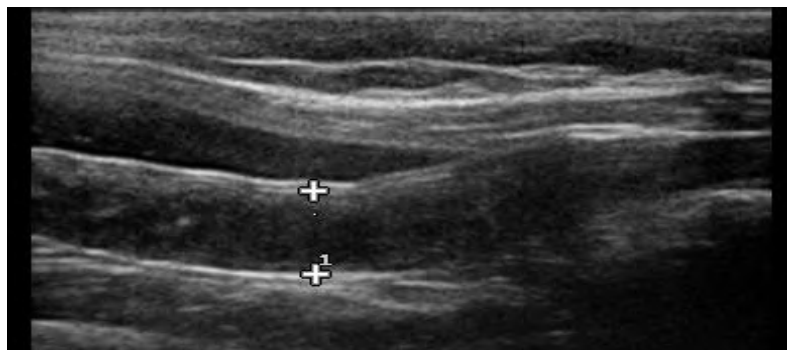
Segundo Monteiro *et al.* (2011), a estimativa do número de fetos é mais precisa entre o 28^o e 35^o dia de gestação. No entanto, embora existam muitas

vantagens associadas ao exame ultrassonográfico modo-B, o número de fetos não é precisamente avaliado através dessa técnica devido à incapacidade de se obter em uma única imagem todas as dimensões uterinas, o que resulta em sobreposição de imagens (FELICIANO *et al.*, 2015).

Ultrassonograficamente o sinal mais precoce da gestação corresponde à hiperplasia e hipoecogenicidade dos cornos uterinos, aumento de volume e edema endometrial que fisiologicamente podem ser visibilizados a partir do 4º dia de gestação em gatas (Figura 8) (ZAMBELLI *et al.*, 2002; ZAMBELLI; PRATI, 2006; MONTEIRO *et al.*, 2011).

No entanto, o diagnóstico definitivo é feito por meio da detecção da ampola gestacional que aparece na forma de vesícula, e pode ser identificada a partir de 10 a 11 dias após o acasalamento, figurando como uma pequena estrutura anecogênica circular (Figura 9) (NELSON; COUTO, 2006; DAVIDSON; BAKER, 2009; SILVA *et al.*, 2012; FELICIANO *et al.*, 2015). Nesta fase, placentas e embriões ainda não são visíveis e a câmara gestacional é ocupada exclusivamente pelo saco vitelino (ZAMBELLI *et al.*, 2002). De acordo com Lamm e Makloski (2012), as estruturas fetais podem ser identificadas ultrassonograficamente por veterinários experientes a partir de 11 a 17 dias pós acasalamento da gata.

Figura 8: Imagem ultrassonográfica em modo B obtido a partir de transdutor linear (7,5 – 12 MHz) do corno uterino de gata da raça Bengal com 7 dias após cópula natural apresentando hiperplasia e hipoecogenicidade do corno uterino. Cáliper nº1 mediu 0,70 cm de diâmetro.



Fonte: Arquivo pessoal em 02 de setembro de 2016

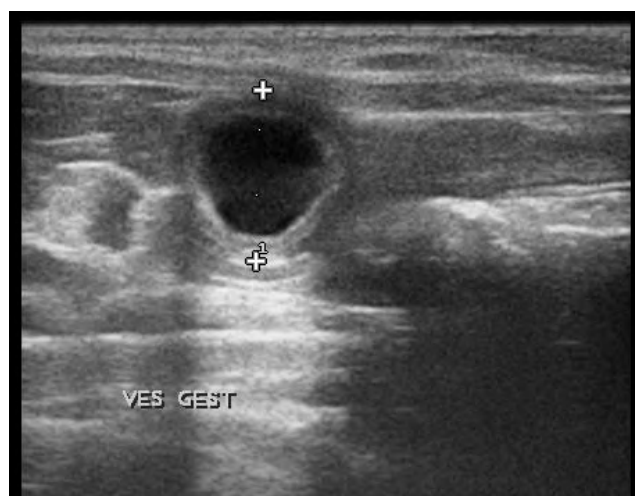
Figura 9: Identificação ultrassonográfica em modo B utilizando transdutor linear (7,5 – 12 MHz) de pequena estrutura anecogênica com contornos ecogênicos no interior do útero de fêmea da espécie felina, raça Bengal, com 9 dias após última cópula natural. Onde, “ves gest”: vesícula gestacional.



Fonte: Arquivo pessoal em 27 de junho de 2017

Até o décimo quarto dia de gestação a vesícula embrionária ainda aparece como uma estrutura circular hiperecótica em relação à parede uterina (Figura 10) (ZAMBELLI; PRATI, 2006).

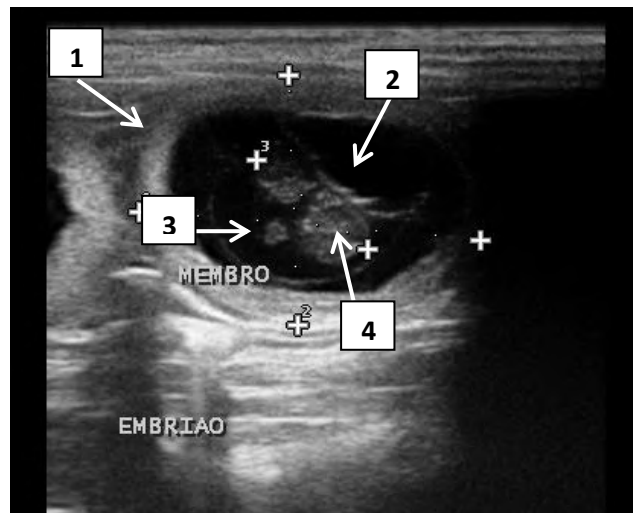
Figura 10: Exame ultrassonográfico modo B de gata da raça Bengal com gestação de 14 dias após última cópula natural realizado a partir de transdutor linear (7,5 – 12 MHz). Presença de uma vesícula gestacional representada por estrutura circular hiperecogênica em relação à parede uterina e centro anecogênico. Onde, “ves gest”: vesícula gestacional. Cáliper nº1 mediu 1,30 cm de diâmetro.



Fonte: Arquivo pessoal em 09 de setembro de 2016

A identificação da vesícula gestacional possuindo embrião implantado e já com batimentos cardíacos mensuráveis pode ser visibilizada a partir dos 16 a 18 dias, oferecendo maior segurança para a confirmação da gestação (Figuras 11 e 12) (NYLAND; MATTOM, 2005; ZAMBELLI; PRATI, 2006; SILVA *et al.*, 2012).

Figura 11: Imagem ultrassonográfica em modo B com transdutor linear (7,5 – 12 MHz) de vesícula gestacional com embrião de uma fêmea da espécie felina de raça Bengal com 21 dias de gestação após última cópula natural. Vesícula gestacional (seta nº1), embrião (seta nº2), broto membro (seta nº3) e coração (seta nº4). Cáliper nº1 e nº2 mediram 2,86 cm e 2,14 cm de diâmetro respectivamente e cáliper nº 3 mediu 1,20 cm de comprimento.



Fonte: Arquivo pessoal em 12 de julho de 2017

Figura 12: Imagem ultrassonográfica em modo B obtida a partir de transdutor linear (7,5 – 12 MHz) de embrião implantado em fêmea da espécie felina da raça Bengal com 21 dias de gestação após última cópula natural. Vesícula gestacional (seta nº2), embrião (seta nº1) e coração (seta nº3). Cáliper nº1 e nº2 mediram 2,49 cm e 1,94 cm de diâmetro respectivamente e cáliper nº 3 mediu 1,14 cm de comprimento.

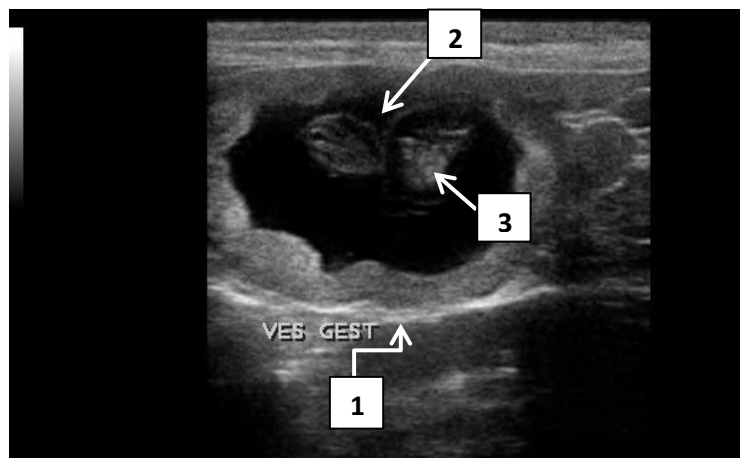


Fonte: Arquivo pessoal em 16 de setembro de 2016.

Embora o movimento cardíaco possa ser detectado entre os dias 16 e 18 de gestação (DAVIDSON *et al.*, 1986; FELICIANO *et al.*, 2015), a diferenciação entre as câmaras cardíacas só é possível após o quinquagésimo dia (ZAMBELLI *et al.*, 2002).

No 18º dia o embrião possui formato curvilíneo (“C”) com presença marcante dos botões embrionários que definem a cabeça, tronco e membros da região torácica (ZAMBELLI *et al.*, 2006). Por volta do vigésimo dia o embrião se move para o centro da câmara gestacional e subsequentemente, no vigésimo segundo dia, está situado perto da parede oposta (Figura 13) (ZAMBELLI; PRATI, 2006).

Figura 13: Imagem ultrassonográfica em modo B obtida a partir de transdutor linear (7,5 – 12 MHz) de embrião implantado em fêmea da espécie felina, raça Maine Coon com 25 dias de gestação após última cópula natural. Vesícula gestacional (seta nº1), embrião (seta nº2) e coração (seta nº3).



Fonte: Arquivo pessoal em 16 de setembro de 2016.

A partir do dia trinta o diagnóstico de gestação pela ultrassonografia torna-se mais preciso e é possível reconhecer os diferentes órgãos fetais (Figuras 14 e 15) (DAVIDSON; BAKER, 2009; SILVA *et al.*, 2012). A partir desse período é possível identificar a estrutura tubular dorsal e sagital que compõe o feto, apresentando parede hiperecogênica e conteúdo anecogênico correspondente ao tubo neural primitivo (futura medula espinhal). Além disso, uma área anecogênica ao nível da cabeça também pode ser visibilizada, representando a vesícula encefálica primitiva e os futuros ventrículos cerebrais. Os brotos dos membros, vesícula urinária,

estômago e fígado também podem ser visibilizados nesse período gestacional da gata (Figuras 14 e 15; Tabela 1) (ZAMBELLI *et al.*, 2002; ZAMBELLI; PRATI, 2006).

Figura 14: 25º dia de gestação da gata. Feto fixado e seccionado longitudinalmente. O coração (H) e os pulmões (L) no tórax podem ser distinguidos macroscopicamente



Fonte: Zambelli *et al.*, 2002

Figura 15: Imagem ultrassonográfica em modo B obtida a partir de transdutor linear (7,5 – 12 MHz) de feto felino com 29 dias de gestação após última cópula natural. Cáliper (+) nº 1 mediu 1,55 cm e cáliper (+) nº 2 mediu 0,98 cm de comprimento.



Fonte: Arquivo pessoal em 25 de junho de 2016.

Tabela 1: Tempo em dias (média±SD) do aparecimento ultrassonográfico e subsequente desenvolvimento de algumas estruturas embrionárias, fetais e extra fetais durante a primeira metade do período gestacional de gatas.

Estruturas embrionárias/fetais e extra fetais	Dias após a monta
Vesícula gestacional	
Forma esférica	10 (10-11)
Forma elíptica	20 (19-21)
Parede uterina	
Endométrio hipocogênico – não específico	4 (3-5)
Placenta zoonária	25 (24-26)
Posição do embrião	
Preso à parede da vesícula gestacional	14 (13-16)
Protrusão para dentro do saco gestacional	16 (15-17)
No centro da vesícula gestacional	20 (19-21)
Tegumentos fetais	
Saco vitelínico	10 (10-11)
Alantoide	18 (17-19)
Âmnion	20 (20-21)
Embrião e feto	
Batimentos cardíacos	17 (16-18)
Forma de C; brotos de membros anteriores	18 (17-19)
Forma definitiva	26 (24-27)
Estômago (puntiforme); bexiga (puntiforme)	30 (29-32)
Cordão umbilical	30 (30-32)
Esqueleto hiperecogênico (ossos longos dos membros anteriores e cabeça)	30 (30-33)

Fonte: Adaptado de Monteiro *et al.* (2011)

A ultrassonografia também pode ser utilizada para estimativa da idade gestacional, através de medições fetais e avaliação da progressão do desenvolvimento do feto. Entre os dias 19 e 37 podemos realizar medidas do saco gestacional, diâmetro uterino externo e comprimento cabeça-nádega (Figura 16). (FELICIANO *et al.*, 2015).

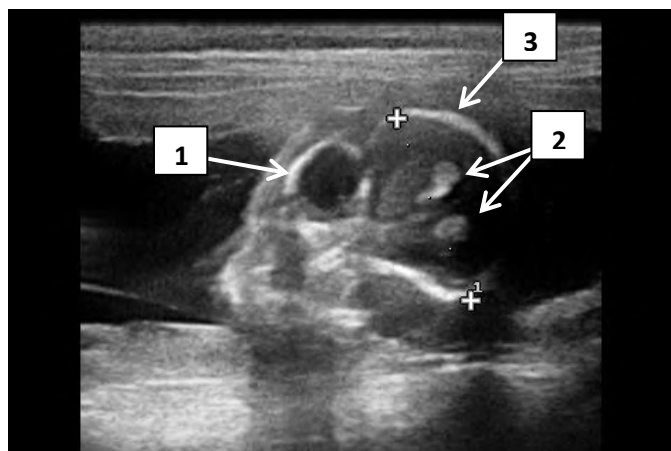
Figura 16: Imagem ultrassonográfica em modo B obtida a partir de transdutor linear (7,5 – 12 MHz) de fêmea da espécie felina, raça Bengal, apresentando feto com 30 dias de gestação após última cópula natural, exemplificando medida comprimento-nádega (setas). Caliper (+) nº 1 mediu 2,45 cm de comprimento.



Fonte: Arquivo pessoal em 23 de setembro de 2016

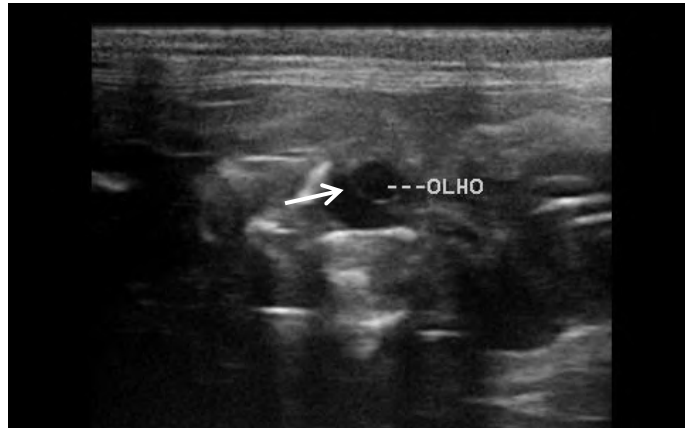
No 35º dia, ao nível da cabeça, podem ser visibilizadas duas áreas anecogênicas circulares correspondentes ao globo ocular (Figura 17); já a lente cristalina pode ser observada como estrutura hiperecogênica no quinquagésimo dia (Figura 18) (ZAMBELLI *et al.*, 2002).

Figura 17: Imagem ultrassonográfica em modo B obtida a partir de transdutor linear (7,5 – 12 MHz) de fêmea da espécie felina, raça Maine Coon, apresentando feto com 52 dias de gestação. No detalhe, área anecogênica referente ao posicionamento do olho (seta nº1), plexo coróide (seta nº2) e ossos do crânio apresentando se mineralizados (seta nº3).



Fonte: Arquivo pessoal em 16 de agosto de 2016

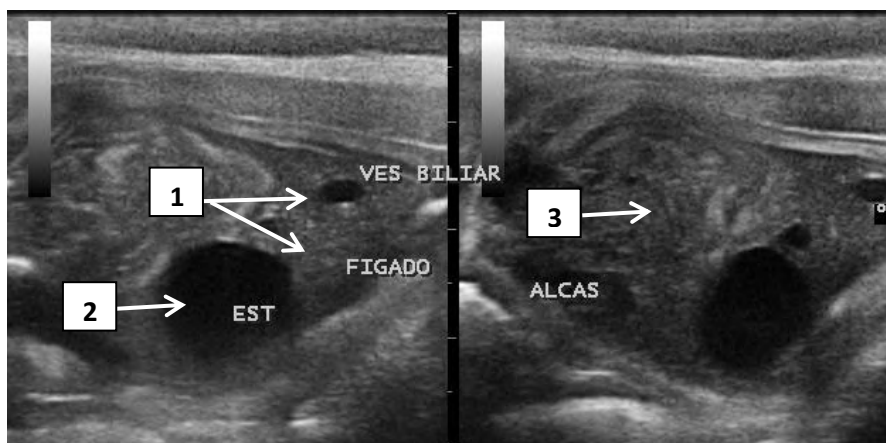
Figura 18: Imagem ultrassonográfica em modo B obtida a partir de transdutor linear (7,5 – 12 MHz) de fêmea da espécie felina, raça Maine Coon, apresentando feto com 52 dias de período gestacional, demonstrando cristalino (seta).
Onde olho: cristalino.



Fonte: Arquivo pessoal em 16 de agosto de 2016

Entre os dias quarenta e cinquenta da gestação, o contraste entre o fígado e os pulmões pode ser observado e o intestino delgado pode ser visibilizado (Figura 19) (ZAMBELLI; PRATI, 2006). Embora o intestino delgado e o intestino grosso possam ser observados em torno do 40º dia (MONTEIRO, 2008; MONTEIRO *et al.*, 2011), a identificação da estratificação da parede intestinal e a presença de mecônio podem ser observadas somente com cinquenta e quatro dias da gestação felina (ZAMBELLI *et al.*, 2002; ZAMBELLI; PRATI, 2006).

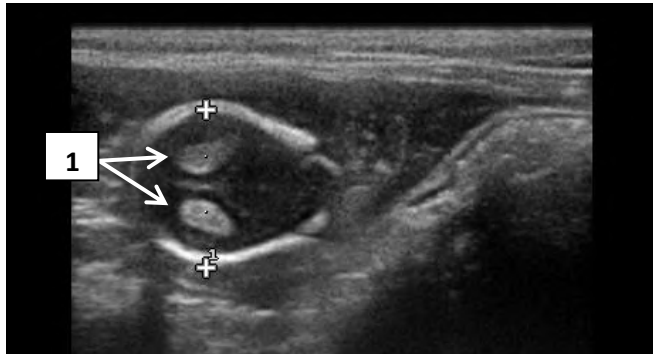
Figura 19: Imagem ultrassonográfica em modo B obtida a partir de transdutor linear (7,5 – 12 MHz) de fêmea da espécie felina, raça Maine Coon, demonstrando feto com 52 dias de gestação. No detalhe, fígado e vesícula biliar (setas nº1), estômago (seta nº2) e alças intestinais (seta nº3).



Fonte: Arquivo pessoal em 16 de agosto de 2016

No quadragésimo dia, o plexo coróide cerebral torna-se visível como duas estruturas hiperecogênicas simétricas em relação ao cérebro circundante (Figura 20) (ZAMBELLI *et al.*, 2002).

Figura 20: Imagem ultrassonográfica em modo B com transdutor linear (7,5 – 12 MHz) de fêmea da espécie felina, raça Bengal, demonstrando feto com 44 dias de gestação. No detalhe, plexo coroide cerebral (setas nº1)



Fonte: Arquivo pessoal em 07 de outubro de 2016

Os rins podem ser vistos pela primeira vez do 39º dia de gestação, porém somente a partir do quinquagésimo dia é possível distinguir o córtex da região medular (Figura 21) (ZAMBELLI *et al.*, 2004; ZAMBELLI; PRATI, 2006).

Figura 21: Imagem ultrassonográfica em modo B obtida a partir de transdutor linear (7,5 – 12 MHz) de fêmea da espécie felina, raça Bengal, apresentando feto com 39 dias de gestação. No detalhe, rim em processo de formação (rim proc form – seta).



Fonte: Arquivo pessoal em 30 de setembro de 2016

Nas gestações com idade superior a 37 dias, pode-se realizar outros tipos de mensurações como o diâmetro biparietal e avaliação do diâmetro corpóreo do feto

(FELICIANO et al., 2015). A sexagem fetal pode ser realizada por ultrassonografia com sucesso no período de 38 a 42 dias de gestação (ZAMBELLI *et al.*, 2004).

A tabela abaixo exemplifica o desenvolvimento fetal na segunda metade da gestação em gatas (Tabela 2).

Tabela 2: Tempo em dias (média±SD) para o aparecimento ultrassonográfico e subsequente desenvolvimento de algumas estruturas fetais e extrafetais durante a segunda metade da gestação em gatos.

Estruturas fetais e extra fetais	Dias após a monta
Estômago	
Dorsal ao fígado	30 (30-32)
Caudal ao fígado	49(48-50)
Pregas	54 (54-57)
Intestino	40 (38-42)
Estruturação em camadas	54 (52-56)
Olhos	
Olhos	35 (35-40)
Cristalino	50 (48-50)
Rins	
Isoecogênico em relação ao fígado	39 (38-41)
Definição de córtex e medula	50 (48-50)
Sistema cardiovascular	
Câmaras cardíacas	50 (48-50)
Principais vasos	42 (40-44)
Diafragma	50 (50-56)
Plexo coróide	40 (38-42)

Fonte: Adaptado de Monteiro *et al.* (2011)

Embora a ultrassonografia em modo B nos permita um acompanhamento detalhado da gestação, nenhuma informação pode ser acrescentada em relação aos vasos maternos e fetais, sendo a ultrassonografia Doppler útil na avaliação do perfil hemodinâmico durante as diferentes fases do período gestacional.

3.10 PRINCÍPIOS DA ULTRASSONOGRAFIA DOPPLER

O ultrassom Doppler foi descrito pela primeira vez pelo austríaco Johann Chrintian Andreas Doppler em 1842, que formulou as bases do efeito Doppler

utilizado na astronomia e na acústica. Mais tarde em 1848, o mesmo efeito foi descoberto de maneira independente, na forma de ondas eletromagnéticas, pelo francês Hippolyte Fizeau, recebendo a denominação de “efeito Doppler-Fizeau” (CARVALHO, 2009).

Assim o chamado efeito Doppler pode ser definido como sendo o princípio físico no qual se verifica a alteração da frequência das ondas sonoras refletidas quando o objeto (corpo) refletor se move em relação a uma fonte de onda sonora (CARVALHO *et al.*, 2008).

A ultrassonografia Doppler fornece informações sobre alvos móveis, no caso, hemácias, pelo seu maior tamanho em relação às outras células do sangue. Essa ferramenta possibilita a avaliação da direção, velocidade e turbulência do fluxo sanguíneo, permitindo a distinção entre vasos (CARVALHO, 2004; CARVALHO, 2009).

O efeito Doppler resulta da variação aparente da frequência sonora conforme as ondas são refletidas dos alvos em movimento (CARVALHO, 2009). Assim, a frequência transmitida pelo transdutor (**F_o**) e a recebida através de ecos de retorno é conhecida como deslocamento de frequência Doppler (**F_d**) e, quanto maior é essa variação, maior é a velocidade do alvo móvel (**V**). Um fator de correção do ângulo formado entre o feixe de insonação e o vetor principal do fluxo sanguíneo, denominado ângulo de insonação ou ângulo Doppler (**q**), é utilizado para evitar erros na determinação da velocidade do fluxo. O ângulo deve ficar entre zero e sessenta graus. Em perpendicularidade (ângulos de noventa graus) o efeito Doppler é nulo (NYLAND; MATOON, 2005; CARVALHO, 2009).

A fórmula para cálculo da velocidade das partículas refletoras (fluxo sanguíneo) encontra-se ilustrada abaixo:

$$F_d = \frac{2 \cdot F_o \cdot V \cdot \cos\Theta}{C} \qquad V = \frac{F_d \cdot c}{F_o \cdot 2 \cdot \cos\Theta}$$

$$C = 1540 \text{ m/s (velocidade dos tecidos moles do corpo)}$$

Os ecos provenientes das diversas hemácias em movimento são compostos por processos matemáticos (transformação rápida de Fourier) em um espectro de frequências expressas em gráficos de tempo no eixo horizontal e variações de frequência no eixo vertical. Se o objeto refletor se direciona ao transdutor, esse

deslocamento é positivo e o eco terá frequência mais alta e vice e versa (CARVALHO, 2009; DIEHL, 2009). A modalidade Doppler possui três tipos principais: o Pulsado, o Colorido e o Power Doppler (SZATMÁRI *et al.*, 2001).

O Doppler pulsado (Figura 22) tem o objetivo de identificar a localização espacial das estruturas vasculares, onde o som é transmitido em pulsos e as imagens em tempo real; assim os sinais resultantes são apresentados em forma audível e em gráficos simultaneamente (CARVALHO, 2009). Esta modalidade permite mensurar parâmetros de fluxo sanguíneo, tais como velocidade do pico sistólico (VPS), velocidade diastólica final (VDF), índice de pulsatilidade (IP) e índice de resistividade (IR), em que o IP relaciona a VDF e VPS à velocidade média (VM) e o IR representando a resistência vascular, sendo alta na vasoconstrição e baixa na vasodilatação (DI SALVO, 2006). A imagem duplex combina o feixe Doppler pulsado com a imagem bidimensional em tempo real (CARVALHO, 2009).

O Doppler colorido (Figura 23) permite determinar rapidamente a presença, direção e qualidade do fluxo, mesmo em áreas não visíveis na imagem bidimensional. O seu fundamento básico é a sobreposição à imagem em tempo real do modo bidimensional de mapeamento de deslocamento de frequência de toda a porção ou de uma parte dela, sendo codificada por cores de acordo com o sentido do movimento e por nuances em relação ao módulo de velocidade, em que fluxos mais rápidos são expressos por tonalidades mais claras na mesma cor (SZATMÁRI *et al.*, 2001; CARVALHO *et al.*, 2008; CARVALHO, 2009). Convencionalmente o fluxo em direção ao transdutor se manifesta na cor vermelha, enquanto na direção contrária a imagem é formada em azul (SZATMÁRI *et al.*, 2001).

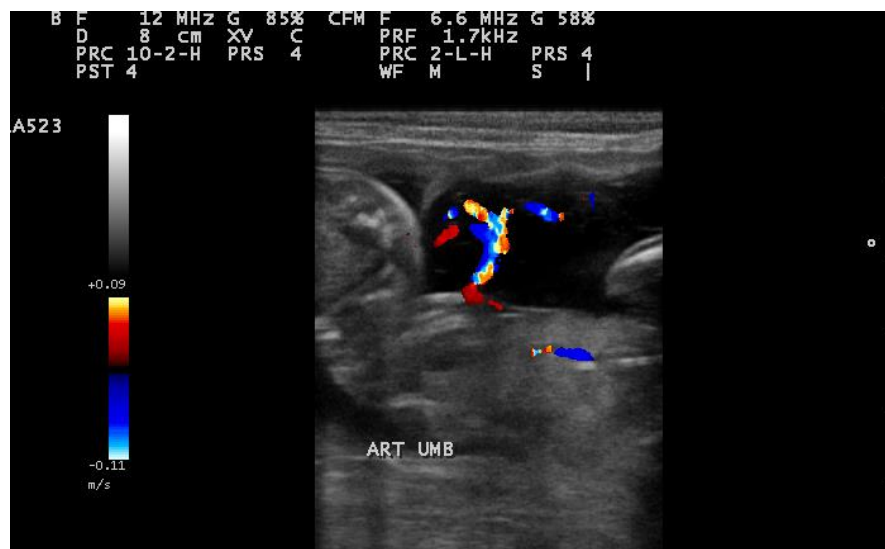
O Power Doppler ou Doppler de amplitude facilita a detecção de vasos finos e de fluxo lento, sem proporcionar informações sobre direção e velocidade de fluxo. A imagem aparece em cor laranja (CARVALHO, 2009).

Figura 22: Imagem gerada a partir de ultrassonografia Doppler pulsado e colorido empregando transdutor convexo (5,0 – 8,0 MHz) para avaliação hemodinâmica da artéria umbilical de fetos felinos com 29 dias de período gestacional.



Fonte: Arquivo pessoal em 02 de julho de 2017

Figura 23: Imagem de ultrassom Doppler colorido adquirida a partir de transdutor linear (7,5 – 12,0 MHz) do cordão umbilical de feto da espécie felina com 46 dias de gestação.

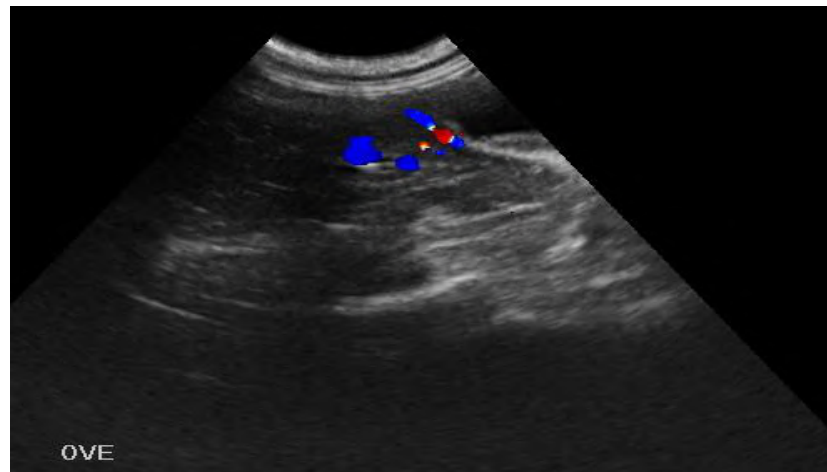


Fonte: Arquivo pessoal em 11 de agosto de 2016

3.10.1 Ultrassonografia Doppler dos Ovários

A ultrassonografia utilizando o mapeamento Doppler tem sido utilizada em programas de reprodução animal, para a avaliação da perfusão sanguínea dos ovários durante diferentes fases do ciclo estral e para avaliação da perfusão sanguínea do corpo lúteo, útero e embrião/feto durante a gestação (Figura 24) (MEDEIROS, 2016).

Figura 24: Imagem de ultrassom Doppler colorido obtida a partir de transdutor convexo (5,0 – 8,0 MHz) dos vasos ovarianos de feto da espécie felina com 58 dias de gestação. Onde OVE: Ovário esquerdo



Fonte: Arquivo pessoal em 08 de dezembro de 2016

Em humanos, muitos estudos têm sido realizados para avaliar o processo ovulatório em mulheres. O exame ultrassonográfico é um método diagnóstico que pode ser utilizado na inspeção do crescimento e ruptura folicular e início da formação do corpo lúteo (BOURNE et al., 1991).

Costello *et al.*, (2005) avaliaram ultrassonograficamente o fluxo sanguíneo perifolicular de mulheres saudáveis e de pacientes portadoras de ovários policísticos submetidas à fertilização *in vitro*. Nesse estudo foi possível concluir que não existem diferenças na vascularização dos ovários entre mulheres saudáveis e com doença policística submetidas à estimulação ovariana para fertilização *in vitro*.

Segundo estudo realizado por Ahamad *et al.*, (2015) a relação entre o grau de vascularização do corpo lúteo e as taxas de concepção em mulheres não foi

estabelecida ($p > 0,05$), enquanto a relação entre a ecotextura e o desfecho da gestação foi altamente significativa, sendo pior o prognóstico no grupo de pacientes que apresentaram ecotextura considerada sólida.

Segundo Köster *et al.*, (2001), em cadelas Beagle a ovulação e início da fase lútea se caracterizam por uma alta velocidade de fluxo sanguíneo da artéria intraovariana e baixos valores do IP e IR, e a perfusão máxima reflete o período de alta produção de progesterona. Entretanto, a regressão luteal é acompanhada por um declínio gradual do suprimento sanguíneo com alto IP e IR. Já em cadelas gestantes existe uma relação causal entre o fluxo sanguíneo e a produção de progesterona.

Em uma revisão realizada por Feliciano *et al.*, (2008) a viabilidade gestacional no primeiro terço de gestação em cadelas pôde ser verificada mediante a avaliação do fluxo sanguíneo do corpo lúteo, sendo utilizada a mensuração a VPS e do IR vascular como marcadores de funcionalidade luteal.

Polisca *et al.* (2013) descreveram alterações hemodinâmicas de ovários, por meio da avaliação Doppler pulsado e colorido das artérias intraovarianas durante o diestro de cadelas gestantes e não gestantes, concluindo que ocorrem diferenças no fluxo sanguíneo e vascularização ovariana relacionadas à gestação. Estes autores observaram que há diminuição gradual da VPS e VDF durante o progresso do diestro, porém essa diminuição é mais expressiva nas animais gestantes; já o IR e IP aumentam durante o diestro, porém de forma mais significativa no grupo de fêmeas gestantes.

Em um estudo envolvendo a espécie ovina Petridis *et al.* (2016) relataram que o ultrassom Doppler colorido é útil para estudar alterações no fluxo sanguíneo folicular e distinguir folículos ovulatórios e não ovulatórios, além de permitir a avaliação do grau de vascularização e funcionalidade luteal, parâmetros associados à capacidade do corpo lúteo para produção de progesterona. Neste mesmo estudo, concluíram através da ultrassonografia Doppler que a luteólise funcional precede a estrutural (ou seja, a vascularização lútea diminui mais rapidamente do que a área do tecido lúteo durante o evento de luteólise), o que indica a possibilidade de diferenciação entre um corpo lúteo funcional e uma estrutura afuncional em regressão. A técnica Doppler também foi relacionada para estimativa do potencial de fertilidade na espécie ovina através da mensuração do fluxo sanguíneo da parede do

folículo pré-ovulatório e do corpo lúteo, esta última sendo conduzida 20 dias após a inseminação artificial.

Em contrapartida, até o presente são escassos os trabalhos científicos avaliando a perfusão sanguínea ovariana e uterina de gatas durante o ciclo estral e período gestacional.

3.10.2 Ultrassonografia Doppler Gestacional em Humanos

Em Medicina Humana a ultrassonografia Doppler é utilizada principalmente para monitorar gestação de alto risco e verificação de perdas gestacionais, correlacionando alguns eventos tais como hipertensão arterial materna, desenvolvimento intrauterino retardado e morte perinatal, com aumento da resistência vascular fetal e uteroplacentária (DI SALVO *et al.*, 2006; BARBOSA; SILVA, 2012; SILVA *et al.*, 2011). De acordo com Franzin e Silva (1999), o exame com Doppler utilizando a mensuração do IR permite o diagnóstico precoce da gestação em mulheres.

A dopplervelocimetria corresponde um dos principais métodos para avaliação do bem-estar fetal por meio da obtenção dos índices de pulsatilidade dos fluxos das artérias uterinas, umbilicais, cerebrais médias e ducto venoso e relação sístole diástole das artérias umbilicais, permitindo a avaliação das condições hemodinâmicas vasculares uteroplacentário e feto-placentário (FRANZIN; SILVA, 1999; TAVARES *et al.*, 2013).

Também através da ferramenta Doppler é possível identificar as causas de retardo no crescimento intrauterino que pode se manifestar por alterações hemodinâmicas das artérias uterinas, artéria placentária ou da artéria umbilical (ASNAFI; HAJIAN, 2011; MOLNÁR *et al.*, 2015).

Estudando o efeito do tabagismo sobre a gestação Lees *et al.* (2001) observaram que o IP aumentou em gestantes que tiveram parto de risco representando, portanto, uma importante ferramenta para acompanhamento gestacional em mulheres.

Papageorghiou *et al.* (2004), realizaram estudos com Doppler em vasos uterinos e concluíram que há evidências de que o aumento da impedância ao fluxo nas artérias uterinas está associado com risco aumentado de desenvolvimento de pré-eclâmpsia, restrição do crescimento fetal e morte perinatal. Nesse contexto,

Rampello *et al.*, (2009) relataram que a velocimetria Doppler das artérias uterinas na fase precoce da gestação possui utilidade para qualificar o risco real em pacientes com histórico de pré-eclampsia ou isquemia vascular.

De acordo com Sasaki *et al.*, (1998), a doplervelocimetria contribui para o estudo não invasivo da circulação materna e fetal. Neste mesmo estudo os autores concluíram que os valores médios de sístole e diástole das artérias uterina e umbilical podem ter valor preditivo para hipóxia em casos de crescimento intrauterino retardado. Ghosh e Gudmundsson (2009) chegaram a conclusões similares, observando que os resultados obtidos pela ultrassonografia Doppler das artérias uterinas e umbilical possuem valor preditivo para gestações de fetos que potencialmente podem apresentar restrição de crescimento.

Segundo Strigini *et al.* (1995), os valores da relação sistólica-diafólica (S/D) das artérias uterina e umbilicais pode predizer gestações com partos espontâneos prematuros e a termo. Neste estudo os pesquisadores concluíram que a relação da S/D da artéria uterina foi significativamente maior nos pacientes com partos prematuros, enquanto que nenhuma diferença foi observada na relação S/D da artéria umbilical.

Segundo Mandruzzato (2015), a identificação da presença ou ausência de hipóxia fetal crônica pode ser avaliada através do estudo de vasos fetais, permitindo o monitoramento do paciente de risco. A circulação feto-placentária representa um parâmetro de alta sensibilidade e especificidade para detecção de resultados perinatais adversos possuindo, portanto, grande aplicabilidade na Medicina Obstétrica, sendo uma ferramenta valiosa para predição de desfechos indesejáveis da gravidez em mulheres de baixo risco, incluindo pré-eclampsia, natimortalidade, deslocamento prematuro da placenta e trabalho de parto prematuro (FRANZIN; SILVA, 1999; AFRAKHTEN *et al.*, 2014).

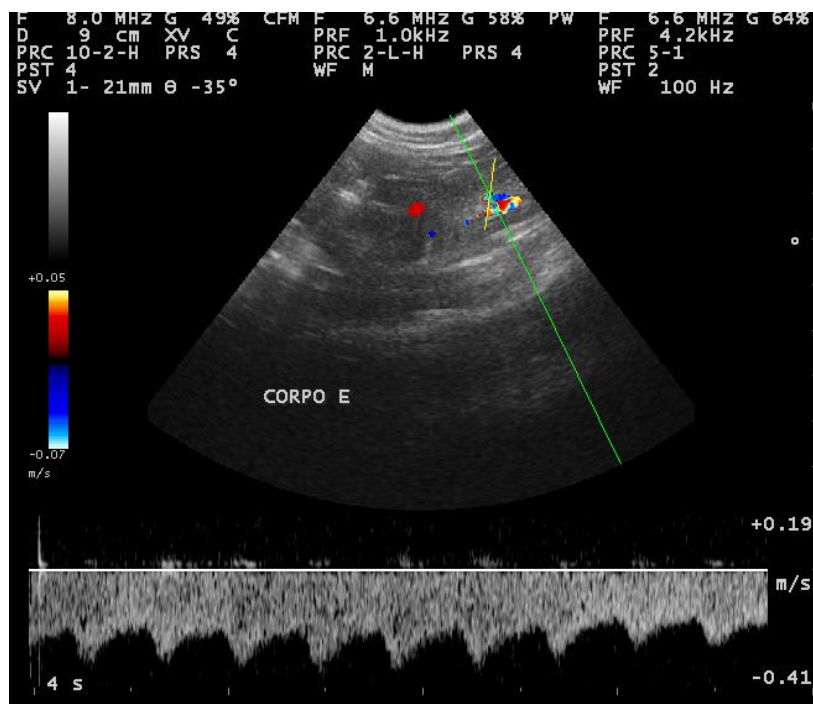
3.10.3 Ultrassonografia Doppler Gestacional em Animais

Nenhuma informação sobre características vasculares pode ser avaliada através da ultrassonografia bidimensional, sendo a ultrassonografia Doppler uma importante ferramenta que fornece informações em tempo real não apenas a respeito da arquitetura vascular, como também das características do fluxo dos

vasos (SCOTTI *et al.*, 2008; CARVALHO, 2009; BARBOSA *et al.*, 2013; SIMÕES *et al.*, 2011; BARBOSA; SILVA, 2012; SILVA *et al.*, 2012).

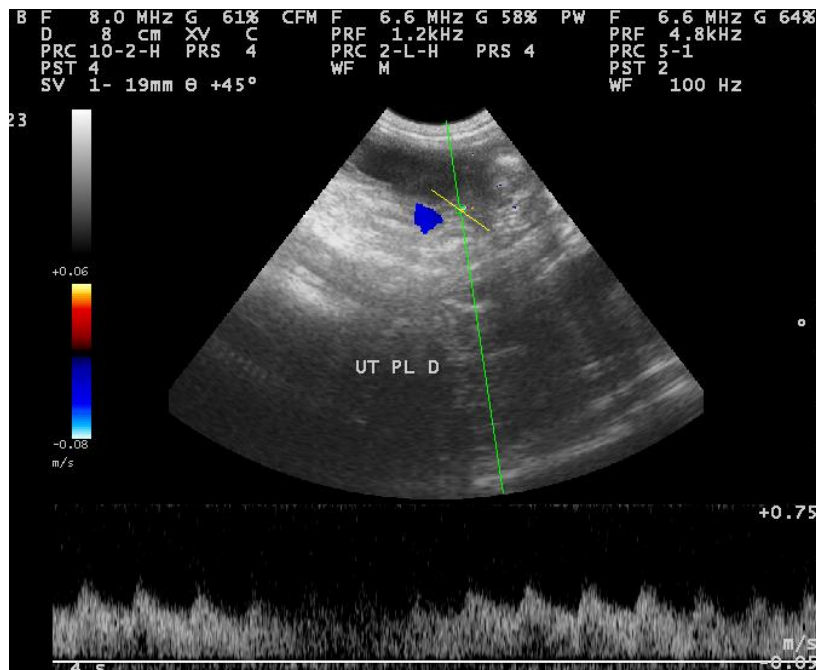
A ultrassonografia Doppler permite avaliar a velocidade, direção e tipo de fluxo dos vasos maternos e fetais, por meio dos índices de resistividade (IR) e pulsatilidade (IP), velocidades do pico sistólico (VPS) e diastólico final (VDF). (Figuras 25 e 26) (SIMÕES *et al.*, 2011; BARBOSA; SILVA, 2012; SILVA *et al.*, 2012; BARBOSA *et al.*, 2013).

Figura 25: Imagem de ultrassom Tríplex Doppler (colorido e pulsado) obtida a partir de transdutor convexo (5,0 – 8,0 MHz) da artéria uterina esquerda de gata Maine Coon com 40 dias de gestação. Onde CORPO E: Corpo uterino esquerdo.



Fonte: Arquivo pessoal em 08 de agosto de 2017

Figura 26: Imagem de ultrassom Tríplice Doppler (colorido e pulsado) obtida a partir de transdutor convexo (5,0 – 8,0 MHz) da artéria placentária de gata Maine Coon com 55 dias de gestação.



Fonte: Arquivo pessoal em 10 de julho de 2017

Na Medicina Veterinária a avaliação do perfil hemodinâmico dos vasos maternos e fetais vem sendo utilizado para monitoramento de gestação em diversos animais, tais como ovelhas, vacas, éguas, cadelas, coelhas e mais recentemente em gatas (BARBOSA; SILVA, 2012; PEREIRA *et al.*, 2012b).

Em cadelas diversos estudos reportaram que através da ultrassonografia Triplex Doppler é possível aferir de forma objetiva a circulação sanguínea uteroplacentária (MIRANDA; DOMINGUES, 2010; SIMOES *et al.*, 2011; FREEMAN *et al.*, 2013).

Em 1998, Nautrup realizou o primeiro estudo com ultrassonografia Doppler avaliando o desenvolvimento da circulação materno fetal de cadelas utilizando parâmetros de VPS, VDF, IP e IR das artérias uteroplacentárias, da aorta fetal e da artéria carótida comum. Neste estudo o autor concluiu que o IP, IR e a razão entre eles diminuem em quase todos os vasos. Apenas a artéria carótida comum fetal tem os IP e IR constantes durante a gestação, sendo que a adequada circulação é fundamental para o fornecimento das demandas de oxigênio e nutrientes fetais.

Alvarez e Liste (2005), relataram que os parâmetros hemodinâmicos das artérias uterinas podem permitir o diagnóstico precoce de gestação em cadelas,

antes mesmo da visibilização de vesículas embrionárias através da ultrassonografia bidimensional.

Em estudo anterior conduzido a partir de cadelas apresentando gestações anormais foi observado que o IR das artérias uterinas apresenta um aumento de seus valores, podendo auxiliar no diagnóstico de anormalidades gestacionais e, também, na identificação de alterações que precedem o aborto nessa espécie (BLANCP *et al.*, 2011).

Nesse contexto, estudos anteriores observaram a ocorrência de aumento do IR das artérias uteroplacentárias e umbilicais precedendo a morte fetal de fetos caninos, sugerindo maior dificuldade à passagem do fluxo sanguíneo no leito vascular, provavelmente em função da hipovascularização fetal e pela morte do concepto (FREITAS *et al.*, 2016).

Em sistemas de produção animal, a ultrassonografia tem sido utilizada para desenvolver estudos que visam uma melhor avaliação dos mecanismos fisiológicos envolvidos no ciclo estral, na gestação e no puerpério de fêmeas domésticas com o objetivo de melhorar os índices de fertilidade de rebanhos e aprimorar as tecnologias de reprodução assistida (MEDEIROS, 2016).

Analisando parâmetros do fluxo sanguíneo em vários estágios da gestação bubalina Varughese *et al.*, (2013) observaram aumento significativo na velocidade, volume de fluxo e diâmetro de ambas as artérias uterinas em função da maior demanda relacionada ao crescimento fetal; em contrapartida, nesse mesmo trabalho foi constatada redução no IR ao longo da gestação.

Utilizando Doppler colorido Siqueira *et al.* (2013) realizaram um experimento em éguas para determinar a acurácia do diagnóstico gestacional precoce baseado na perfusão sanguínea no CL 20 dias após a inseminação artificial em tempo fixo (IATF). Neste estudo foi constatado que apenas pela observação do aumento da perfusão sanguínea do corpo lúteo foi possível estabelecer diagnóstico de gestação definitivo com 99% de sensibilidade e apenas 0,4% de casos falso negativos.

Utilizando a ultrassonografia Doppler Elmetwally *et al.* (2016) observaram aumento da VM na artéria uterina e no volume do fluxo sanguíneo, enquanto os valores de IP e IR diminuíram até o momento do parto de ovelhas e cabras.

A ultrassonografia Doppler também tem sido utilizada para acompanhar a viabilidade embrionária em vacas, pois, o fluxo sanguíneo embrionário pode ser

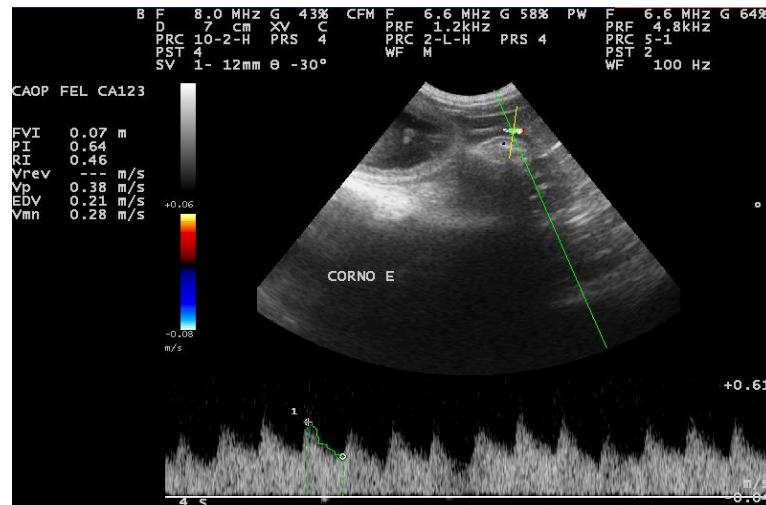
detectado inicialmente após a implantação, representando uma ferramenta confiável e sensível para monitoramento das perdas gestacionais (MIYAMOTO *et al.*, 2006).

Em gatas a ultrassonografia utilizando a ferramenta Doppler pode ser utilizada para acompanhar a gestação por meio da avaliação das artérias uterinas, ovarianas, uteroplacentárias, do cordão umbilical, da aorta e veia cava caudal fetal, podendo ser utilizado o Doppler colorido para identificação do vaso e depois o Doppler pulsado para mensuração do fluxo dos principais vasos sanguíneos (Figura 27 e 28) (SCOTTI *et al.*, 2008; BARBOSA; SILVA, 2012).

Scotti *et al.* (2008) e Pereira *et al.* (2012b) demonstraram que ocorre diminuição na perfusão uterina próximo ao trabalho de parto em gatas, observando que essa diminuição na perfusão se deve ao aumento na VPS e na VDF das artérias uteroplacentárias durante a gestação. No estudo de Pereira *et al.* (2012b) também foi avaliado o perfil vascular das artérias uterinas dos cornos uterinos majoritários (corno que apresentou maior número de filhotes) e minoritários (corno com menor número de filhotes), sendo possível concluir que a partir do 14º dia de gestação não há diferenças entre o IR e o IP entre os cornos.

Pereira *et al.* (2012a) realizaram o primeiro estudo que avaliou a interação entre o número de fetos presentes nos cornos uterinos direito e esquerdo com o perfil hemodinâmico local durante a gestação de 10 gatas. Nesse estudo foi observado que os cornos com maior população de filhotes apresentaram menores valores de IR e IP em relação às artérias uterinas dos cornos contendo menor número de fetos. Durante a gravidez, após agrupar os dados dos cornos com mais fetos e cornos uterinos menos fetos, verificou-se que houve uma diminuição gradual nos valores de IR e IP nos cornos uterinos com menos fetos, e esses índices atingiram o valores mínimos no dia 56, mantendo os baixos valores até o dia 63.

Figura 27: Imagem de ultrassom Tríplice Doppler (colorido e pulsado) obtida a partir de transdutor convexo (5,0 – 8,0 MHz) da artéria uterina de gata da raça Exótica apresentando 37 dias de gestação. Onde CORNO E: Corno uterino esquerdo.



Fonte: Arquivo pessoal em 3 de julho de 2017

Figura 28: Imagem de ultrassom Tríplice Doppler (colorido e pulsado) obtida a partir de transdutor convexo (5,0 – 8,0 MHz) da aorta de feto da espécie felina com 38 dias de gestação.



Fonte: Arquivo pessoal em 4 de julho de 2017

Blanco *et al.* (2014), descreveram os parâmetros Doppler das artérias uterinas, umbilicais, aorta abdominal fetal, artérias renal e carótida interna fetal, bem como a frequência cardíaca fetal, durante a gestação de gatas e concluíram que o fluxo sanguíneo destes vasos aumentou progressivamente durante o período gestacional normal, enquanto os IR destes mesmos vasos diminuiu até o

deflagramento do parto, em contrapartida à frequência cardíaca fetal que aumentou progressivamente até a primeira metade do período gestacional, apresentando queda até a parturição.

Blanco *et al.* (2016) realizaram um estudo com 20 gatas domésticas de pelos curtos para descrever os padrões fisiológicos e patológicos (relacionados à morte fetal induzida por droga abortiva) para o IR vascular e para a relação sistólica/diastólica (S/D) durante o período gestacional em felídeos. Nesse contexto, os autores observaram que o índice de resistência da artéria uterina e a razão S/D aumentou no grupo tratado com droga abortiva e, inversamente, diminuíram no grupo controle, o que permitiu a predição do desfecho obstétrico adverso.

Embora existam estudos que demonstrem os valores hemodinâmicos médios dos vasos maternos e fetais durante a gestação eutócica de gatas, poucos estudos contemplam a relação destes parâmetros com as possíveis anormalidades gestacionais. Além disso, não existem trabalhos explorando a possível relação entre os parâmetros hemodinâmicos das artérias ovarianas e com o número total de fetos e número de fetos por corno uterino.

A aplicabilidade da identificação das possíveis alterações de vascularização uterina e ovariana voltadas ao diagnóstico precoce da gestação de gatas também representam objetivos experimentais importantes voltados à abordagem obstétrica na espécie. Dessa forma, as lacunas de conhecimento supramencionadas motivam e inspiram a proposta de pesquisa aqui apresentada.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido no setor de Diagnóstico por Imagem do Hospital Veterinário da Universidade Metodista de São Paulo e obedeceram as normas estabelecidas pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Metodista de São Paulo (Protocolo número 173/2016).

4.1 ANIMAIS

Para o estudo foram selecionadas 10 gatas das raças Maine Coon (n=1), Exótico (n=3) e Bengal (n=6), de 2 a 4 anos com peso entre 3,0 e 6,0 quilogramas (kg) cedidas pelo Gatil Zanco localizado na cidade de Estiva Gerbi, São Paulo. Dos 10 animais inicialmente selecionados para o estudo apenas em uma gata (raça Exótico) não foi confirmada a gestação após o acasalamento natural sendo, portanto, excluída da pesquisa. As fêmeas foram alimentadas com ração comercial e mantidas em gaiolas individuais.

O momento do cio de cada gata foi identificado através do comportamento das fêmeas e então colocada com o macho para cópula. O acasalamento foi realizado por 1 a 6 dias consecutivos com o mesmo macho reprodutor.

4.2 EXAME ULTRASSONOGRÁFICO BIDIMENSIONAL

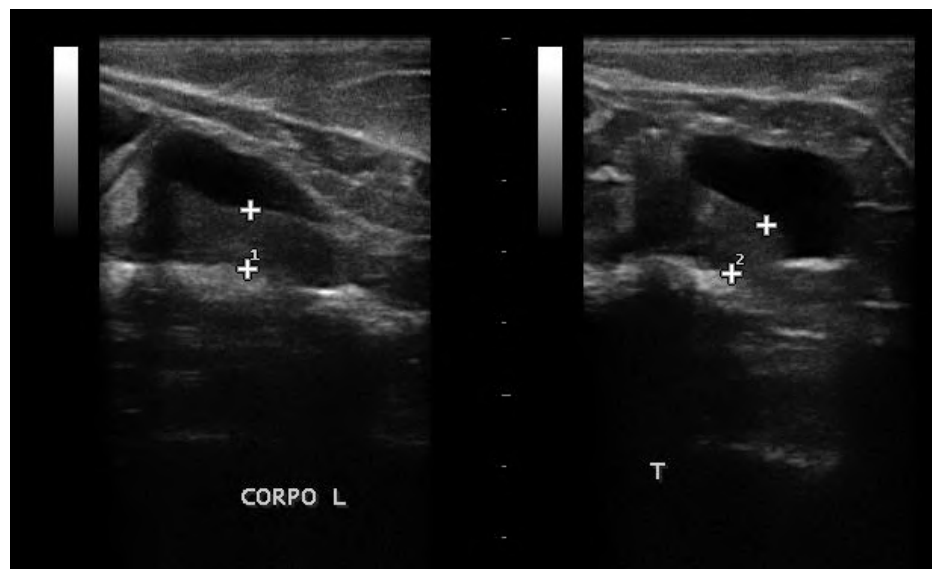
O exame ultrassonográfico foi realizado através de aparelho MyLab 40 Vet Esaote (Gênova, Itália) dotado de transdutores linear (7,5 -12,0 MHz) e microconvexo (5,0 – 8,0 MHz). Todos os exames foram conduzidos em sala climatizada (22°C a 23°C), após prévia preparação do paciente envolvendo tricotomia e aplicação de gel acústico na região abdominal ventral. Os exames foram

realizados posicionando-se as gatas em decúbito dorsal e lateral (direito e esquerdo), sem a aplicação de nenhum agente sedativo ou anestésico.

Os exames ultrassonográficos foram conduzidos semanalmente a partir da data da última cópula de cada animal até a semana do parto, de acordo com metodologia adaptada de Scotti *et al.* (2008). Dessa forma, cada gata foi submetida a 8 exames ultrassonográficos, com duração de 30 minutos (gestações iniciais) a 1 hora (terço final da gestação), sendo que todas as avaliações foram conduzidas pela mesma Médica Veterinária.

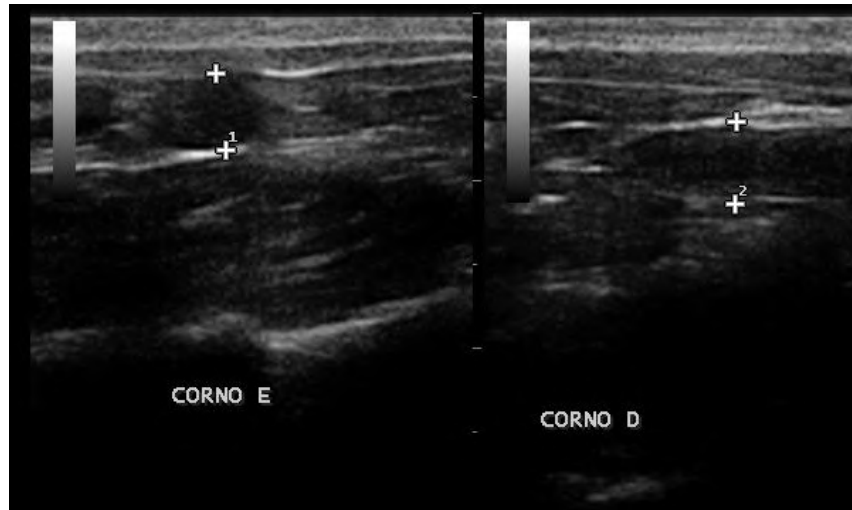
Primeiramente foi realizado exame ultrassonográfico bidimensional com transdutor linear para localização o corpo uterino (estrutura tubular hipocogênica, utilizando como janela acústica a bexiga urinária), em região cranial a cérvix e cornos uterinos (estrutura tubular hipocogênica) (Figuras 29 e 30), além da localização dos ovários direito e esquerdo (estruturas ovaladas hipocogênicas em região caudal aos rins), de acordo com Davidson e Baker (2009) e Brito *et al.* (2012). Após a localização destas estruturas foi realizada mensuração eletrônica nos cortes longitudinal e transversal.

Figura 29: Imagem de ultrassom bidimensional (modo B) com transdutor linear (7,5 – 12,0 MHz), do corpo uterino como estrutura tubular hipocogênica nos cortes longitudinal e transversal em gestação de fêmea da espécie felina da raça Bengal com 25 dias após última monta natural. Onde CORPO L: Corpo uterino em corte longitudinal; T: corte transversal. Cáliper nº1 mediu 0,83 cm de diâmetro e cáliper nº2 mediu 0,84 cm de diâmetro.



Fonte: Arquivo pessoal em 10 de julho de 2017

Figura 30: Imagem de ultrassom bidimensional (modo B) com transdutor linear (7,5 – 12,0 MHz), dos cornos uterinos esquerdo e direito como estrutura tubular hipocogênica nos cortes longitudinal com 9 dias após acasalamento de fêmea da espécie felina da raça Bengal. Onde CORNO E: corno uterino esquerdo; CORNO D: corno uterino direito. Cáliper nº1 mediu 0,83 cm de diâmetro e cáliper nº2 mediu 0,49 cm de diâmetro.



Fonte: Arquivo pessoal em 27 de junho de 2017.

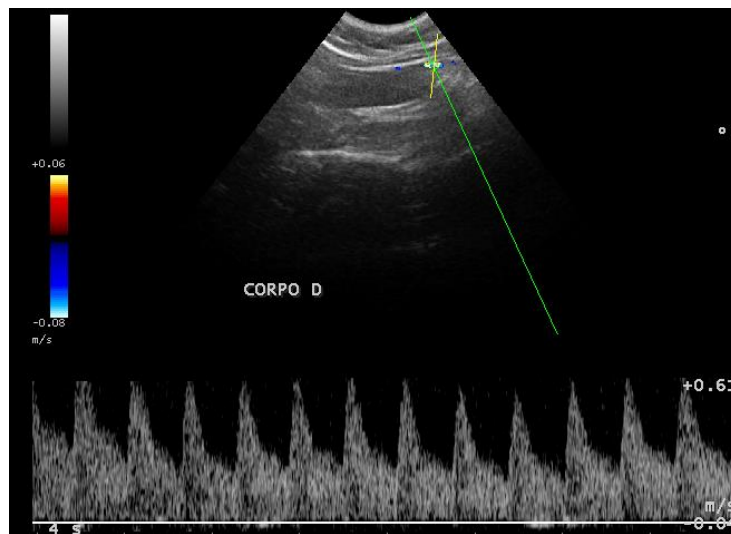
4.3 ULTRASSONOGRAFIA COM MAPEAMENTO DOPPLER COLORIDO E PULSADO

Após a localização e mensuração do corpo, cornos do útero e ovários, foi identificada a artéria uterina (paralela ao corpo e cornos) utilizando a ferramenta Doppler colorido e posterior avaliação dos índices de VPS, VDF, IR e IP com a ferramenta Doppler pulsado (Figuras 31 e 32) com transdutor convexo (5,0-8,0 MHz) de acordo com metodologia proposta por Brito *et al.* (2012).

A viabilidade fetal foi acompanhada ao longo de todo período gestacional por meio da identificação e avaliação dos índices hemodinâmicos (VPS, VDF, IR e IP) das artérias umbilicais, na região flutuante do cordão umbilical do feto mais caudal em relação ao corno uterino e das artérias uteroplacentárias localizadas entre os sacos gestacionais, além da aorta abdominal do feto localizada em posição caudal de acordo com metodologia proposta por Scotti *et al.* (2008) e Pereira *et al.* (2012a) (Figuras 33, 34 e 35).

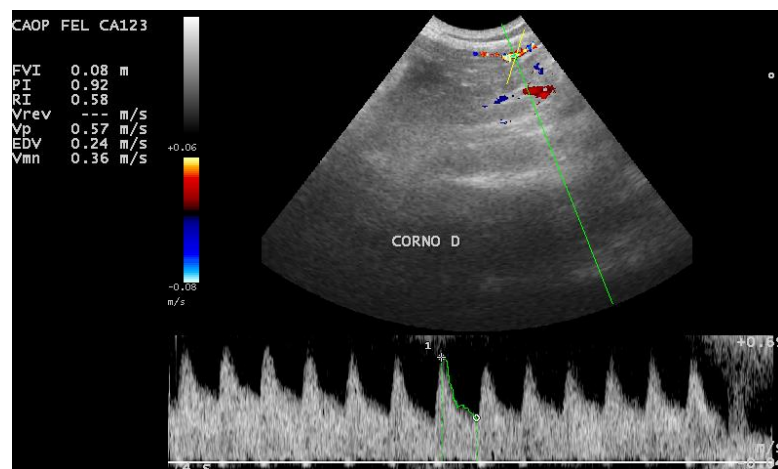
Também foram identificados os vasos periféricos ovarianos através do Doppler colorido e posterior avaliação com Doppler pulsado para determinar os índices de VPS, VDF, IR e IP (Figura 36).

Figura 31: Imagem de ultrassom Tríplice Doppler (colorido e pulsado) com transdutor convexo (5,0 – 8,0 MHz), da artéria uterina do corpo do útero em gestação de 49 dias de fêmea da espécie felina da raça Bengal. Onde CORPO D: lado direito do corpo uterino.



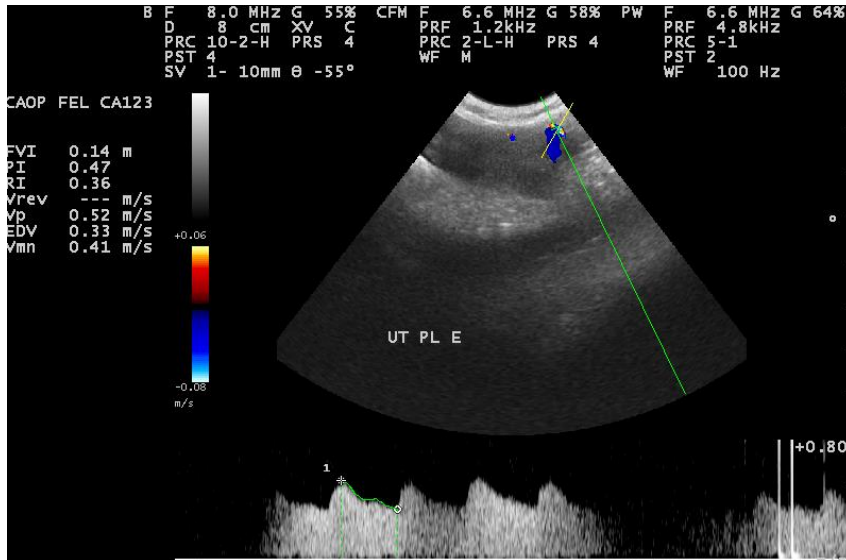
Fonte: Arquivo pessoal em 08 de agosto de 2017

Figura 32: Imagem de ultrassom Tríplice Doppler (colorido e pulsado) com transdutor convexo (5,0 – 8,0 MHz), da artéria uterina no corno do útero direito em gestação de 41 dias de fêmea da espécie felina da raça Bengal. Onde CORPO D: lado direito do corpo uterino.



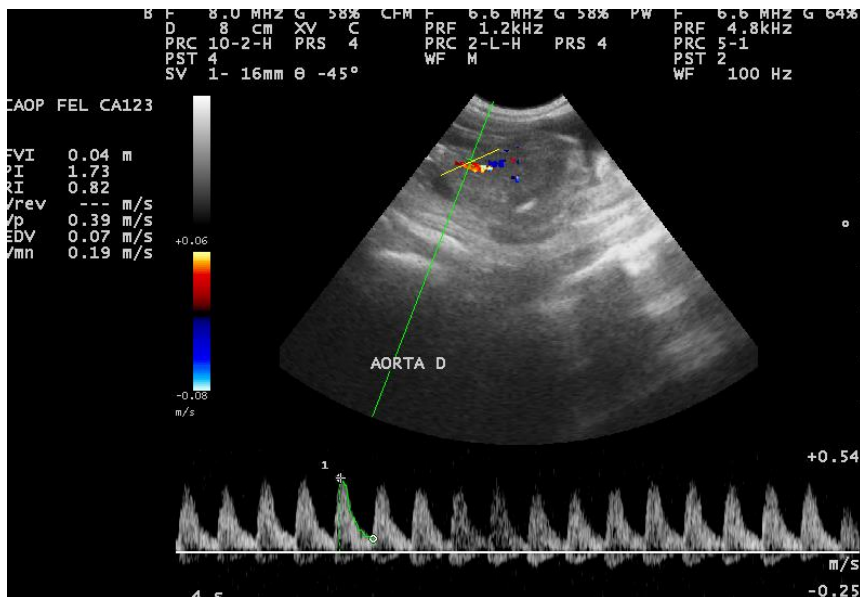
Fonte: Arquivo pessoal em 26 de junho de 2017.

Figura 33: Imagem de ultrassom Tríplex Doppler (colorido e pulsado) com transdutor convexo (5,0 – 8,0 MHz), da artéria útero placentária adjacente a vesícula gestacional do feto mais caudal do lado esquerdo em gestação de 38 dias de fêmea da espécie felina da raça Maine Coon. Onde UT PL E: Artéria útero placentária esquerda.



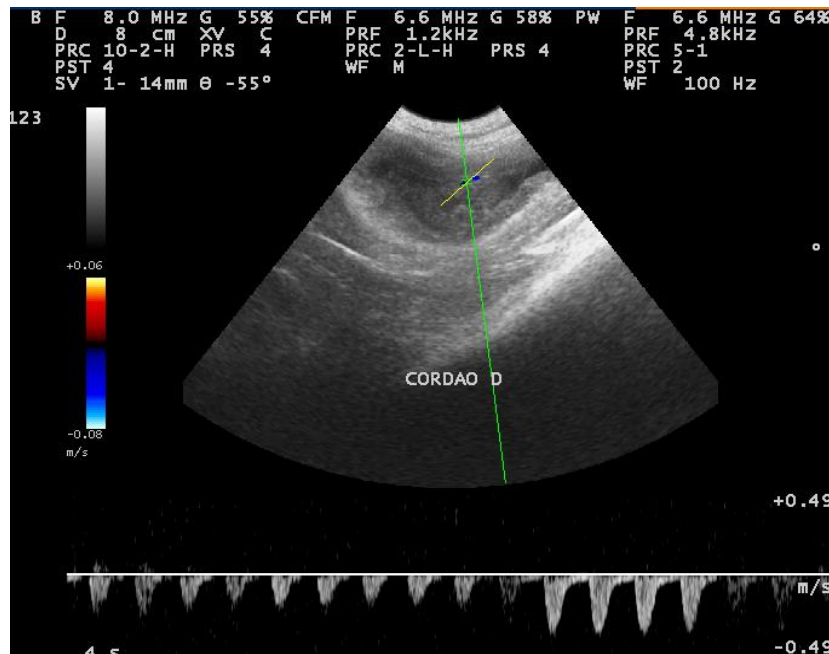
Fonte: Arquivo pessoal em 26 de julho de 2017.

Figura 34: Imagem de ultrassom Tríplex Doppler (colorido e pulsado) com transdutor convexo (5,0 – 8,0 MHz), da aorta do feto localizado mais caudal do lado direito em gestação de 50 dias de fêmea da espécie felina da raça Exótica. Onde AORTA D: Aorta direita.



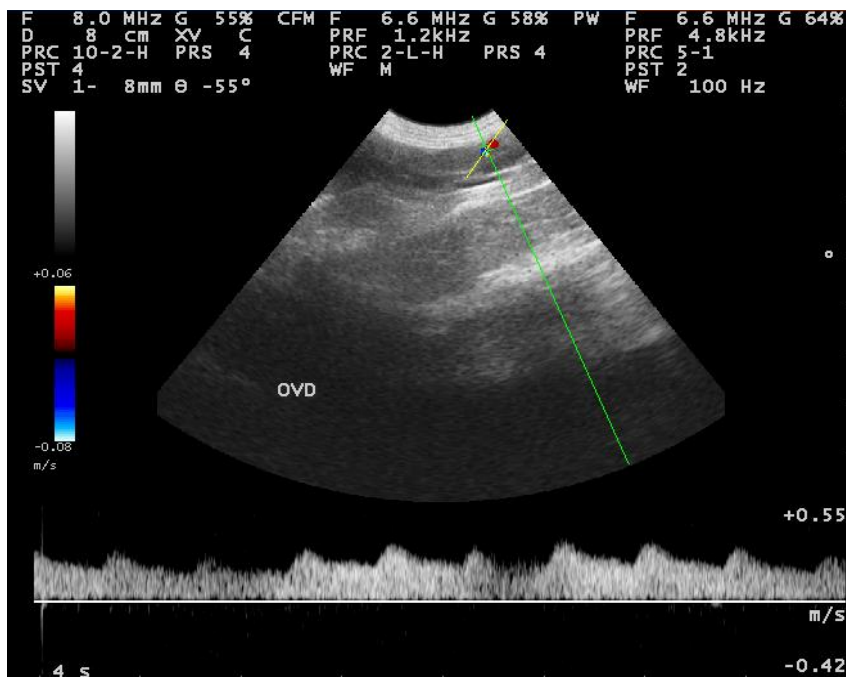
Fonte: Arquivo pessoal em 17 de julho de 2017

Figura 35: Imagem de ultrassom Tríplice Doppler (colorido e pulsado) com transdutor convexo (5,0 – 8,0 MHz), da artéria do cordão umbilical do feto localizado mais caudal do lado direito em gestação de 38 dias fêmea da espécie felina da raça Maine Coon. Onde CORDÃO D: Cordão umbilical direito.



Fonte: Arquivo pessoal em 25 de julho de 2017

Figura 36: Imagem de ultrassom Tríplice Doppler (colorido e pulsado) com transdutor convexo (5,0 – 8,0 MHz), da artéria ovariana em 38 dias de gestação de fêmea da espécie felina da raça Maine Coon. Onde OVD: Ovário direito.



Fonte: Arquivo pessoal em 25 de julho de 2017.

Foram realizados pelo menos três ciclos consecutivos para obtenção dos traçados de cada parâmetro analisado para cada região avaliada. A identificação correta do fluxo arterial foi marcada quando o padrão gráfico da ferramenta Doppler espectral alcançado apresentar picos sistólicos consecutivos, com velocidade e amplitude semelhantes, segundo adaptado de Pereira et al. (2012a/b). Todos os valores foram calculados de forma eletrônica pelo aparelho e as medidas adquiridas em triplicata da mesma onda pós-processamento da imagem.

5 ANALISE ESTATÍSTICA

Cada um dos parâmetros hemodinâmicos (IR, IP, VPS e VDF) foram mensurados pelo aparelho de forma consecutiva em triplicata da mesma onda pós-processamento da imagem, gerando uma média para cada um dos 8 momentos experimentais, de acordo com o lado (esquerdo e direito) e região anatômica examinada. Os dados gerados a partir das avaliações semanais foram subsequentes comparados através de análise de medidas repetidas no tempo através de modelo estatístico linear geral de análise de variância com medidas repetidas (GLM, SAS INSTITUTE). A associação das diferentes variáveis hemodinâmicas com o número de filhotes por corno uterino e tempo gestacional foram testadas através de modelo de correlação de Pearson. Diferenças foram consideradas quando $p < 0,05$.

6 RESULTADOS

Dos 10 animais inicialmente selecionados para o estudo apenas em uma gata não foi confirmada a gestação após a monta natural sendo, portanto, excluída da pesquisa. Os 9 animais restantes foram submetidos a exames ultrassonográficos semanais, sendo que todos os trabalhos de parto se desencadearam de forma eutócica entre 60 a 63 dias após a última cobertura de cada gata.

6.1 VELOCIDADE DO PICO SISTÓLICO

As artérias dos cornos uterinos apresentaram variação na VPS ($p=0,0006$) ao longo do período gestacional, sendo observados maiores valores médio na fase correspondente a 5^a e 6^a semana da gestação (0,48 cm/s e 0,50 cm/s respectivamente), seguido por discreto declínio, coincidente com a aproximação do momento do parto ($p=0,37188$; Gráfico-1).

As artérias do corpo do útero apresentaram mesmo comportamento dos ramos arteriais dos cornos uterinos em relação à VPS, havendo maior velocidade sistólica entre a 5^a e 6^a semanas do período gestacional (0,44 cm/s e 0,54 cm/s, respectivamente). Após esse período, foi observado discreto declínio nos valores, novamente coincidindo com a aproximação do trabalho de parto (Gráfico-2).

Gráfico 1: Valores médios (\pm SD) da velocidade do pico sistólico (VPS; cm/s) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) das artérias dos cornos uterinos (avaliação bilateral) de gatas acompanhadas ao longo de 8 semanas do período gestacional. Letras diferentes indicam as diferenças encontradas para VPS em cada avaliação ultrassonográfica.

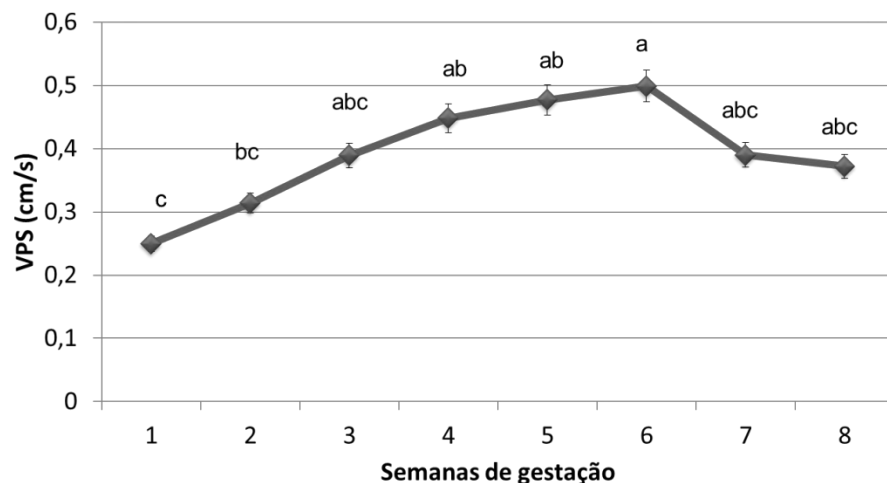
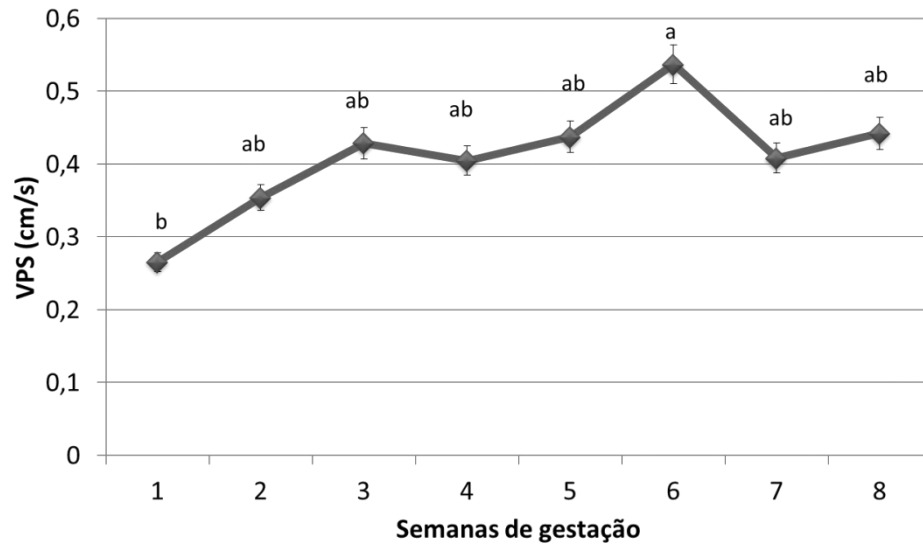
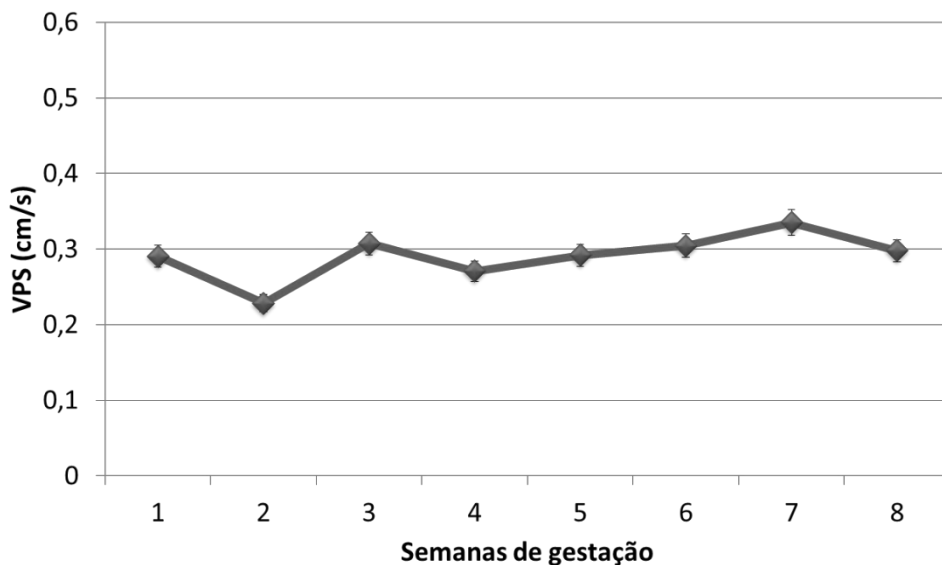


Gráfico 2: Valores médios (\pm SD) da velocidade do pico sistólico (VPS; cm/s) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) das artérias do corpo uterino esquerdo e direito de gatas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional. Letras diferentes indicam as diferenças encontradas para VPS em cada avaliação ultrassonográfica.



Os valores de VPS mensurados a partir das artérias periféricas ovarianas se mantiveram constantes durante as 8 semanas de gestação, não apresentando diferenças ao longo do período avaliado ($p=0,2756$; Gráfico-3).

Gráfico 3: Valores médios (\pm SD) da velocidade do pico sistólico (VPS; cm/s) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) das artérias periféricas dos ovários de gatas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional.



As artérias placentárias foram identificadas somente a partir da visualização das vesículas gestacionais sendo, portanto, avaliadas inicialmente a partir da segunda semana de gestação. Essas artérias apresentaram valores constantes para VPS durante todo período gestacional, não sendo observadas diferenças ($p=0,5444$). No entanto, discreta elevação numérica ($p>0,05$) na velocidade sistólica foi observada entre a 5ª e 6ª semana do período gestacional felino, seguido pela queda, também numérica, na última semana de gestação (Gráfico-4).

A VPS da aorta fetal foi identificada apenas a partir da 3ª semana do período gestacional, não sendo observada variação dos valores durante todo o período avaliado ($p=0,4541$; Gráfico-5).

As artérias do cordão umbilical foram identificadas a partir da 2ª semana em sacos gestacionais posicionados em ambos os cornos, sendo observadas diferenças para VPS dessa região anatômica ($p<0,0001$) ao longo do período gestacional, com aumento significativo entre a 5ª e 6ª semanas (Gráfico-6).

Gráfico 4: Valores médios (\pm SD) da velocidade do pico sistólico (VPS; cm/s) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) das artérias placentárias localizadas adjacente às vesículas gestacionais de gatas.

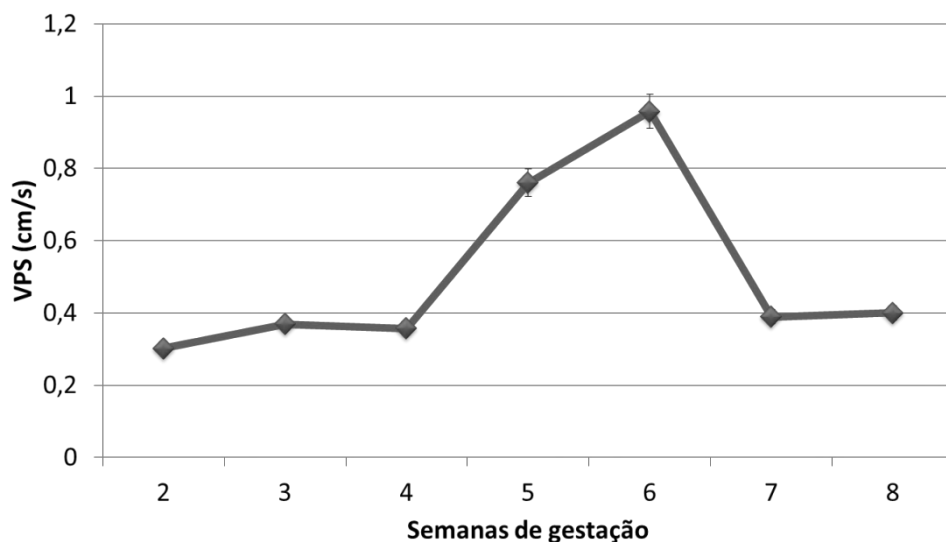


Gráfico 5: Valores médios (\pm SD) da velocidade do pico sistólico (VPS; cm/s) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) da aorta de fetos localizados caudalmente em ambos os cornos uterinos. Gestações felinas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional.

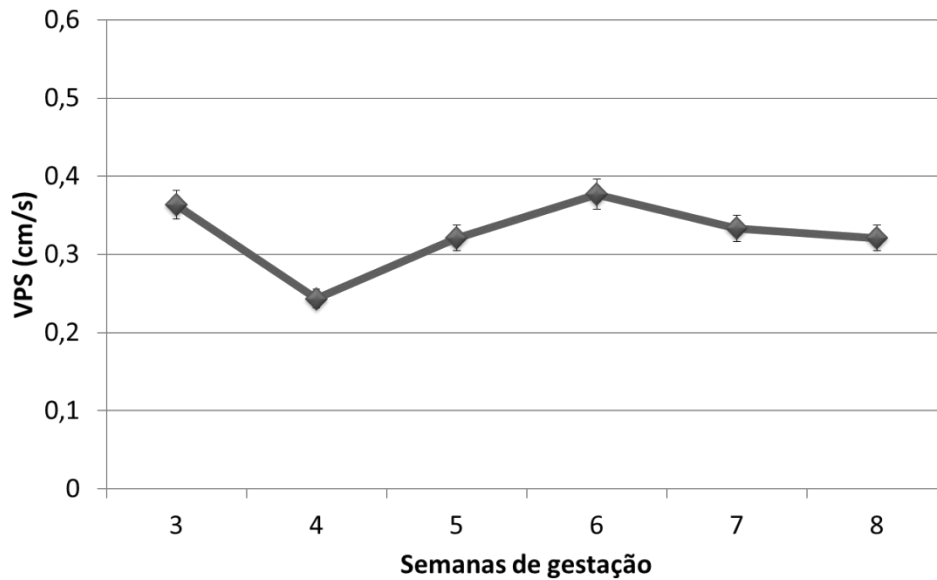
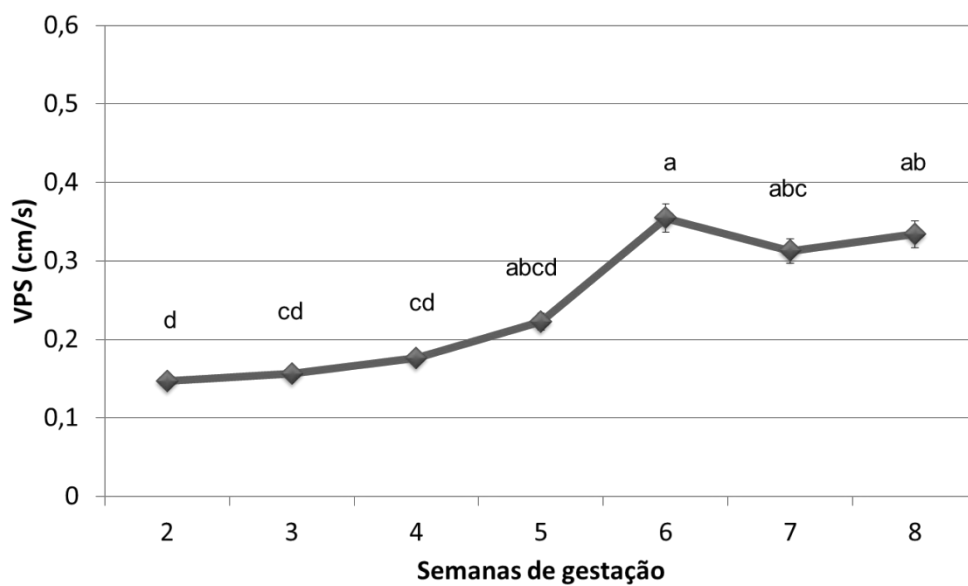


Gráfico 6: Valores médios (\pm SD) da velocidade do pico sistólico (VPS; cm/s) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) das artérias dos ramos arteriais que compõe o cordão umbilical felino de gatas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional. Letras diferentes indicam as diferenças encontradas para VPS em cada avaliação ultrassonográfica.



6.1.1 Correlação da VPS das Diferentes Regiões Anatômicas

O número de fetos por corno apresentou correlação positiva com os valores médios da VPS da aorta fetal, cordão umbilical, corpo e cornos uterinos, além de correlação negativa com a VPS dos ovários e artérias placentárias. Porém o coeficiente de correlação entre número de fetos por gestação e a velocidade de pico sistólico das diferentes regiões anatômicas foi baixo para todos os parâmetros estudados (Tabela-3).

Tabela 3: Coeficiente de correlação e nível de significância da velocidade de pico sistólico (VPS, cm/s), de acordo com o número de filhotes e região anatômica avaliada ao longo do período gestacional felino.

	Número de filhotes	Aorta fetal	Corpo útero	Artéria placentária	Ovários	Cornos uterinos	Cordão umbilical
Número de filhotes	1	0,12	0,17	-0,03	-0,06	0,11	0,22
P		0,4538	0,1631	0,8051	0,6289	0,3485	0,1148
Aorta fetal		1	0,26	-0,07	0,13	0,45	0,26
P			0,1106	0,6873	0,424	0,0039	0,1111
Corpo do útero			1	-0,08	0,13	0,48	0,07
P				0,5707	0,2819	<.0001	0,6339
Artéria placentária				1	0,2	0,04	-0.00008
P					0,1385	0,7911	0,9995
Ovários					1	0,37	0,12
P						0,0016	0,3863
Cornos uterinos						1	0,07
P							0,6377
Cordão umbilical							1

6.2 VELOCIDADE DIASTÓLICA FINAL

As artérias dos cornos uterinos demonstraram diferença para a VDF ao longo do período gestacional ($p < 0,0001$), havendo aumento dos valores entre a 5ª e 6ª semana de gestação, seguido de declínio nos momentos subsequentes. Um comportamento semelhante pôde ser observado nas artérias do corpo do útero, apresentando aumento ($p = 0,0001$) da VDF nos ramos laterais direito e esquerdo dos valores entre a 5ª e 6ª semana (0,20 cm/s e 0,24 cm/s respectivamente), com discreto declínio nas semanas seguintes (Gráficos-7 e 8).

As artérias periféricas dos ovários (esquerdo e direito) não exibiram alterações nos valores da VDF em ambos os lados estudados e ao longo do período gestacional ($p=0,2072$; Gráfico-9).

Gráfico 7: Valores médios (\pm SD) da velocidade diastólica final (VDF; cm/s) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) das artérias dos cornos uterinos esquerdo e direito de gatas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional. Letras diferentes indicam as diferenças encontradas para VDF em cada avaliação ultrassonográfica.

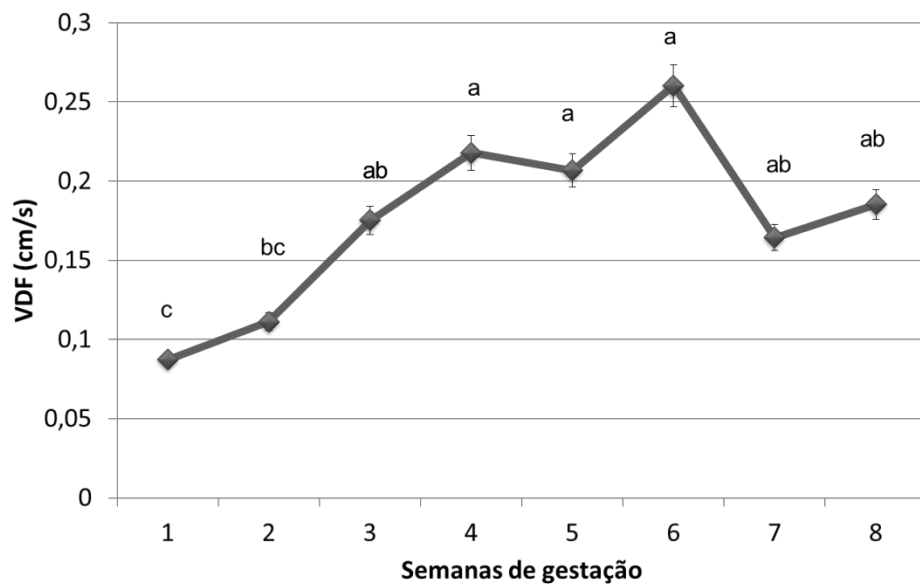


Gráfico 8: Valores médios (\pm SD) da velocidade diastólica final (VDF; cm/s) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) das artérias do corpo uterino esquerdo e direito de gatas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional. Letras diferentes indicam as diferenças encontradas para VDF em cada avaliação ultrassonográfica.

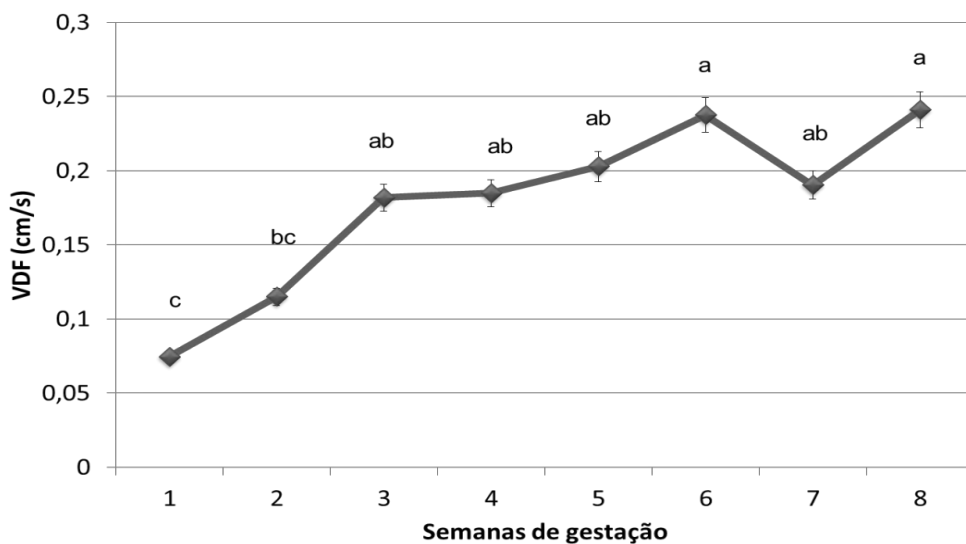
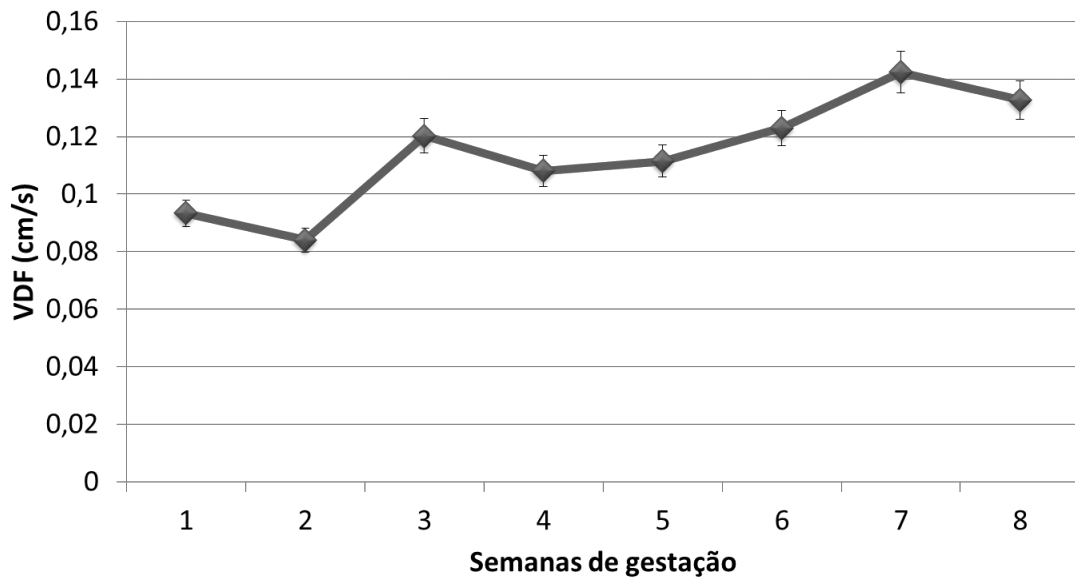


Gráfico 9: Valores médios (\pm SD) da velocidade diastólica final (VDF; cm/s) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) das artérias periféricas dos ovários esquerdo e direito de gatas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional.



A VDF das artérias placentárias não apresentou variações ($p=0,1449$) ao longo das 8 semanas de gestação, embora discreto aumento numérico tenha sido observado entre a 6^a e 7^a semanas de gestação, seguido pela queda coincidente com a aproximação do parto (Gráfico-10).

A aorta dos fetos foi visibilizada a partir da 3^a semana de gestação, apresentando aumento dos valores médios de VDF ($p=0,0024$) até a semana que antecedeu ao parto (Gráfico-11).

Os valores médios de VDF a partir da avaliação das artérias do cordão umbilical esquerdo (CUE) e direito (CUD) foram obtidos apenas a partir da 2^a semana, apresentando aumento relacionado à evolução do período gestacional ($p<0,0001$), de acordo com Gráfico-12 abaixo.

Gráfico 10: Valores médios (\pm SD) da velocidade diastólica final (VDF; cm/s) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) das artérias do leito placentário (localizado adjacente as vesículas gestacionais) das gatas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional.

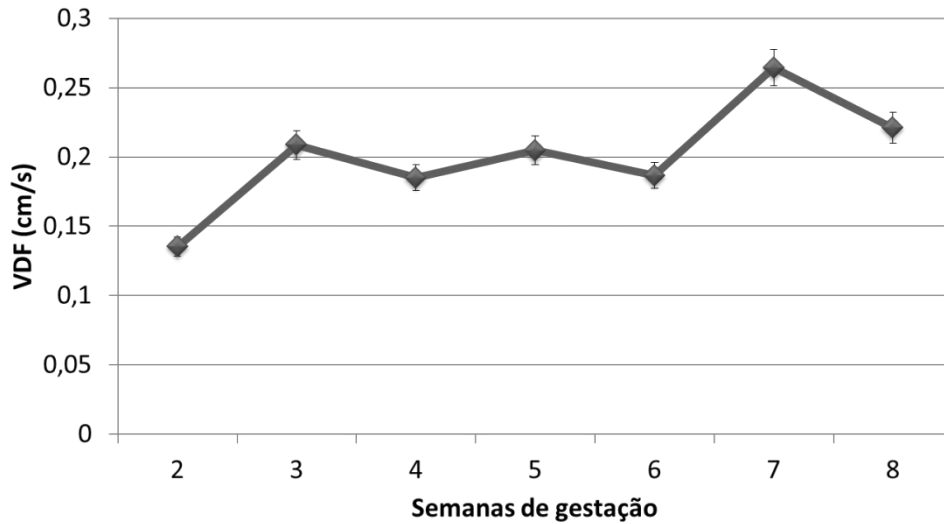


Gráfico 11: Valores médios (\pm SD) da velocidade diastólica final (VDF; cm/s) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) da aorta de fetos dispostos caudalmente em ambos os cornos uterinos de gatas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional. Letras diferentes indicam as diferenças encontradas para VDF em cada avaliação ultrassonográfica.

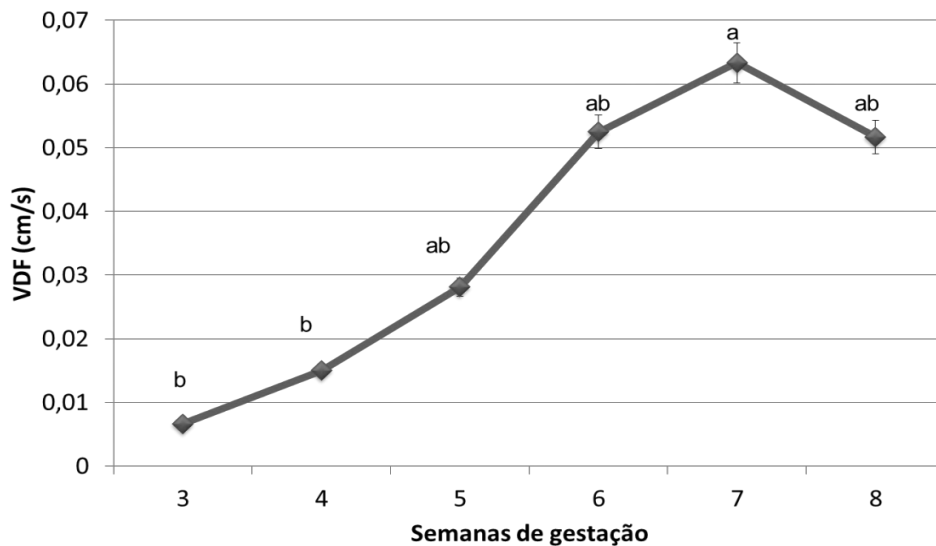
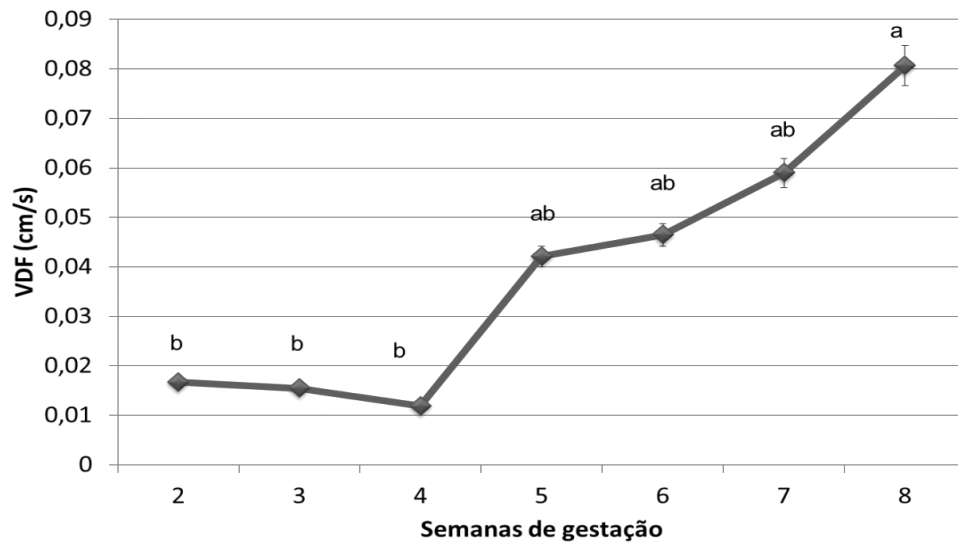


Gráfico 12: Valores médios (\pm SD) da velocidade diastólica final (VDF, cm/s) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) dos ramos arteriais que compõem o cordão umbilical felino. Gatas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional. Letras diferentes indicam as diferenças encontradas para VDF em cada avaliação ultrassonográfica.



6.2.1 Correlação da VDF das Diferentes Regiões Anatômicas

O número de fetos por corno apresentou correlação positiva com os valores médios da VDF da aorta fetal, cordão umbilical, corpo e cornos uterinos, dos ovários e artérias placentárias. Porém o coeficiente de correlação entre número de fetos por gestação e a VDF das diferentes regiões anatômicas foi baixo para todos os parâmetros estudados.

A VDF do corpo uterino demonstrou baixa correlação com a mesma variável analisada nas artérias placentárias, ovários e cordão umbilical, exibindo uma relação negativa somente com o cordão umbilical; já a VDF dos cornos uterinos apresentou alta correlação positiva com o corpo uterino ($r^2=0,63$; $p<0,0001$).

A VDF das artérias placentárias apresentou baixa correlação com a VDF das artérias periféricas de ambos os ovários, cornos uterinos e cordão umbilical, havendo relação negativa somente com essa última região.

A Tabela-4 abaixo ilustra os valores obtidos para o teste de correlação entre o VDF das diferentes regiões anatômicas estudadas durante a gestação felina.

Tabela 4: Coeficiente de correlação e nível de significância da velocidade diastólica final (VDF, cm/s), de acordo com o número de filhotes e região anatômica avaliada ao longo do período gestacional felino.

	Número de filhotes	Aorta fetal	Corpo útero	Artéria placentária	Ovários	Cornos uterinos	Cordão umbilical
Número de filhotes	1	0,02	0,33	0,07	0,3	0,26	0,09
P		0,8866	0,005	0,5881	0,0117	0,0261	0,5512
Aorta fetal		1	0,14	0,40	0,04	0,17	0,47
P			0,4132	0,013	0,8334	0,3088	0,0029
Corpo do útero			1	0,28	0,29	0,63	-0,05
P				0,0344	0,0158	<.0001	0,7111
Artéria placentária				1	0,47	0,49	0,06
P					0,0002	<.0001	0,6877
Ovários					1	0,42	0,04
P						0,0003	0,7862
Cornos uterinos						1	-0,06
P							0,6688
Cordão umbilical							1

6.3 ÍNDICE DE RESISTIVIDADE

As artérias dos cornos uterinos esquerdo e direito apresentaram queda dos valores médios do IR ao longo do período gestacional ($p < 0,0001$; Gráfico-13). Padrão semelhante foi observado para o IR das artérias do corpo do útero, que exibiram diminuição dos valores médios quando comparadas a 1ª e a 8ª semana (0,64 e 0,51, respectivamente; $p < 0,0001$) de gestação (Gráfico-14).

As artérias periféricas de ambos os ovários não apresentaram variação para o IR ($p = 0,3849$) ao longo do período gestacional, de acordo com o Gráfico-15 abaixo.

Gráfico 13: Valores médios (\pm SD) do índice de resistividade (IR) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) das artérias dos cornos uterinos esquerdo e direito de gatas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional. Letras diferentes indicam as diferenças encontradas para IR em cada avaliação ultrassonográfica.

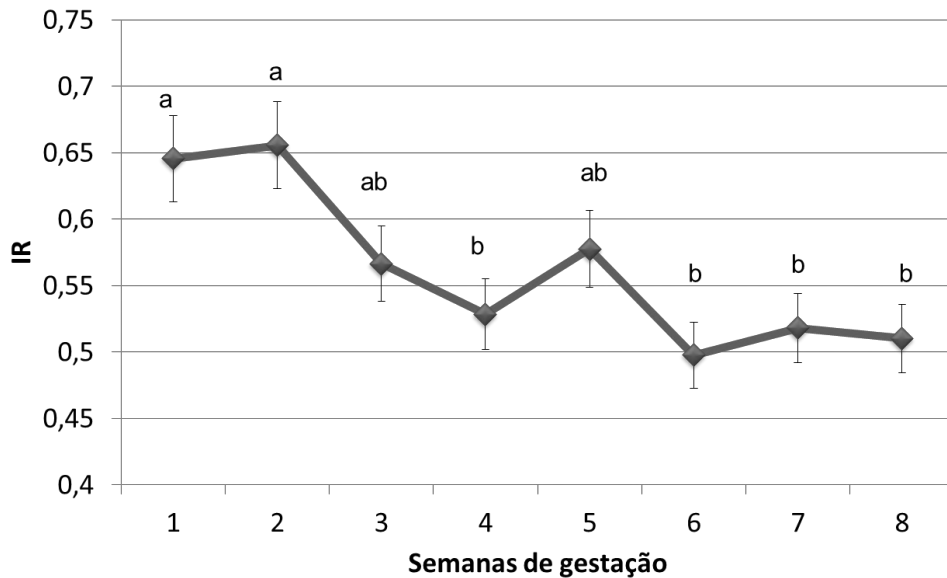


Gráfico 14: Valores médios (\pm SD) índice de resistividade (IR) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) das artérias do corpo uterino de gatas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional. Letras diferentes indicam as diferenças encontradas para IR em cada avaliação ultrassonográfica.

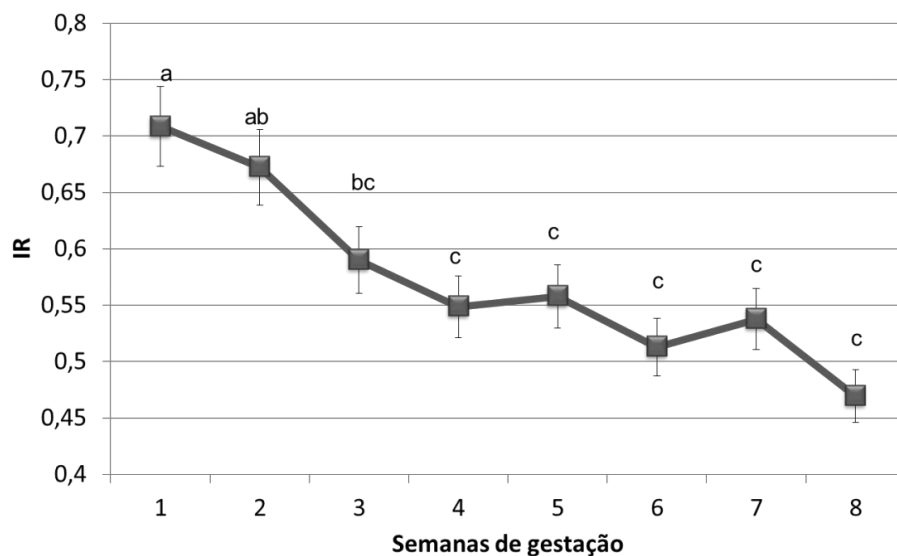
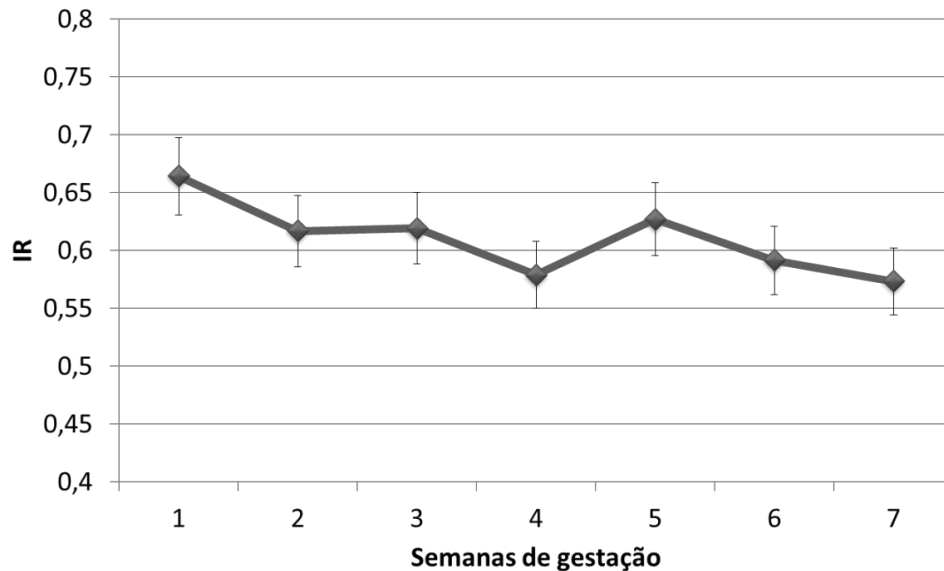


Gráfico15: Valores médios (\pm SD) índice de resistividade (IR) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) das artérias periféricas dos ovários esquerdo e direito de gatas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional.



Padrão semelhante foi observado para o índice de resistividade das APE e APD, que não exibiram variações significativas ao longo do período avaliado ($p=0,2972$; Gráfico-16).

A aorta fetal foi visibilizada a partir da 3ª semana do período gestacional, havendo queda no IR ($p<0,0001$) ao longo das 8 semanas de gestação (Gráfico-17).

Já os valores médios do IR para o cordão umbilical foram avaliados a partir da 2ª semana, sendo evidenciada queda significativa ($p<0,0001$) ao longo do período gestacional de gatas (Gráfico-18).

Gráfico 16: Valores médios (\pm SD) do índice de resistividade (IR) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) das artérias do leito placentário (adjacente as vesículas gestacionais) de gatas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional.

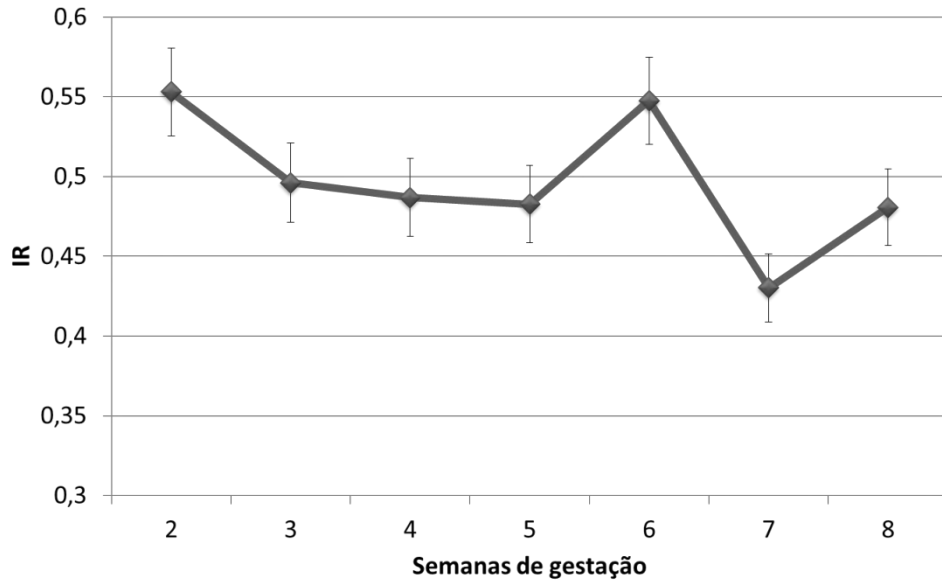


Gráfico 17: Valores médios (\pm SD) do índice de resistividade (IR) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) da aorta de fetos localizados caudalmente em ambos os cornos uterinos de gatas. Letras diferentes indicam as diferenças encontradas para IR em cada avaliação ultrassonográfica.

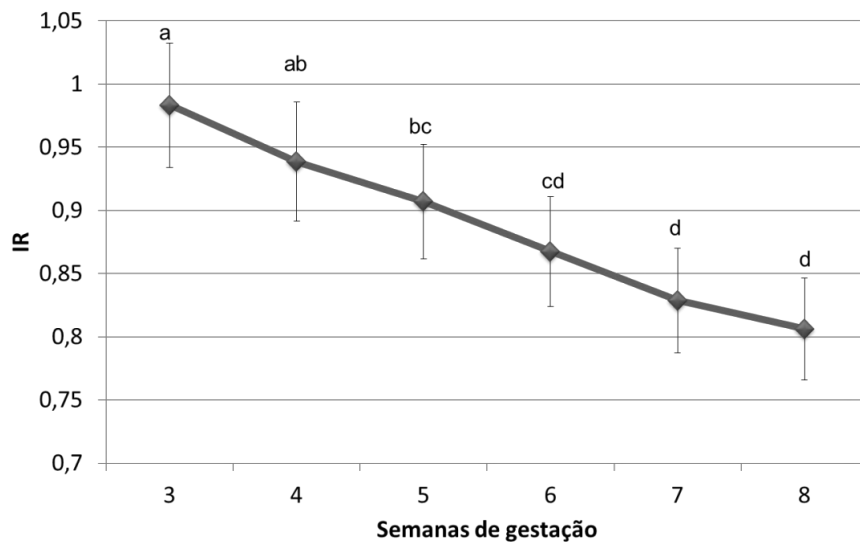
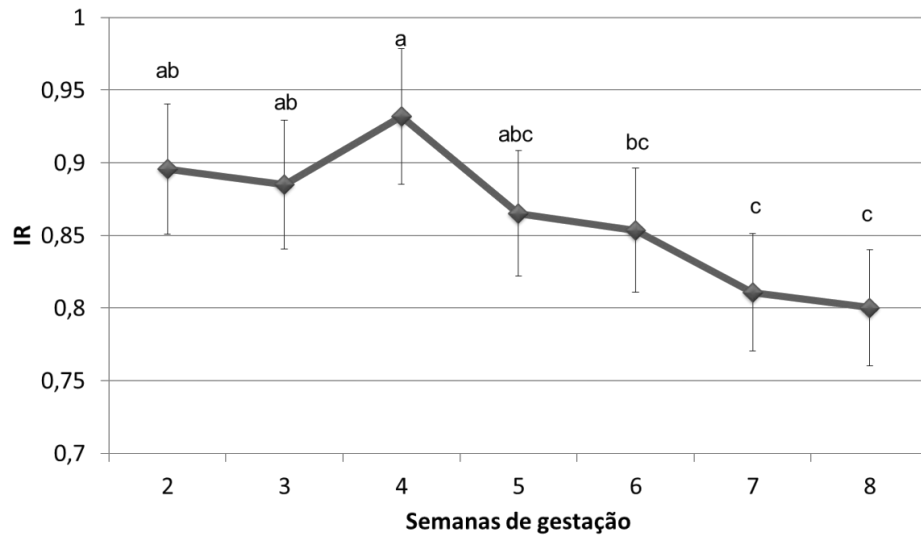


Gráfico 18: Valores médios (\pm SD) índice de resistividade (IR) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) dos ramos arteriais que compõem o cordão umbilical felino de gatas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional. Letras diferentes indicam as diferenças encontradas para IR em cada avaliação ultrassonográfica.



6.3.1 Correlação do IR das Diferentes Regiões Anatômicas

Em relação aos valores médios obtidos para o índice de resistividade o número de filhotes apresentou correlação positiva e de baixa intensidade com o IR da aorta fetal e artérias do cordão umbilical e relação negativa com o IR das artérias do corpo e cornos uterinos, artérias periféricas de ambos os ovários e artérias do leito placentário.

O IR da aorta fetal apresentou baixa correlação com a artéria do corpo e cornos uterinos, ovários e artéria placentária, porém demonstrou alta correlação com o IR da artéria do cordão umbilical, havendo uma correlação positiva e significativa entre esses vasos ($r^2=0,69$; $p<0,0001$).

O IR da artéria do corpo do útero exibiu correlação positiva e de baixa intensidade com o mesmo índice avaliado nas artérias placentárias, ovários e cordão umbilical; já em relação aos cornos uterinos apresentou alta correlação, sendo essa relação positiva ($r^2=0,77$; $p<0,0001$).

A Tabela-5 apresenta os valores de correlação do IR entre os diferentes parâmetros estudados.

Tabela 5: Coeficiente de correlação e nível de significância do índice de resistividade (IR), de acordo com o número de filhotes e região anatômica avaliada ao longo do período gestacional felino.

	Número de filhotes	Aorta fetal	Corpo útero	Artéria placentária	Ovários	Cornos uterinos	Cordão umbilical
Número de filhotes	1	0,08	-0,40	-0,46	-0,39	-0,36	0,12
P		0,6272	0,0005	0,0002	0,0009	0,0019	0,404
Aorta fetal		1	0,09	0,09	0,00466	0,21	0,69
P			0,5678	0,5905	0,9775	0,1951	<.0001
Corpo do útero			1	0,22	0,38	0,77	0,14
P				0,091	0,0009	<.0001	0,3200
Artéria placentária				1	0,55	0,49	0,05
P					<.0001	<.0001	0,7523
Ovários					1	0,50	-0,07
P						<.0001	0,6144
Cornos uterinos						1	-0,04
P							0,7903
Cordão umbilical							1

6.4 ÍNDICE DE PULSATILIDADE

O IP para as artérias dos cornos uterinos esquerdo e direito apresentaram declínio ao longo do período gestacional ($p < 0,0001$), sendo as diferenças mais pronunciadas quando comparadas as semanas 1 (1,21) e semana 8 (0,78; Gráfico-19).

As artérias do corpo do útero apresentaram queda pronunciada dos valores médios durante a evolução da gestação ($p < 0,0001$), de acordo como Gráfico-20 apresentado abaixo.

Não houve variação para o IP das artérias periféricas dos ovários esquerdo e direito ao longo do período gestacional ($p = 0,2691$), embora tendência de diminuição desse parâmetro tenha sido evidenciada até a semana do parto (Gráfico-21).

Gráfico 19: Valores médios (\pm SD) índice de pulsatilidade (IP) avaliado através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) das artérias dos cornos uterinos esquerdo e direito de gatas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional. Letras diferentes indicam as diferenças encontradas para IP em cada avaliação ultrassonográfica.

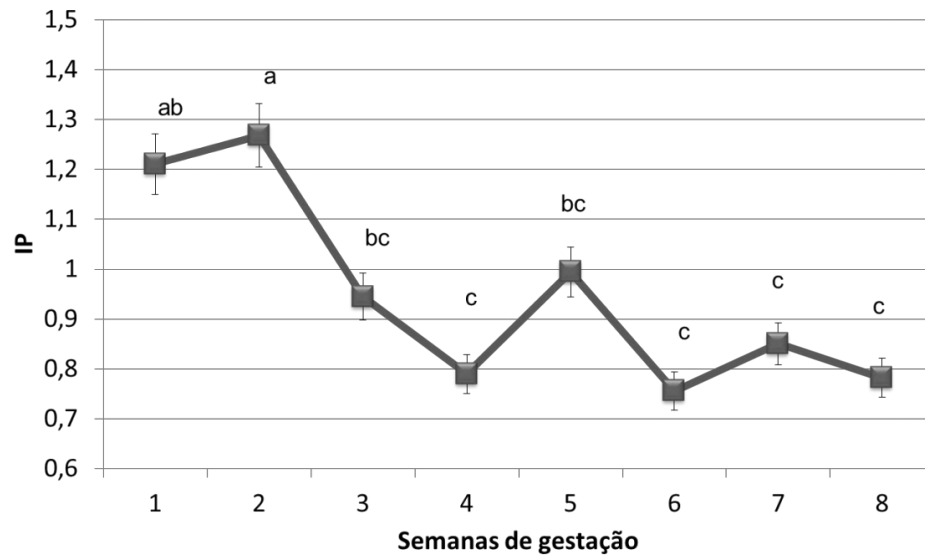


Gráfico 20: Valores médios (\pm SD) índice de pulsatilidade (IP) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) das artérias do corpo do útero de gatas acompanhadas ao longo de 8 semanas do período gestacional. Letras diferentes indicam as diferenças encontradas para IP em cada avaliação ultrassonográfica.

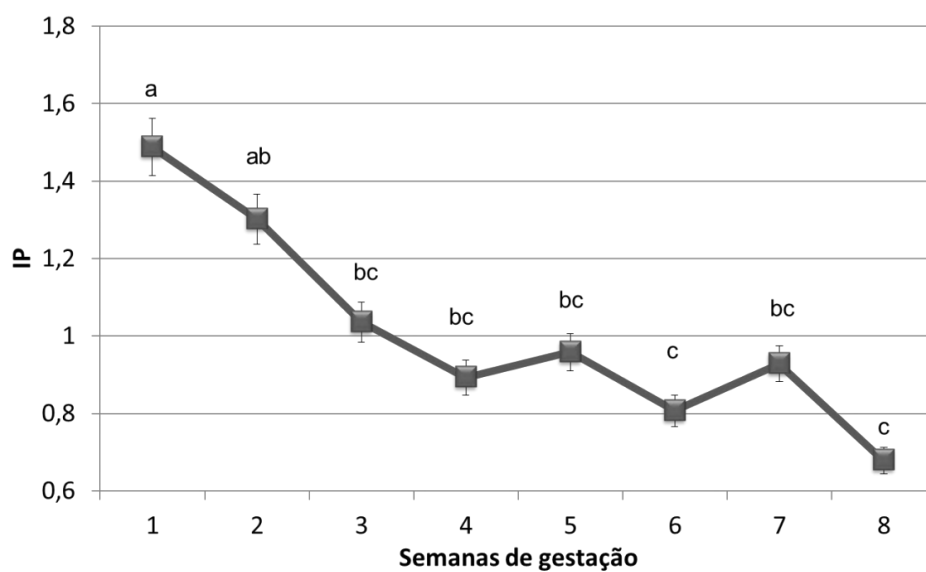
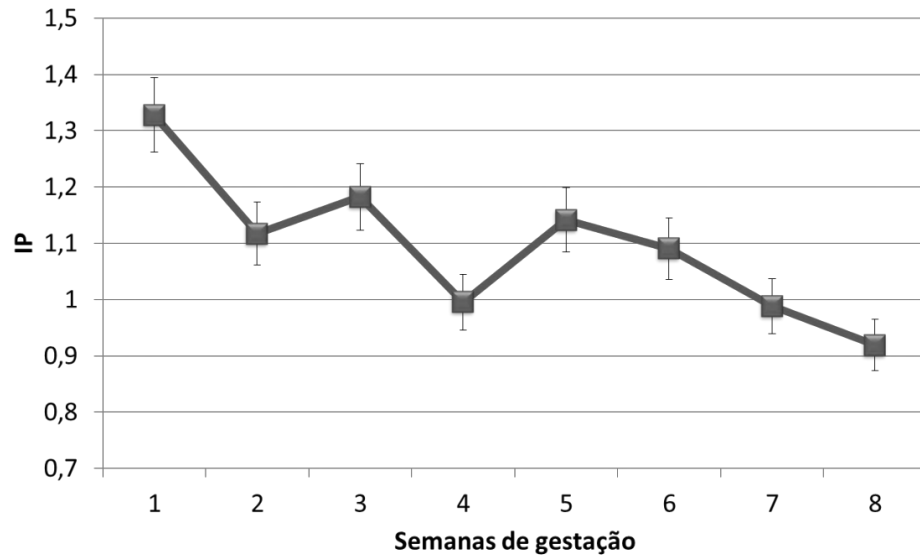


Gráfico 21: Valores médios (\pm SD) índice de pulsatilidade (IP) avaliado através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) das artérias periféricas dos ovários esquerdo e direito de gatas acompanhadas semanalmente ao longo de 8 semanas do período gestacional.



Não foram observadas diferenças para o IP das artérias placentárias ($p=0,0661$), embora aumento numérico para essa variável tenha sido constatado na 6ª semana de gestação (Gráfico-22).

A avaliação da aorta fetal foi possível somente a partir da 3ª semana, demonstrando variação significativa do IP ao longo da gestação felina ($p=0,0008$), com aumento dos valores entre a 4ª e 6ª semanas da fase gestacional, seguido pela queda desse parâmetro até a semana do parto (Gráfico-23).

As artérias do cordão umbilical foram visibilizadas a partir da 2ª semana, também apresentando variação ao longo do período gestacional ($p=0,0098$), com aumento entre a 5ª e 6ª semana (Gráfico-24).

Gráfico 22: Valores médios (\pm SD) índice de pulsatilidade (IP) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) das artérias do leito placentário (adjacente as vesículas gestacionais) de gatas acompanhadas ao longo de 8 semanas do período gestacional.

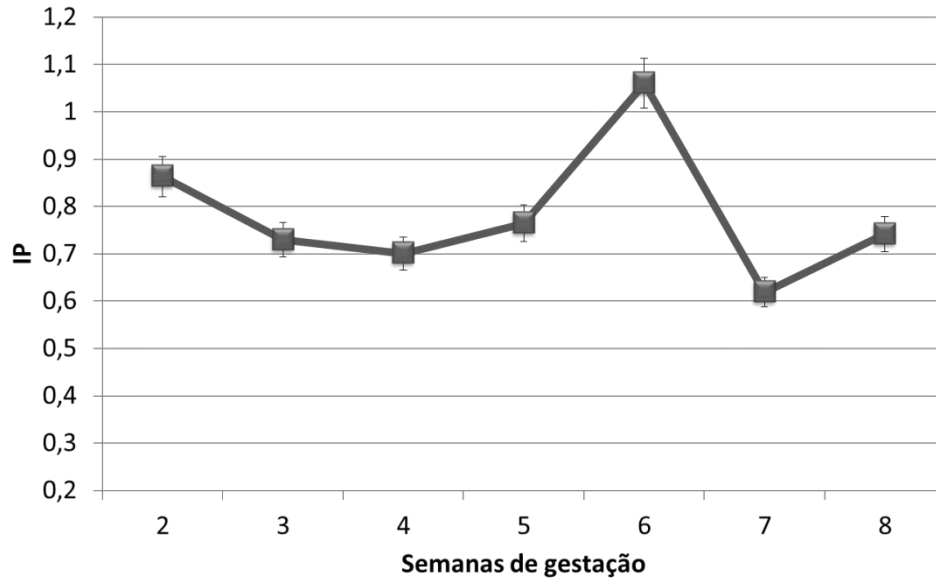


Gráfico 23: Valores médios (\pm SD) índice de pulsatilidade (IP) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) da aorta dos fetos localizados caudalmente em ambos os cornos uterinos de gatas acompanhadas ao longo de 8 semanas do período gestacional. Letras diferentes indicam as diferenças encontradas para IP em cada avaliação ultrassonográfica.

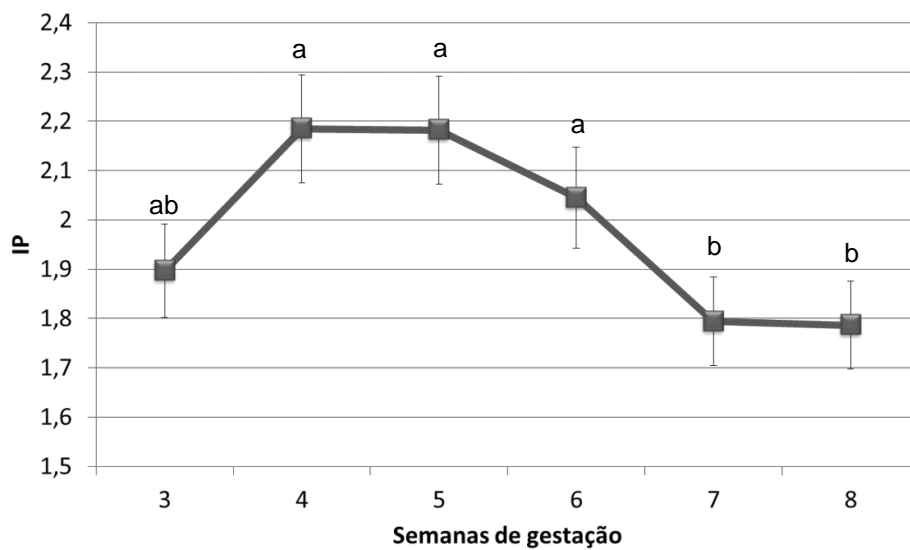
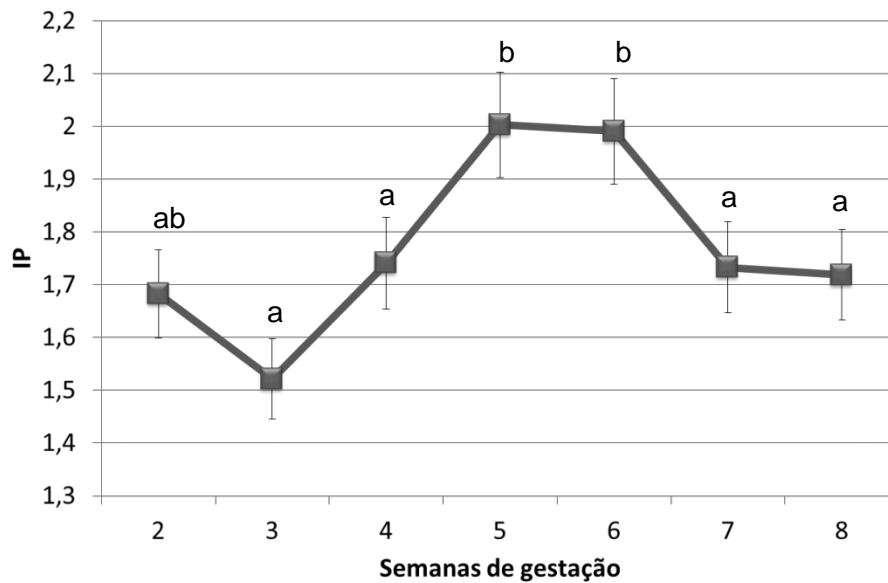


Gráfico 24: Valores médios (\pm SD) índice de pulsatilidade (IP) avaliada através de ultrassonografia Doppler pulsado (transdutor convexo 5,0-8,0 MHz) dos ramos arteriais que compõem o cordão umbilical do conceito felino. Letras diferentes indicam as diferenças encontradas para IP em cada avaliação ultrassonográfica.



6.4.1 Correlação do IP das Diferentes Regiões Anatômicas

O número de filhotes apresentou correlação positiva somente com o IP do cordão umbilical e correlação negativa de baixa intensidade com o IP do corpo e cornos uterinos, ovários, artérias placentárias e aorta fetal.

O IP do corpo do útero apresentou baixa correlação com o índice de pulsatilidade das artérias placentárias, ovários e cordão umbilical, exibindo correlação negativa somente com o IP do cordão umbilical; já com os cornos uterinos apresentaram alta correlação positiva ($r^2=0,81$; $p<0,0001$; Tabela-6).

Tabela 6: Coeficiente de correlação e nível de significância do índice de pulsatilidade (IP), de acordo com o número de filhotes e região anatômica avaliada ao longo do período gestacional felino.

	Número de filhotes	Aorta fetal	Corpo útero	Artéria placentária	Ovários	Cornos uterinos	Cordão umbilical
Número de filhotes	1	-0,02	-0,45	-0,44	-0,36	-0,38	0,23
P		0,8846	<0,0001	0,0005	0,0018	0,0011	0,0993
Aorta fetal		1	0,03	0,19	-0,03	0,09	0,42
P			0,8466	0,2485	0,8416	0,5926	0,42
Corpo do útero			1	0,17	0,41	0,81	-0,24
P				0,1996	0,0004	<0,0001	0,0989
Artéria placentária				1	0,46	0,36	-0,08
P					0,0002	0,0051	0,5640
Ovários					1	0,52	-0,16
P						<0,0001	0,2788
Cornos uterinos						1	-0,27
P							0,0601
Cordão umbilical							1

7 DISCUSSÃO

A avaliação do fluxo dos vasos maternos e fetais através do mapeamento Doppler (colorido e pulsado) corresponde a uma importante ferramenta para o acompanhamento da perfusão sanguínea e do desenvolvimento fetal durante a gestação de pacientes humanos e nas diferentes espécies animais (BARBOSA; SILVA, 2012; PEREIRA *et al.*, 2012b). Esta técnica fornece informações em tempo real sobre as características hemodinâmicas e arquitetura vascular, permitindo determinar a presença, a direção e o tipo de fluxo sanguíneo.

A técnica fornece informações sobre diversos parâmetros hemodinâmicos tais como velocidade do pico sistólico (VPS), velocidade diastólica final (VDF), índice de resistividade (IR) e índice de pulsatilidade (IP) (SIMÕES *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2012; BARBOSA *et al.*, 2013; TAVARES *et al.*, 2013).

Em gatas a ultrassonografia utilizando a ferramenta Doppler já foi documentada para acompanhamento da gestação por meio da avaliação das artérias uterinas, ovarianas, uteroplacentárias, do cordão umbilical, da aorta e veia cava caudal fetal, podendo ser utilizado o Doppler colorido para identificação do vaso e posteriormente o Doppler pulsado para mensuração do fluxo dos principais vasos sanguíneos envolvidos na gestação (KÖSTER *et al.*, 2001; SCOTTI *et al.*, 2008; BRITO *et al.*, 2010; BARBOSA; SILVA, 2012; PEREIRA *et al.*, 2012b; POLISCA *et al.*, 2013; BLANCO *et al.*, 2014; BLANCO *et al.*, 2016).

A avaliação isolada de um único vaso sanguíneo durante o período gestacional é incapaz de fornecer informações abrangentes sobre a hemodinâmica materna e fetal, bem como bem-estar do feto. Dessa forma, para monitorização eficiente da gestação devem ser incluídos os diversos vasos que compõe a circulação materno fetal, como a artéria útero placentária, aorta fetal, artéria umbilical e veia cava fetal caudal (PEREIRA *et al.*, 2012a).

O crescimento vascular ou angiogênese dos tecidos maternos e fetais durante o processo de placentação representa um dos principais componentes do aumento do fluxo sanguíneo uterino e umbilical durante o desenvolvimento gestacional de mamíferos, envolvendo vários fatores na sua regulação, incluindo fator de crescimento endotélio vasculares (VEGF), fator de crescimento de fibroblastos (FGF), e as famílias de proteínas angiopoietina (ANG) e seus respectivos receptores (REYNOLDS, 2001).

No decorrer deste estudo foi observado aumento significativo das velocidades do fluxo sanguíneo nas artérias do corpo e cornos uterinos. Resultados semelhantes também foram reportados por Blanco *et al.* (2014), que observaram aumento das velocidades de forma progressiva durante o período gestacional felino. O mesmo comportamento também foi relatado em estudos que analisaram os parâmetros de velocidades do fluxo sanguíneo de artérias uterinas durante a gestação de cadelas (BLANCO *et al.*, 2011), búfalas (VARUGHESE *et al.*, 2013), cabras e ovelhas (ELMENTWALLY *et al.*, 2016), vacas (BOLLWEIN *et al.*, 2016), e em fases iniciais pós transferência de embriões em fêmeas equinas (FERREIRA, 2013), assim como reportado em uma revisão envolvendo gestação de mulheres (PIRES; FAUNDES, 2007).

O aumento das velocidades do fluxo sanguíneo relatado em nosso estudo pode ser justificado pelo desenvolvimento progressivo da placenta felina, que acompanha o crescimento fetal ao longo do período gestacional. A placenta felina pode ser classificada como zonária, endotéliocorial e anelar (BJORKMAN, 1973; SANCHEZ; SILVA, 2002); porém muitos estudos consideram a placentação nessa espécie como zonária incompleta e labiríntica, em função da presença de uma fissura placentária e por possuir vilosidades altamente vascularizadas na superfície do epitélio coriônico (SANCHEZ; SILVA, 2002; AMBROSIO *et al.*, 2004; RIQUELME, 2009). Nesse contexto, conforme ocorre à progressão do período gestacional a placenta naturalmente se desenvolve, apresentando aumento do número de ramificações vasculares do epitélio coriônico (REYNOLDS, 2001), o que pode justificar as variações na velocidade do fluxo sanguíneo local observado em nosso estudo. Em humanos, estudos sugerem que o aumento da velocidade do fluxo sanguíneo pode estar relacionado à migração trofoblástica no primeiro e no início segundo trimestres, com o citotrofoblasto periférico invadindo e destruído a camada músculo-elástica das artérias espiraladas (RAGONESI, *et al.*; 1997). Segundo Walter e Schönkyplb (2006), a placenta felina se assemelha a placenta humana, por apresentar a região periendotelial do endotélio materno da artéria centralizada de cada cinto zonário da placenta felina e o sincitiotrofoblasto circundante comparável à bainha vilosa do tronco humano perivascular.

O aumento do fluxo sanguíneo uteroplacentário relatado também está em consonância com os estudos de Brolio *et al.* (2010) que descreveram o aumento exponencial do fluxo sanguíneo ao longo da gestação de mamíferos. De acordo com

os autores o aumento do fluxo sanguíneo ocorre para manter o ritmo de crescimento fetal, podendo aumentar seu fluxo em ovelhas gestantes de 30 milímetros por minuto (ml/min) para 1500 ml/ min no momento do parto e em mulheres gestantes o fluxo sanguíneo a termo pode representar de 20 a 25% do seu débito cardíaco.

Conclusões semelhantes também foram estabelecidas em estudo envolvendo a espécie ovina (REYNOLDS; REDMER, 1992). De acordo com esse trabalho até o 24º dia pós acasalamento o volume vascular do endométrio aumenta em duas vezes no corno uterino gravídico. Também trabalhando com ovelhas Barcroft e Barron (1946) reportaram que ocorre elevação expressiva da densidade vascular dos cotilédones placentários durante o terço final da gestação, evento associado ao crescimento fetal. Assim o crescimento vascular ou angiogenese, por ação do fator de crescimento endotélio vascular (VEGF), fator de crescimento de fibroblastos (FGF), e as famílias de proteínas angiopoietina (ANG), bem como seus respectivos receptores, são um dos principais componentes do aumento do fluxo sanguíneo placentário durante o desenvolvimento da gestação (REYNOLDS, 2001).

Em nosso estudo foi observado discreto declínio dos valores da VPS e VDF associado à proximidade do parto, podendo esse fato estar relacionado ao edema placentário que ocorre no terço final da gestação de cadelas, corroborando com o estudo de Nautrup (1998). Segundo o estudo de Ambrósio et al. (2009), o edema da placenta supracitado é resultante do extravasamento de sangue materno que acumulam-se em bolsas laterais ao anel trofoblástico, sendo o crescimento desses hematomas até o 46º dia da gestação e após esse período, o tamanho do cinto zonário ultrapassa o desenvolvimento dos hematomas, sinalizando que a fonte de nutrição do feto de cães no terço final de gestação, depende da troca transplacentária.

Em relação aos valores médios da VPS e VDF das artérias periféricas ovarianas direita e esquerda, não foram observadas alterações hemodinâmicas significativas. Tais resultados divergem dos reportados anteriormente para gestações caninas, onde foi observado diminuição gradual nos índices da VPS e VDF das artérias intra ovarianas durante o progresso da gestação (KÖSTER *et al.*, 2001; POLISCA *et al.*, 2013). Esse fato pode ser explicado pelo número restrito de fêmeas felinas gestantes acompanhadas durante a realização deste estudo.

Em relação aos vasos fetais os valores médios da VPS e VDF das artérias placentárias não apresentaram variações estatísticas durante as semanas avaliadas;

porém foi observado aumento dos valores numéricos entre a 6^a e 7^a semanas corroborando com estudos anteriores envolvendo avaliação de gestações felinas (SCOTTI *et al.*, 2008; BLANCO *et al.*, 2014) e caninas (DI SALVO *et al.*, 2006; BLANCO *et al.*, 2011). Após o aumento transitório das velocidades de fluxo no terço final da gestação ocorreu queda nos valores numéricos na última semana de gestação estando de acordo com estudos em cadelas (NAUTRUP, 1998) e em gatas (PEREIRA *et al.*, 2012a). A inexistência da diferença estatística durante o presente estudo ($p > 0,05$) pode ser explicado pelo número reduzido de fêmeas gestantes acompanhadas no decorrer do nosso estudo.

Os valores médios da VPS da aorta fetal não apresentaram diferença estatística, embora tenha sido observado aumento dos valores numéricos durante as semanas de gestação; em contrapartida observou-se aumento dos valores médios da VDF na mesma região anatômica, apresentando diferença significativa durante as semanas avaliadas, principalmente entre a 6^a e 7^a semanas. Este resultado está em consonância com os estudos de Pereira *et al.* (2012a) e Blanco *et al.* (2014), que realizaram acompanhamento hemodinâmico dos vasos maternos e fetais de gestações felinas e com os estudos de Di Salvo *et al.* (2006) e Blanco *et al.* (2011), que realizaram estudos com o mesmo escopo em gestações caninas.

O aumento do fluxo sanguíneo relacionado à VDF da aorta pode estar correlacionado ao desenvolvimento cardíaco fetal, que se inicia com os batimentos do coração por volta do dia 17 pós fertilização e se completa com o desenvolvimento das câmaras cardíacas do feto em torno do dia 50 de gestação (NAUTRUP, 1998; MONTEIRO *et al.*, 2011).

Já em relação à artéria do cordão umbilical, foi observada variação estatística, com aumento significativo dos valores da VPS e VDF ao longo das semanas avaliadas, sendo mais evidente o aumento na 6^a semana. Esse mesmo padrão foi descrito em estudos realizados anteriormente com acompanhamento de gestações de gatas (PEREIRA *et al.*, 2012a; BLANCO *et al.*, 2014) e em cadelas (BLANCO *et al.*, 2011), porém está em desacordo com os resultados de Scotti *et al.* (2008) e Di Salvo *et al.* (2006) que realizaram acompanhamento durante a gestação felina e canina respectivamente. Segundo o estudo de Scotti *et al.* (2008) há uma elevação mais evidente da VPS entre a 3^a e 4^a semanas nas gatas, enquanto Di Salvo *et al.* (2006), observaram o aumento da VDF na 5^a semana e entre a 4^a e 5^a semanas em cadelas. Segundo Miglino *et al.*, (2006) o saco vitelínico encontra-se completamente

vascularizado por vasos sanguíneos do cordão umbilical por volta do dia 20 pós fertilização; sendo assim, o aumento das velocidades do fluxo sanguíneo nas artérias do cordão umbilical pode ser justificado pela evolução da angiogênese placentária a partir desse momento, além do aumento do fluxo sanguíneo umbilical durante o último terço da gestação, decorrente do desenvolvimento dos conceptos, principalmente para suprir a demanda dos órgãos vitais (coração e cérebro), bem como a circulação fetal e os órgãos abdominais (BARCROFT; BARRON, 1946; RUDOLPH; HEYMANN, 1970; DI SALVO *et al.*, 2006; SCOTTI *et al.*, 2008; BLANCO *et al.*, 2011; PEREIRA *et al.*, 2012b; BLANCO *et al.*, 2014).

O coeficiente de correlação entre as regiões avaliadas e as variáveis de velocidade sanguínea foi alto e positivo somente para a VDF das artérias do corpo e cornos uterinos. Esse resultado sugere não haver necessidade de mensuração dos parâmetros hemodinâmicos de cornos e do corpo para obtenção de informações precisas sobre a vascularização uterina, sendo suficiente a análise de apenas uma das regiões.

Em contrapartida, o coeficiente de correlação das velocidades das artérias da região útero placentária e do cordão umbilical apresentaram baixa correlação, corroborando com o resultado ($r^2VPS=0,26$ e $r^2VDF=0,38$) de estudo realizado em cadelas por Nautrup (1998). Nesse mesmo estudo o autor observou o coeficiente de correlação entre a aorta fetal e a artéria umbilical, sendo a correlação baixa para a variável VPS ($r^2VPS=0,47$), estando em consonância com os resultados em nosso estudo.

Em relação aos valores do IR e IP das artérias da região do corpo e cornos uterinos, foi observada diferença significativa durante as semanas avaliadas ($p<0,0001$), sendo esses valores médios decrescente ao longo da gestação, corroborando com os estudos de Brito *et al.* (2010) e Blanco *et al.* (2016), que observaram queda dos valores de IR e IP ao longo da gestação felina. No presente estudo verificou-se também elevação dos valores do IR e IP entre a 4ª e 6ª semanas de gestação avaliadas, estando de acordo com os estudos dos mesmos autores Brito *et al.* (2010) e Blanco *et al.* (2016), que relataram aumento dos valores entre a 5ª e 6ª semanas de gestação. Em estudos envolvendo gestação na espécie canina (MIRANDA; DOMINGUES, 2010), bubalina (VARUGHESE *et al.*, 2013) e caprina e ovina (ELEMENTWALLY *et al.*, 2016), também foram reportados decréscimos nos

valores do IR e IP das artérias uterinas do decorrer da gestação, estando em consonância com os resultados encontrados em nosso estudo com gestação felina.

A queda dos valores do IR e IP também foi observado em estudos de Papageorghiou *et al.* (2004) e Afrakhten *et al.* (2014), que observaram o mesmo comportamento ao avaliarem as artérias uterinas no decorrer de gestações de mulheres, corroborando com os resultados obtidos em nosso estudo. Em uma pesquisa com mulheres gestantes, Costa *et al.* (2010), relataram valores altos de IP e IR das artérias uterinas no início da gestação, e conseqüente queda dos valores com o decorrer da gestação, estando em conformidade com os resultados encontrados em nosso estudo. Em outro estudo em humanos, Ragonesi *et al.* (1997), sugeriram que o declínio dos IR pode estar relacionado à migração trofoblástica no primeiro e no início segundo trimestres, com o citotrofoblasto periférico invadindo e destruído a camada músculo-elástica das artérias espiraladas, proporcionando leito vascular de baixa resistência ao fluxo.

A redução dos IR e IP provavelmente encontra-se relacionada à diminuição da resistência vascular uterina e aumento do fluxo sanguíneo uterino em função do aumento da densidade vascular dos tecidos placentários maternos durante a gestação e do aumento da densidade vascular dos cotilédones placentários fetais no último terço da gestação em associação ao crescimento fetal (REYNOLDS, 2001), assim como sugerido em estudo de TRUDINGER *et al.* (1985), que realizaram acompanhamento gestacional por meio de ultrassom Doppler do fluxo uteroplacentários da artéria uterina no leito placentário de mulheres durante gestações normais e anormais, observando aumento das velocidades dos fluxos sanguíneos ao longo das gestações normais, demonstrando fluxo de baixa resistência decorrente do desenvolvimento do leito vascular placentário. Estudando a gestação ovina Clapp *et al.*, (1982) observaram que o aumento progressivo do fluxo sanguíneo da artéria uterina pode estar associado a uma progressiva diminuição da resistência vascular, sendo essa característica atribuída ao progressivo aumento do leito vascular do útero.

No entanto, esses mesmos parâmetros não apresentaram diferenças estatísticas na região das artérias periféricas dos ovários, como observado nos estudos de Köster *et al.* (2001) e Polisca *et al.* (2013). Como já mencionado, este resultado pode ser explicado devido ao número reduzido de gatas gestantes utilizadas nesse estudo.

Os valores dos IR e IP da artéria placentária também não apresentaram diferenças durante as semanas avaliadas, porém aumento numérico dos valores médios do IP pôde ser observado na última semana de gestação, concordando com os estudos de Scotti *et al.* (2008) e Pereira *et al.* (2012 a/b), que avaliaram os índices de IR e IP durante a gestação felina. Resultados semelhantes foram reportados em estudos de Nautrup *et al.* (1998) e Di Salvo *et al.* (2006), que acompanharam gestação em cadelas.

Tais resultados podem estar relacionados a uma diminuição da perfusão do sangue que naturalmente ocorre próximo ao momento do parto, sendo esse evento relacionado à senilidade fisiológica da placenta, cujo ciclo de vida é determinado pela gestação, em que no final não necessita mais desempenhar suas funções (PEREIRA *et al.*, 2012b).

Em relação aos valores da aorta fetal e cordão umbilical, foi observado diminuição dos valores do IR e IP ao longo da gestação, comportamento semelhante ao encontrado em outros estudos envolvendo acompanhamento da gestação de gatas (SCOTTI *et al.*, 2008; BRITO *et al.* 2010) e cadelas (NAUTRUP, 1998; DI SALVO *et al.*, 2006). Em estudo em felinos Blanco *et al.* (2014) reportaram queda dos valores de IR desses vasos (aorta fetal e cordão umbilical) até a parturição, sendo esse mesmo resultado encontrado no estudo de Blanco *et al.* (2016) para as artérias do cordão umbilical. Blanco *et al.* (2011) descreveram queda dos valores do IR tanto da artéria do cordão umbilical quanto da aorta durante a gestação em cadelas, enquanto Miranda e Domingues (2010), relataram diminuição dos valores dos IR e IP das artérias do cordão umbilical. Esses resultados assemelham-se aos encontrados em nosso estudo.

O declínio dos valores do IR da região do cordão umbilical pode ser explicado pelo aparecimento dos ramos dos vasos sanguíneos dessa região, que em torno dos dias 25 e 30 da gestação começam a se desenvolver, fornecendo suprimento sanguíneo ao saco vitelínico e ao cinto placentário (MIGLINO *et al.*, 2006).

Os valores decrescentes do IR e IP durante o desenvolvimento gestacional apresentaram valores absolutos com pequenas variações, no entanto foi observado no início da gestação valores altos, sendo esse fato consistente com vasos de fluxo de alta resistência; o declínio desses valores se deve ao desenvolvimento progressivo do leito placentário e do desenvolvimento da circulação fetal. A escassa variação dos valores absolutos durante as semanas de gestação avaliadas

provavelmente está relacionado com as diferenças morfológicas da placenta felina, que apesar de ser endoteliocorial e zonaria, apresenta cinto placentário incompleto, sendo considerado menos eficiente (MIGLINO *et al.*, 2006; BRITO *et al.*, 2010).

Acredita-se que a queda do valor do IP pode estar relacionada ao desenvolvimento vascular distal do feto e conseqüente alteração no tônus vascular e calibre dos vasos, além de estar relacionado com a idade do concepto, com o aumento do comprimento do ventrículo direito e/ou diminuição da rigidez ventricular, já os valores do IR pode ser atribuído ao desenvolvimento da circulação fetal e aparecimento do pico diastólico (SCOTTI *et al.*, 2008; BRITO *et al.*, 2010; PEREIRA *et al.*, 2012).

O coeficiente de correlação entre as diferentes regiões e variáveis estudadas foi considerado alto e positivo somente entre o IP das artérias do corpo e cornos uterinos. Esse resultado sugere novamente que não há justificativa para mensurar os parâmetros hemodinâmicos nas duas regiões com a finalidade de obter informações dos vasos uterinos.

Em relação às variáveis da aorta fetal e cordão umbilical, foi observado em nosso estudo alta correlação entre essas regiões, divergindo do resultado encontrado no estudo de Nautrup (1998), que relata baixa correlação do IR e IP e as regiões supracitadas em gestação de cadelas.

Em um estudo pioneiro que avaliou a interação entre o número de fetos presentes nos cornos uterinos direito e esquerdo, Pereira *et al.* (2012a), relataram haver diferenças entre o corno majoritário e o corno minoritário, ao compararem os valores do IR e do IP, sendo os valores da artéria uterina menores no corno com menos fetos. Porém tais diferenças não foram encontradas em nosso estudo. Esse fato pode ser explicado, pois no estudo supracitado as gatas que apresentaram o mesmo número de fetos por corno uterino foram excluídas da pesquisa, em contrapartida em nosso estudo as gatas gestantes que apresentaram o mesmo número de fetos por cornos uterino não foram excluídas do projeto.

8 CONCLUSÃO

Em nosso estudo podemos concluir que os parâmetros hemodinâmicos dos vasos maternos e fetais, apresentam alteração dos valores médios ao longo do desenvolvimento gestacional normal em gatas, apresentando tendência ao aumento das velocidades do fluxo sanguíneo das artérias do corpo e cornos uterinos, da aorta e artéria placentária, além de tendência ao declínio dos valores do IR e IP dos mesmos vasos, sendo essa alteração representada pelo crescimento e desenvolvimento esperado do concepto e também relacionado ao progressivo desenvolvimento da circulação do leito placentário. Entretanto essas variáveis não sofreram influência do número de fetos durante a gestação felina no presente estudo, além disso não foi possível definir um marcador precoce para o diagnóstico da gestação felina antes do aparecimento das vesículas gestacionais.

Embora o exame ultrassonográfico Tríplex Doppler represente uma ferramenta diagnóstica importante para o monitoramento de gestações normais e possíveis anormalidades no desenvolvimento gestacional, ainda são escassas as pesquisas envolvendo essa modalidade, reforçando a necessidade de mais estudos abrangendo os parâmetros hemodinâmicos em gestação felina.

REFERENCIAS

- ALVAREZ-CLAU, A.; LISTE, F. Ultrasonographic Characterization of the uterine artery in the nonestrus bitch. **Ultrasound in Med. & Biol.**, v. 31, n. 12, p. 1583-1587, 2005.
- ASNAFI, N.; HAJIAN, K. Mid-trimester uterine artery Doppler ultrasound as a predictor of adverse obstetric outcome in high-risk pregnancy. **Taiwanese Journal of Obstetrics & Gynecology**, v. 50, p. 29-32, 2011.
- AFRAKHTEH, M. *et al.* Uterine Doppler velocimetry of the uterine arteries in the second and third trimesters for the prediction of gestational outcome. **Rev. Bras. Ginecol. Obstet.**, v. 36, n. 1, p. 35-39, 2014.
- AHAMAD, R. A.; SOMAYYA, M. S.; ABDELGHANY, A. M. 3D power Doppler ultrasound characteristics of the corpus luteum and early pregnancy outcome. **Middle East Fertility Society Journal**, v. 20, p. 280-283, 2015.
- AMBROSIO, C. E. *et al.* Fissura placentária de gatas SRD, *Felis catus* – Linnaeus, 1758. Aspectos macro e microscópicos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 41, p. 81-85, 2004.
- AMBRÓSIO, C. E.; MARTINS, D. S.; MIGLINO, M. A. Biologia do desenvolvimento em cães: comportamento do embrião/feto em relação a placenta. **Rev Bras Reprod Anim Supl.**, n. 6, p. 133, 2009.
- BANKS, D. H.; STABENFELDT, G. Luteinizing hormone release in the cat in response to coitus on consecutive days of estrus. **Biol. Reprod.**, v. 26, n. 4, p. 603-611, 1982.
- BARBOSA, C. C.; SILVA, L. D. M. Ultrassonografia Doppler para avaliação reprodutiva de fêmeas. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, Belo Horizonte, v. 36, n. 4, p. 220-224, 2012.
- BARBOSA, C. C. B. *et al.* Assessment of uterine involution in bitches using B-mode and Doppler ultrasonography. **Animal Reproduction Science**, v. 139, p. 121-126, 2013.

BARCROFT, J.; BARRON, D. H. Observations on the form and relations of the maternal and fetal vessels in the placenta of sheep. **Anat. Rec.**, v. 94, p. 569–595, 1946.

BECK, K. A.; BALDWIN, C. J.; BOSSU, W. T. K. Ultrasound prediction of parturition in queens. **Vet. Radiol.**, v.31, p.32-35, 1990.

BJORKMAN, N. Fine structure of the fetal-maternal area of exchange in the epitheliochorial and endotheliochorial types of placentation. **Acta anat.**, v. 1, n. 22, p. 1-22, 1973.

BLANCO, P. G. *et al.* Doppler ultrasonographic assessment of maternal and fetal blood flow in abnormal canine pregnancy. **Animal Reproduction Science**, v. 126, p. 130-135, 2011.

BLANCO, P. G. *et al.* Doppler ultrasonographic assessment of maternal and fetal arteries during normal feline gestation. **Animal Reproduction Science**, v. 146, p. 63-69, 2014.

BLANCO, P. G. *et al.* Evaluation of feline uterine and umbilical arteries blood flow in a pharmacologically induced abnormal gestation model. **Theriogenology**, v. 86, n. 9, p. 2323-2327, Dec. 2016.

BOURNE, T. H. *et al.* Intrafollicular blood flow during human ovulation. **Ultrasound obstet. Gyneco.**, v. 1, p. 53-59, 1991.

BOLLWEIN, H.; HEPPELMANN, M.; LÜTTGENAU, J. Ultrasonographic Doppler use for female reproduction management. **Vet Clin Food Anim.**, v. 32, p. 149-164, 2016.

BRADLEY, G. K. **Cunningham Tratado de Fisiologia Veterinária**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. 1599 p.

BRITO, A. B. *et al.* Assessment of feline fetal viability by conceptus echobiometry and triplex Doppler ultrasonography of uterine and umbilical arteries. **Animal Reproduction Science**, v. 122, p. 276-281, 2010.

BROLIO, M. P. *et al.* A barreira placentária e sua função de transferência nutricional. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, v. 34, n. 4, p. 222-232, 2010.

CARVALHO, C. F.; CHAMMAS, M. C.; CERRI, G. G. Princípios físicos do Doppler em ultra-sonografia. **Ciência Rural**, v. 38, n. 3, p. 872-879, 2008.

CARVALHO, C. F. **Ultrassonografia Doppler em pequenos animais**. São Paulo: Roca, 2009. 274 p.

CLAPP, J. F. *et al.* The uterine hemodynamic response to repetitive unilateral vascular embolization in the pregnant ewe. **Am. J. Obstet. Gynecol.**, v. 144, p. 309-318, 1982.

CONCANNON, P. W.; HODGSON, B.; LEIN, D. Reflex LH release in estrous cats following single and multiple copulation. **Biology of Reproduction**, v. 23, p. 111-117, 1980.

COSTA, A. G. *et al.* Índices de resistência e pulsatilidade das artérias uterinas no primeiro e segundo trimestres de gestações normais. **Radiol. Bras.**, v. 43, n. 3, p. 161-165, 2010.

COSTELLO, M. F. *et al.* Power Doppler ultrasound assessment of ovarian perifollicular blood flow in women with polycystic ovaries and normal ovaries during in vitro fertilization treatment. **Fertility and Sterility**, v. 83, n. 4, p. 945-954, 2005.

DAVIDSON, A.; NYLAND, T. G.; TSUTSUI, T. Pregnancy diagnosis with ultrasound in the domestic cat. **Vet Radiol.**, v. 27, p. 109-114, 1986.

DAVIDSON, A. P.; BAKER, T. W. Reproductive ultrasound of the bitch and queen. **Topics in Companion Animal Medicine**, v. 24, n. 2, p. 55-63, 2009.

DERIVOUX, J. **Reprodução dos animais domésticos**. Zaragoza: Acribia, 1980. 446 p.

DIEHL, N. F. **Ultrassonografia Doppler na reprodução de pequenos animais**. 2009. 23 f. Trabalho de Conclusão De Curso (Graduação em Medicina Veterinária) - Universidade "Julio de Mesquita Filho, Botucatu, 2009.

DI SALVO, P. *et al.* Doppler evaluation of maternal and fetal vessels during normal gestation in the bitch. **Research in Veterinary Science**, v. 81, p. 382-388, 2006.

ELMETWALLY, M.; ROHN, K.; MEINECKE-TILMANN, S. Noninvasive color Doppler sonography of uterine blood flow throughout pregnancy in sheep and goats. **Theriogenology**, v. 85, p.1070-1079, 2016.

ETTINGER, S. J.; FELDMAN, E. C. **Tratado de Medicina Interna Veterinária - Doenças do Cão e do Gato**. 5. ed. São Paulo: Guanabara Koogan, 2004. 2v. 2233 p.

FELICIANO, M. A. R. *et al.* Novas perspectivas no diagnóstico ultra-sonográfico gestacional em cadelas – Revisão de Literatura. **Clínica Veterinária**, v. 73, p. 56-60, 2008.

FELICIANO, M. A. R.; CANOLA, J. C.; VICENTE, W. R. R. **Diagnóstico por imagem em cães e gatos**. São Paulo: MedVet, 2015. 768 p.

FERREIRA, J. C. avaliação ultrassonográfica Doppler pré e pós-cobertura do trato reprodutivo de éguas. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, v. 37, n. 2, p. 108-114, 2013.

FRANZIN, C. M. M.; SILVA, J. L. P. Avaliação do bem-estar fetal pela Dopplervelocimetria com mapeamento em cores. **RBGO**, Rio de Janeiro. v. 21, n. 1, p. 7-12, 1999.

FREEMAN, S. L.; RUSSO, M.; ENGLAND, G. C. W. Uterine artery blood flow characteristics assessed during oestrus and the early luteal phase of pregnant and non-pregnant bitches. **The Veterinary Journal**, v. 197, p. 205-210, 2013.

FREITAS, L. A. *et al.* Can maternal-fetal hemodynamics influence prenatal development in dogs? **Animal Reproduction Science**, v. 172, p. 83-93, 2016.

GHOSH. G. S.; GUDMUNDSSON, S. Uterine and umbilical artery Doppler are comparable in predicting perinatal outcome of growth-restricted fetuses. **BJOG**. v. 116, p. 424-430, 2009.

GUBERMUTH, D.F. *et al.* Incidence os spontaneous ovulation in young, group-housed cats based on serum and faecal concentrations of progesterone. **Journal of Reproduction and Fertility Supplement**, v. 51, p. 177-184, 1997.

GÜRTLER, H. *et al.* **Fisiologia veterinária**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koongan, 1984. 612 p.

JARRETA, G. B. Ultra-sonografia do aparelho reprodutor feminino. In: CARVALHO, F. C. **Ultra-sonografia em pequenos animais**. São Paulo: Rocca, 2004. p.181-188.

JEMMETT, J. E.; EVANS, J. M. A survey of sexual behaviour and reproduction of female cats. **Journal of Small Animal Practice**, v.18, p.31-37, 1977.

JOHNSTON, S. D.; ROOT-KUSTRITZ, M. V.; OLSON, P. N. S. **Canine and feline Theriogenology**. Filadelfia: W.B. Saunders, 2001. 591 p.

KEALY, J. K.; McALLISTER H. **Radiologia e Ultra-sonografia do cão e do gato**. 3 ed. Barueri: Manole, 2005. 436 p.

KING, A. M. Development, advances and application of diagnostic ultrasound in animals. **The Veterinary Journal**, v. 171, p. 408-420, 2006.

KLEIN, B. G. **Cunningham Tratado de Fisiologia Veterinária**. 5. ed., Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. 607 p.

KNOSPE, C. Periods and Stages of the Prenatal Development of the Domestic Cat. **Anat. Histol. Embryol.**, v. 31, p. 37-51, 2002.

KÖNIG H. E.; LIEBICH, H. G. **Anatomia dos animais domésticos**. 6. ed., São Paulo: Artmed, 2016. 824 p.

KÖSTER, K.; NAUTRUP, C. P.; GÜNZEL-APEL, A-R. A Doppler ultrasonographic study of cyclic changes of ovarian perfusion in the Beagle bitch. **Journals of Reproduction and Fertility**, v. 122, p. 453-461, 2001.

LAMM, C. G.; MAKLOSKI, C. L. Current Advances in Gestation and Parturition in Cats and Dogs. **Vet. Clin. Small Anim.**, v. 42, p.445-456, 2012.

LEES, C. *et al.* Individualized risk assessment for adverse pregnancy outcome by uterine artery Doppler at 23 weeks. **The American College of Obstetricians and Gynecologists**, v. 98, n. 3, p. 369-373, 2001.

MANDRUZZATO, G. Obstetrical Doppler: the evidence today. **J. Perinat. Med.**, v. 43, n. 2, p. 129-131, 2015.

MEDEIROS, A. C. R. L. **Aplicação da ultrassonografia Doppler na reprodução de bovinos**. 2016. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) -Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

MIYAMOTO, A. *et al.* A potencial use of color ultrasound as a tool for reproductive management that : new observations using color ultrasound scanning that were not possible with imaging only in black and white. **J. of Reprod. Dev.**, Okayama, v. 52, n.1, p. 153-160, 2006.

MICHEL, C. Induction of oestrus in cats by photoperiodic manipulations and social stimuli. **Laboratory Animals**, v. 27, p. 278-280, 1993.

MIGLINO, M. A.; SILVA, R. M.; MACHADO, M. R. F. Artérias destinadas ao útero e tuba uterina em gatas (*Felis catus*). **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.**, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 55-61, 2001.

MIGLINO, M. A. *et al.* The carnivore pregnancy: The development of the embryo and fetal membranes. **Theriogenology**, v. 66, p. 1699-1702, 2006.

MIRANDA, S. A.; DOMINGUES, S. F. S. Conceptus ecobiometry and Triplex Doppler ultrasonography of uterine and umbilical arteries for assessment of fetal viability in dog. **Theriogenology**, v. 74, p. 608-617, 2010.

MITACEK, M. C. *et al.* Ultrasonographic and progesterone changes during days 21 to 63 of pregnancy in queens. **Theriogenology**, v. 84, p. 1131-1141, 2015.

MOLNÁR, A. *et al.* Examination of placental three-dimensional power Doppler indices and perinatal outcome in pregnancies complicated by intrauterine growth restriction. **International Journal of Gynecology and Obstetrics**, v. 129, p. 5-8, 2015.

MONTEIRO, C. L. B. **Avaliação da gestação em gatas domésticas**: parâmetros ultrassonográficos, reprodutivos e perfil biométrico dos filhotes ao nascimento. 2008. 90 f. Dissertação (Pós-Graduação em Ciências Veterinárias) - Faculdade de Veterinária, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2008.

MONTEIRO, C. L. B.; MANDEIRA, V. L. H.; SILVA, L. D. M. Diagnóstico de gestação em gatas. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, v. 35, n. 4, p. 385-392, 2011.

NAUTRUP, C. P. Doppler ultrasonography of canine and fetal arteries during normal gestation. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 112, p. 301-314, 1998.

NELSON, R. W.; COUTO, G. **Manual de medicina interna de pequenos animais**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006. 1128 p.

NYLAND, T. G.; MATTON, J. S. **Ultra-som diagnóstico em pequenos animais**. São Paulo: Roca, 2005. 469 p.

PAAPE, S. R. *et al.* Luteal activity in the pseudopregnancy cat. **Biology of Reproduction**, v. 13, 470-474, 1975.

PAPAGEORGHIU, A. T.; YU, C. K. H.; NICOLAIDES, K. H. The role of uterine artery Doppler in predicting adverse pregnancy outcome. **Clinical Obstetrics and Gynaecology**, v. 18, n. 3, p. 383-396, 2004.

PEREIRA, B. S. *et al.* Study of the development of uteroplacental and fetal feline circulation by triplex Doppler. **Theriogenology**, v. 77, p. 989-997, 2012a.

PEREIRA, B. S. *et al.* Triplex Doppler evaluation of uterine arteries in cyclic and pregnant domestic cats. **Animal Reproduction Science**, v. 130, p. 99-104, 2012b.

PETRIDIS, I. G. *et al.* Doppler ultrasonographic examination in sheep, **Small Ruminant Research**, v. 152, p. 22-32, July 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.12.015>>. Acesso em: 02 ago. 2017.

PIRES, P.; FAUNDES A. Dopplervelocimetria na avaliação hemodinâmica materno-fetal. **Femina**, v. 35, n. 6, p. 383-390, 2007.

POLISCA, A. *et al.* Power and pulsed Doppler evaluation of ovarian hemodynamic changes during diestrus in pregnant and nonpregnant bitches. **Theriogenology**, v. 79, p. 219-224, 2013.

RAGONESI, S. M. A.; BERTINI, A. M.; CAMANO L. Crescimento intra-uterino retardado: aspectos atuais. **Rev. Ass. Med. Brasil.**, v. 43, n. 2, p. 173-178, 1997.

RAMPELLO, S. *et al.* Transabdominal uterine arteries Doppler at 12-14th and 20-24th week of gestation and pregnancy outcome: A prospective study. **European**

Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology, v. 147, p. 135-138, 2009.

REECE, W. O. **Fisiologia dos animais domésticos**. São Paulo: Rocca, 1996. 351 p.

REYNOLDS, L. P.; REDMER, D. A. Growth and microvascular development of the uterus during early pregnancy in ewes. **Biol Reprod.**, v. 47, p. 698-708, 1992.

REYNOLDS, L. P.; REDMER, D. A. Angiogenesis in the placenta. **Biology of Reproduction.**, v. 64, p. 1033-1040, 2001.

RIQUELME, G. Placental chloride channels: A review. **Placenta**, v. 30, p. 659-669, 2009.

ROMAGNOLI, S. Abordagem clínica da infertilidade na gata – o ciclo éstrico nos felinos. In: CONGRESSO DE CIÊNCIAS VETERINÁRIAS, 2002, Oeiras. **Artigo...** Oeiras: [S. e], 2002. p. 149-152.

RUDOLPH, A. M., HEYMANN, M. A. Circulatory changes during growth in the fetal lamb. **Circ Res.**, v. 26, p. 289–299, 1970.

SANCHEZ, A. E.; SILVA, M. E. Biology of pregnancy in the domestic cat (*Felis catus*). **Arch. Med. Vet.**, v. 34, n. 2, 2002.

SASAKI, S. *et al.* Dopplervelocimetria arterial em gestantes com antecedente de crescimento intra-uterino retardado. **RBGO**, Rio de Janeiro. v. 20, n. 9, p. 517-524, 1998.

SCOTTI, L. *et al.* Doppler evaluation of maternal and foetus vessels during normal gestation in queen. **Theriogenology**, v. 69, n. 1111-1119, 2008.

SHILLE, V. M.; LUNDSTROM, K. E.; STABENFELDT, G. M. Follicular function in the domestic cat as determined by estradiol 17 β concentrations in plasma: Relation to estrous behavior and cornification of exfoliated vaginal epithelium. **Biology of Reproduction**, v. 21, p. 953-963, 1979.

SILVA, R. M. *et al.* Vascularização arterial dos cornos uterinos em gatas gestantes sem raça definida. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 41, n.1, p. 47-57, 2004.

SILVA, L. D. M.; BARBOSA, C. C.; PEREIRA, B. S. O uso da ultrassonografia Doppler na reprodução de cadelas e gatas. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, Belo Horizonte, v. 35, n. 2, p. 198-201, 2011.

SILVA, L. D. M. *et al.* Ultrassonografia bidimensional e Doppler para avaliação do trato reprodutor de pequenos animais. **Ciência Animal**, v. 22, n.1, p. 339-353, 2012.

SIMÕES, C. R. B. *et al.* Ultrassonografia doppler na avaliação da gestação em cadelas. **Med. Vet.**, v. 5, n. 5 (4 Supl.1), p. 142-145, 2011.

SIQUEIRA, L. G. B. *et al.* Color Doppler flow imaging for the early detection of nonpregnant cattle at 20 days after timed artificial insemination. **J. Dairy Sci.**, v. 69, n.10, p. 1-12, 2013.

STEWART, D. R.; STABENFELDT, G. H. Relaxin activity in the pregnant cat. **Biol. Reprod.**, v. 32, n. 4, p. 848-854, 1985.

STRIGINI, F. A. L. *et al.* Uterine artery velocimetry and spontaneous preterm delivery. **Obstetrics & Gynecology**, v. 85, n. 3, p. 374-377, 1995.

SWENSON, M. J.; REECE, W. O. **Dukes Fisiologia dos animais domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 856 p.

SZATMÁRI, V.; SÓTONYI, P.; VÖRÖS, K. Normal Duplex Doppler waveforms of major abdominal blood vessels in dogs: a review. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 42, n. 2, p. 93-107, 2001.

TAVARES, N. M. C. *et al.* Intervalos de referência longitudinais de parâmetros doplervelocimétricos materno-fetais. **Rev. Bras. Ginecol. Obstet.**, v. 35, n. 1, p. 33-38, 2013.

THRALL, D. E. **Diagnóstico de Radiologia Veterinária**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010, 831 p.

THRALL, D. E. **Diagnóstico de Radiologia Veterinária**. 6. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015, 1894 p.

TRUDINGER, B. J.; GILES, W. B.; COOK, C. M. Uteroplacental blood flow velocity-time waveforms in normal and complicated pregnancy. **Br J Obstet Gynecol.**, v. 92, p. 39-45, 1985.

VARUGHESE, E. E.; BRAR, P. S.; DHINDSA, S. S. Uterine blood flow during various stages of pregnancy in dairy buffaloes using transrectal Doppler ultrasonography. **Animal Reproduction Science**, v. 140, p. 34-39, 2013.

VILLAVERDE, A. I. S. B., **Protocolos de indução de estro e ovulação em gatas domésticas**. 2005. 35 f. Monografia (Pós-graduação em Medicina Veterinária) - UNESP, Botucatu, 2005.

WALTER, I.; SCHÖNKYPL, S. Extracellular matrix components and matrix degrading enzymes in the feline placenta during gestation. **Placenta**, v. 27, p. 291–306, 2006.

WILDT, D. E.; SEAGER, S. W. J.; CHAKRABORTY, P. K. Effect of copulatory stimuli on incidence of ovulation and on serum luteinizing hormone in the cat. **Endocrinology**, v. 107, p. 1212-1217, 1980.

ZAMBELLI, D. *et al.* Ultrasound aspects of fetal and extrafetal structures in pregnancy cats. **J Feline Med. Sur.**, v. 4, p. 95-106, 2002.

ZAMBELLI, D. *et al.* Correlation between fetal age and ultrasonographic measurements during the second half of pregnancy in domestic cat (*Felis catus*). **Theriogenology**, v. 62, p. 1430-1437, 2004.

ZAMBELLI, D.; PRATI, F. Ultrasonography for pregnancy diagnosis and evaluation in queens. **Theriogenology**, v. 66, p. 135-144, 2006.