



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

---

**APLICAÇÕES DA ULTRASSONOGRAFIA DOPPLER NA  
REPRODUÇÃO DE BOVINOS.**

Ana Carolina Reis Lacerda Medeiros

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Juliana Targino Silva Almeida e Macêdo

BRASÍLIA- DF

JUNHO 2016



**ANA CAROLINA REIS LACERDA MEDEIROS**

---

**APLICAÇÕES DA ULTRASSONOGRAFIA DOPPLER NA  
REPRODUÇÃO DE BOVINOS.**

Revisão Literária apresentada para a conclusão do curso de graduação em Medicina Veterinária da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília.

**Orientadora:** Prof.<sup>a</sup> Dra. Juliana Targino Silva Almeida e Macêdo.

BRASÍLIA- DF

JUNHO 2016

Medeiros, Ana Carolina Reis Lacerda

Aplicações da Ultrassonografia Doppler na Reprodução de Bovinos/ Ana Carolina Reis Lacerda Medeiros; Orientação de Juliana Targino Silva Almeida e Macêdo- Brasília, 2016. 35 p.

Revisão Literária- Universidade de Brasília/ Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2016.

### **Cessão de direitos**

Nome do Autor: Ana Carolina Reis Lacerda Medeiros

Título da Revisão Literária para Conclusão de Curso: Aplicações da Ultrassonografia Doppler na Reprodução de Bovinos.

Ano: 2016

É concedida a Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta revisão literária e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta revisão literária pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

Ana Carolina Reis Lacerda Medeiros

SHIGS 713 BI C casa 45

70380703- Brasília DF, Brasil

Carol.Acrl@gmail.com

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome do Autor: MEDEIROS, Ana Carolina Reis Lacerda

Título: Aplicações da Ultrassonografia Doppler na Reprodução de Bovinos.

Revisão Literária apresentada para a conclusão do curso de graduação em Medicina Veterinária da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília.

Aprovado em: 22/06/2016

Banca Examinadora:

Prof.<sup>a</sup> Dra. Juliana Targino Silva Almeida e Macêdo      Instituição: Universidade de Brasília

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Ivo Pivato      Instituição: Universidade de Brasília

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof.<sup>a</sup> Dra. Juliana Martins da Silva      Instituição: Universidade de Brasília

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho à minha mãe Claudenyse Maria Reis Lacerda, à minha tia Ana Cristyna Reis Lacerda, à minha avó Evanyse Reis Lacerda, ao meu namorado Morgan Marshall e a toda minha família, pois compartilharam comigo os momentos de dificuldades e alegrias nesta etapa, que com a graça de Deus, está sendo vencida.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e às três mulheres de minha vida, minha mãe, tia e avó, pois nunca mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa.

Serei eternamente grata à minha mãe Claudenyse Maria Reis Lacerda, por ter me proporcionado a vida e, com muito esforço e amor, ter se dedicado a me criar e a me educar da melhor forma possível, me transmitindo seus valores e virtudes e me transformando em uma mulher forte e independente. Mãe, você é minha fortaleza, meu motivo de viver e ser feliz.

À minha tia madrinha e bióloga Dra. Ana Cristyna Reis Lacerda, segunda mãe, me ensinou a importância de zelar pela natureza e pelos animais, sempre foi firme e esteve presente na minha educação, me incentivando a estudar para abrir caminhos de possibilidades. Tia, você é minha inspiração.

À minha avó Evanyse Reis Lacerda, que com sua doçura sempre se preocupou com meu bem-estar. Vó, jamais me esquecerei dos seus cuidados e seu amor imenso durante todas as etapas de minha vida.

Ao meu namorado Morgan Jay Marshall, que nestes últimos anos me fortaleceu nos momentos difíceis e me apoiou para que seguisse meus sonhos. Hun, obrigada pela sua atenção e seu amor.

Ao meu pai Adolfo Eduardo Rodrigues Medeiros, por ser meu amigo e estar torcendo pelo meu sucesso; e a todos os familiares e amigos que me acompanham nesta jornada evolutiva.

A todos os meus professores que me acompanharam desde a infância até a universidade, obrigada por toda a luz e o conhecimento que acrescentaram para me tornar uma profissional de credibilidade.

A todos os meus cachorros, Kovu, Kiara, Kysla, Kayla, Luna, Thorin, Nut, Brisa e Pingo, que me ensinaram a ter compaixão pelos animais e me inspiraram a seguir esta profissão admirável que é a Medicina Veterinária. Agradeço à natureza por fornecer tantas maravilhas a serem estudadas e a todos os animais que me possibilitaram o aprendizado.

À minha orientadora Prof.<sup>a</sup> Dra. Juliana Targino, ao meu co-orientador Prof. Dr. Ivo Pivato, e à minha supervisora de estágio Dra. Bianca Damiani que me auxiliaram e apoiaram neste período de conclusão de curso.

Muito obrigada a todos!

## Resumo

A ultrassonografia tem sido tradicionalmente uma importante ferramenta diagnóstica na medicina veterinária uma vez que possibilita a visualização das estruturas internas do organismo em tempo real, de maneira rápida e eficiente, e não invasiva. Em sistemas de produção animal, a fertilidade é um fator determinante para a rentabilidade e, neste contexto, a ultrassonografia tem possibilitado o desenvolvimento de pesquisas que visam uma melhor compreensão dos mecanismos fisiológicos envolvidos no ciclo estral, na gestação e no puerpério de fêmeas e assim buscam melhorar os índices de fertilidade de rebanhos e aprimorar as tecnologias de reprodução assistida. Uma das mais recentes técnicas ultrassonográficas é o modo Doppler, que permite a avaliação qualitativa, semiquantitativa e quantitativa do fluxo sanguíneo em órgãos e tem uso potencial na investigação da vascularização de folículos, corpo lúteo, útero e embrião. O presente trabalho tem como objetivo realizar uma revisão literária sobre: os princípios físicos da ultrassonografia Doppler; o controle dos diferentes modos e a interpretação das imagens; a fisiologia e hemodinâmica reprodutivas de fêmeas bovinas, avaliando quais são as vantagens que a tecnologia pode trazer na aplicação a campo e as atuais limitações para o seu emprego.

**Palavras-chaves:** ultrassonografia Doppler; avaliação de ciclo estral, gestação e puerpério.

**Abstract**

Ultrasonography has traditionally been a diagnostic tool of great importance in veterinary medicine since it enables the visualization of structures in the body in real time, noninvasively, quickly and efficiently. In animal production systems, fertility is a determining factor for the profitability and, in this context, ultrasound has enabled the development of research for a better understanding of the physiological mechanisms involved in the estrous cycle, during pregnancy and female postpartum and thus improving fertility rates of herds and enabling the improvement of assisted reproductive technologies. One of the latest ultrasound technologies is the Doppler mode, which allows qualitative, semi-quantitative and quantitative assessment of the blood flow in organs, which has potential use in research surrounding the blood perfusion of follicles, corpus luteum, uterus and embryos. This study aims to conduct a literature review of the physical principles of Doppler ultrasonography; control of different ultrasonographic modes and the interpretation of the images; of the reproductive physiology and hemodynamics of cows, in order to establish the advantages that ultrasonography technology can bring to field application and the current limitations for its use.

**Key words:** Doppler ultrasonography; evaluation of estrous cycle, pregnancy and puerperium.



## Sumário

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Ultrassonografia Doppler na Reprodução de Bovinos.....</b>      | <b>1</b>  |
| 1.1. Introdução.....  | 1         |
| 1.2. Princípios Físicos.....  | 3         |
| 1.3. Fisiologia reprodutiva das fêmeas.....                           | 8         |
| 1.3.1. Desenvolvimento Folicular.....                                 | 9         |
| 1.3.2. Ovulação.....  | 11        |
| 1.3.3. Gestação.....  | 12        |
| 1.3.4. Puerpério.....   | 12        |
| 1.4. Doppler na Avaliação de Ciclo Estral e Fertilidade.....          | 13        |
| 1.4.1. Hemodinâmica Folicular.....                                    | 14        |
| 1.4.2. Hemodinâmica de Corpo Lúteo.....                               | 19        |
| 1.4.3. Hemodinâmica Uterina.....                                      | 21        |
| 1.5. Doppler na Avaliação Gestacional.....                            | 22        |
| 1.5.1. Diagnostico Gestacional Precoce e Viabilidade Embrionária..... | 22        |
| 1.5.2. Hemodinâmica Uterina na Gestação.....                          | 25        |
| 1.6. Avaliação Puerperal.....   | 26        |
| <b>2. Considerações Finais.....</b>                                   | <b>28</b> |
| <b>3. Referências Bibliográficas.....</b>                             | <b>29</b> |

## 1. Ultrassonografia Doppler na Reprodução de Bovinos

### 1.1. Introdução

A ultrassonografia de modo Doppler é um método diagnóstico que permite a avaliação do fluxo nos vasos sanguíneos em tempo real. Esta técnica foi inicialmente desenvolvida em meados de 1980 com o intuito de se investigar a função cardíaca em medicina humana. A partir de então, a ultrassonografia Doppler vem sendo empregada na investigação da hemodinâmica em diversos órgãos, tais como os do trato reprodutivo e da hemodinâmica materna e fetal (LOUPAS & GILL, 1995, DI SALVO et al., 2006)

Atualmente, a ferramenta Doppler vem sendo utilizada também na Medicina Veterinária principalmente para a avaliação reprodutiva de fêmeas, a fim de investigar a hemodinâmica de estruturas reprodutivas envolvidas nos diferentes estágios fisiológicos: ciclo estral, gestação e puerpério destes animais (HERZOG & BOLLWEIN, 2007, MIYAMOTO et al., 2006). A exemplo disso, pode-se citar as pesquisas desenvolvidas com éguas (FERREIRA et al., 2011), ovelhas (OLIVEIRA et al., 2014), cadelas (BARBOSA et al., 2013), vacas (HERZOG et al., 2010), coelhas (POLISCA et al., 2010) e gatas (BRITO et al., 2010).

O emprego da técnica em Medicina Veterinária se dá principalmente em animais de grande porte, em que é feita a avaliação por via trans-retal da hemodinâmica do aparelho reprodutivo (FERREIRA et al., 2011). Esta tecnologia tem permitido, então, o desenvolvimento de diversas pesquisas sobre a fisiologia da reprodução destes animais *in vivo* (MIYAMOTO et al., 2006).

A ultrassonografia Doppler possui importância na caracterização de forma quantitativa, semiquantitativa e qualitativa do fluxo sanguíneo nos órgãos como os do trato reprodutivo de fêmeas e, para isto, é essencial saber os fundamentos da técnica Doppler para sua aplicação e interpretação de imagens (DICKEY, 1997). Pesquisas têm sido desenvolvidas a fim de estabelecer o padrão Doppler característico do fluxo de vasos de estruturas do trato reprodutor, para assim, poder identificar possíveis mudanças no padrão, que podem indicar alterações

fisiológicas ou patológicas, pois cada vaso apresenta um traçado espectral característico que permite a sua identificação (SZÁTMARI et al., 2001).

Em programas de reprodução animal, a ultrassonografia Doppler colorido tem sido utilizada para a avaliação da perfusão sanguínea dos ovários (em especial de folículos e corpo lúteo) durante as diferentes fases do ciclo estral (SILVA et al., 2006) e para a avaliação da perfusão sanguínea do corpo lúteo, útero e embrião/feto durante a gestação. Para conduzir um exame adequado destas estruturas é necessário não somente saber utilizar um equipamento ultrassonográfico Doppler como é necessário também conhecer a fisiologia e hemodinâmica reprodutiva das fêmeas da espécie de interesse.

O objetivo do presente trabalho é realizar uma revisão literária descrevendo os princípios físicos da ultrassonografia Doppler e o controle dos diferentes modos para a interpretação das imagens. E, assim, relatar pesquisas atuais que usam a ultrassonografia Doppler para a avaliação da perfusão sanguínea em estruturas reprodutivas durante ciclo estral em vacas não-prenhes, durante a gestação e o durante o puerpério.

## 1.2. Princípios Físicos

O conhecimento dos princípios físicos da ultrassonografia, o controle dos diferentes modos, a configuração das ferramentas e a identificação de possíveis artefatos são fundamentais para a interpretação correta das imagens (LOUPAS & GILL, 1995).

Na ultrassonografia, as ondas de energia ultrassonora são transmitidas pelo transdutor, propagam nos tecidos corporais de diferentes níveis de impedância acústica, sendo refletidas/ecoadas por estes e captadas pelo transdutor, que converte a energia mecânica em energia elétrica e vice-versa. Os transdutores contêm cristais piezelétricos que geram ondas de pressão mecânica (ondas ultrassonoras) quando há mudanças de polaridade de voltagem aplicada ao transdutor. A informação captada pelos transdutores é processada e exibida em um monitor e o tempo de retorno do eco determina a profundidade em que este se origina (MERRITT, 1998).

A imagem pode ser visualizada diferentemente, de acordo com o aparelho ultrassonográfico utilizado. Primeiramente foi desenvolvido o aparelho modo-A (Amplitude mode), que permite obter apenas informações de amplitude da onda refletida e o posicionamento da estrutura (utilizado em oftalmologia). Já o aparelho modo-M (Motion mode) permite obter informações sobre mudanças de amplitude da onda refletida e de posição com o tempo (utilizado para estruturas de movimento rápido como válvulas cardíacas) (MERRITT, 1998). Aparelhos modo-B (Brightness mode) permitem obter informações sobre amplitude da onda ecoada e há formação de imagem bidimensional em escalas de cinza de acordo com a intensidade da onda refletida e com a impedância acústica das estruturas corporais (NYLAND et al., 2005; MERRITT, 1998).

A ultrassonografia modo-D (Doppler mode) é a tecnologia ultrassonográfica mais recente, que permite informações sobre o fluxo sanguíneo e é baseada no princípio do efeito Doppler, inicialmente proposto por Johann Christian Doppler em 1842 (WHITE, 1982), em que há mudança na frequência de uma onda que retorna

de um objeto que se move em relação à fonte da respectiva onda (LOUPAS & GILL, 1995; KING, 2006).

A diferença entre a frequência do som transmitido ( $f_t$ ) e a do som refletido ( $f_r$ ) é denominada deslocamento de frequência Doppler ( $\Delta F$ ). Assim, se um objeto estiver se aproximando da fonte, haverá aumento da frequência da onda refletida e se estiver se afastando haverá diminuição da frequência desta (Figura 1). A mudança de frequência das ondas sonoras que retornam é então utilizada para determinar não só a direção do objeto que se move em relação à fonte, mas também a velocidade deste objeto, que é diretamente proporcional à mudança de frequência da onda refletida. No emprego do equipamento ultrassonográfico Doppler, a fonte fixa de onda sonora e objeto em movimento são respectivamente o transdutor e as células sanguíneas. (LOUPAS & GILL, 1995; KING, 2006).

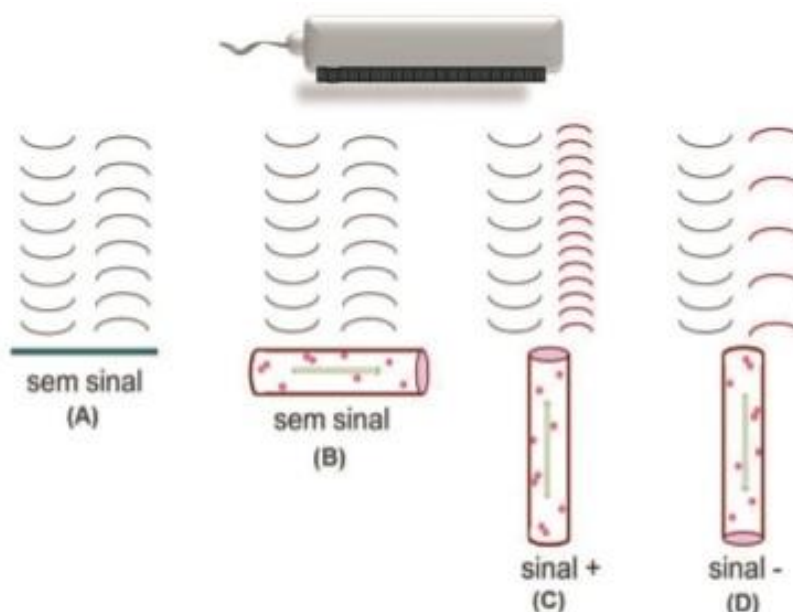


Figura 1. Representação da mudança de frequência na onda refletida, de acordo com o Princípio do efeito Doppler. A frequência de ecos recebidos é semelhante, em casos de fontes estacionárias ou de movimento perpendiculares, o que resulta em nenhuma produção de pixels coloridos na ultrassonografia modo D (A e B). Em um movimento de aproximação, a frequência recebida é maior do que a emitida, gerando sinais Doppler positivos (C). A frequência recebida é menor do que a emitida quando as células vermelhas se afastam do transdutor, produzindo sinais Doppler negativos (D). (FERREIRA et al., 2011).

A velocidade de fluxo que pode ser detectada é uma função inversamente proporcional à frequência emitida pelo transdutor. Portanto, para detectar velocidades altas é necessário utilizar frequências mais baixas que as utilizadas pelos modos bidimensionais (B mode) (CERRI et al., 1998). A velocidade da corrente sanguínea de um vaso pode ser determinada através da fórmula Doppler:  $v = \frac{\Delta F \times c}{2 f_t \times \cos \theta}$  onde  $c$  é a velocidade do som no meio (padronizada em 1,54 m/s) e  $\theta$  é o ângulo de insonação. É importante ressaltar que o feixe ultrassônico transmitido deve ser o mais paralelo possível do vaso, pois ângulos superiores a 60° produzem  $\cos \theta$  próximo de 0, o que impossibilita determinar o valor da velocidade real (SZATMARI et al., 2001). Assim, é possível obter de forma quantitativa o volume de fluxo sanguíneo pela fórmula:  $VFS = A \times v$  em que  $A$  é a área de superfície do vaso em corte transversal (HERZOG & BOLLWEIN, 2007).

Os aparelhos ultrassonográficos de Doppler podem combinar o modo-B e o modo-D e são chamados de Doppler Duplex. Nesta combinação é possível localizar pelo modo-B a estrutura a ser examinada para então utilizar o modo-D. Além disso, estão disponíveis dois modos de exibição de Doppler: o de onda contínua e o de onda pulsátil. O Doppler de onda contínua não permite determinar a profundidade do vaso, entretanto permite uma medição precisa do fluxo de alta velocidade. Já o Doppler de onda pulsátil permite determinar a direção, a velocidade e a uniformidade do fluxo, permitindo selecionar a profundidade (KING, 2006).

No modo Doppler espectral é possível visualizar o “espectro” (Figura 2-D), um gráfico de ondas que apresenta a frequência de pico sistólico (S), final diastólico (D) e média máxima de frequência de desvio Doppler (M). A partir destas medidas, é possível então avaliar o fluxo sanguíneo de forma semi-quantitativa. O índice de resistência ( $IR = S-D/S$ ) e índice de pulsatilidade ( $IP = S-D/M$ ) então, não dependem da angulação da probe e são inversamente proporcionais ao fluxo sanguíneo do vaso específico (MAULIK, 1997).

O Doppler colorido (Colour Flow Mode) é outro modo de exibição, que permite a avaliação qualitativa subjetiva da arquitetura vascular de vários vasos (vários volumes de amostragem), que é apresentada em uma caixa colorida retangular e a direção e a intensidade do movimento das células sanguíneas em

relação ao transdutor são representadas por diferentes cores e nuances, respectivamente. Portanto, o fluxo em direção ao transdutor foi convencionado como vermelho e o fluxo em direção contrária ao transdutor como azul. As nuances mais claras da cor representam então fluxos de maior velocidade (CARVALHO, 2008). Além da caixa colorida, há exibição de uma coluna vertical ao lado da imagem, que informa a direção do fluxo e os limiares superior e inferior de velocidade do fluxo sanguíneo da área de interesse (MERRITT, 1999).

O Power Doppler (Power Flow Mode) é uma técnica ultrassonográfica de Doppler colorido recente em que a interpretação das imagens é mais simples, pois o nível de energia de cada pixel é apresentado como um nível de brilho. A principal atração do Power Doppler Imaging é que, por ser uma técnica sensível, permite detectar fluxo em vasos pequenos, fornecendo imagens mais completas sobre o volume de vascularização de uma estrutura. Power Doppler Imaging também não é propenso a artefatos como “aliasing”, pois ele somente indica a presença de fluxo e não mede a velocidade (Figura 2. A) (McDicken & Anderson, 2002).

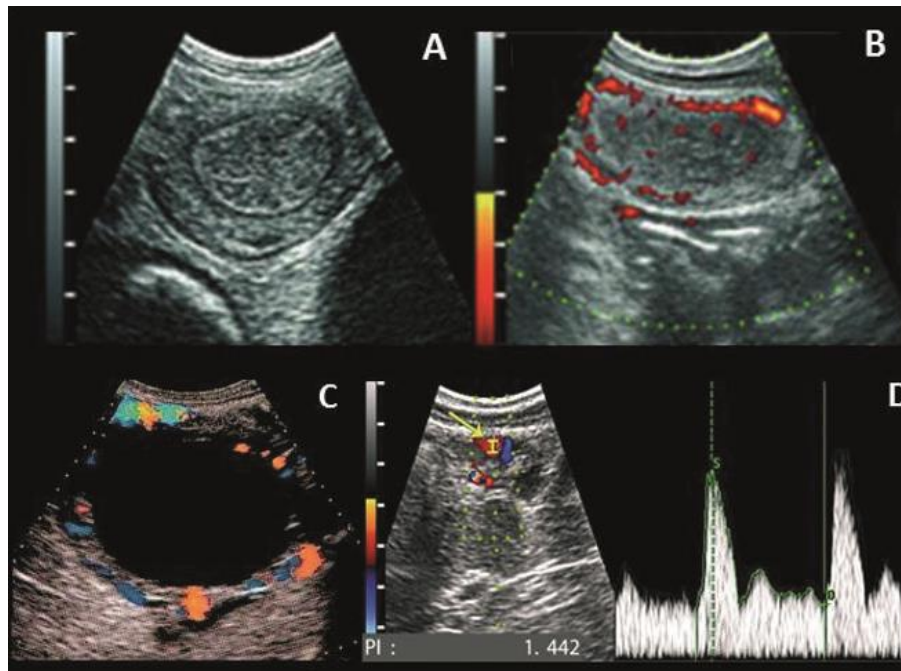


Figura 2. Imagens ultrassonográficas nos modos B, Power, Colorido e Espectral (A, B, C e D, respectivamente). As imagens A e B apresentam útero equino em diestro. As imagens C evidenciam a parede vascularizada de folículo pré-ovulatório e do endométrio. A Imagem D apresenta gráfico espectral com valores de velocidades máxima do fluxo em artéria mesometrial (imagem retirada de FERREIRA et al., 2011).

As imagens obtidas pelo modo Doppler colorido podem ser gravadas e salvas no computador em formato GIF, para posterior análise em software específico (p ex. ImageJ®) visando a quantificação do número de pixels coloridos e assim determinar de forma objetiva a área de perfusão sanguínea (Figura 3) (SILVA et al., 2005).

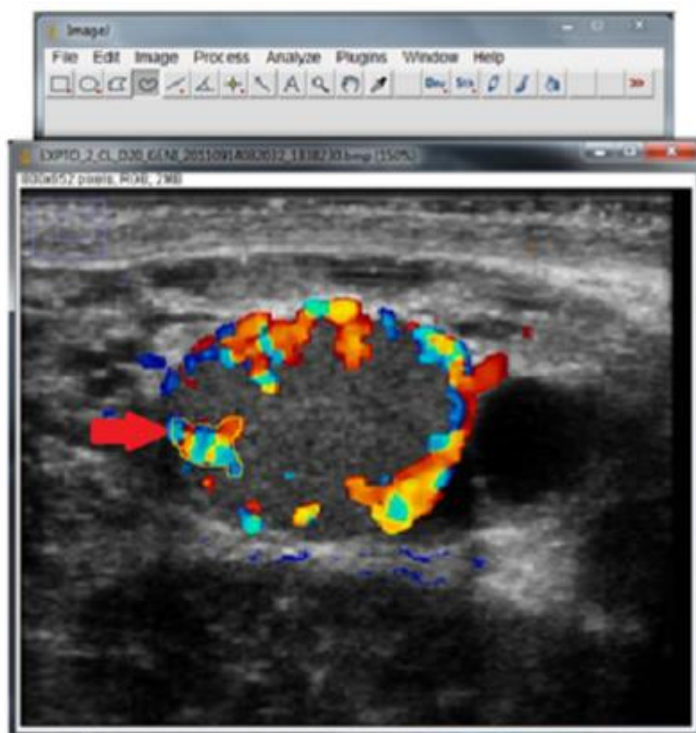


Figura 3. Mensuração para cálculo de área vascularizada indicada por seta em corpo-lúteo, pelo software ImageJ®. (ARÉAS, 2012).

As ferramentas disponíveis para controle no aparelho ultrassonográfico de Doppler colorido são: frequência Doppler, o tamanho da amostra, a velocidade de varredura, o ganho, o ângulo Doppler, a frequência de repetição de pulso, os filtros de parede e a linha de base. SIQUEIRA et al. (2013), por exemplo, a fim de visualizar perfusão de corpo lúteo em ovário configurou o modo Doppler colorido em frequência de 6.6 MHz, e frequência de repetição de pulso de 1 KHz e ganho total de 70%.



Os principais artefatos da técnica de Doppler colorido são o “aliasing”, a “ausência de sinal Doppler” e os “artefatos de parede”. O “aliasing” ocorre quando há fluxos acima do limite superior de velocidade (limite Nyquist) e aparecem como inversão de cor no centro do vaso, este artefato pode ser corrigido pelo aumento da frequência de repetição de pulso (PRF) e/ou deslocar a linha de base ou reduzir a frequência emitida (GINTHER & MATTHEW, 2004). A ausência de sinal Doppler ocorre quando o ângulo de insonação entre o feixe ultrassônico e o vaso sanguíneo está perpendicular, não sendo possível detectar o fluxo de sangue, assim o ideal é manter o ângulo de insonação abaixo de 60°. Os artefatos de parede ocorrem quando o filtro de parede, que elimina sons de alta amplitude e baixa frequência da parede dos vasos, está alto e pode acabar removendo os sinais de fluxo de baixa velocidade, para evitar este artefato deve-se manter o filtro de parede baixo (entre 50 e 100 Hz) (SZATMARI et al., 2001).

Apesar dos possíveis artefatos e da dependência da angulação para cálculos de velocidade (MERRITT, 1999; STEWART, 2001), o Doppler colorido possui muitas vantagens, que inclui a possibilidade de avaliar a presença, a direção e a qualidade do fluxo sanguíneo, inclusive em vasos pequenos, que não podem ser identificados no modo bidimensional, mais rapidamente que outras técnicas não invasivas, por meio da exibição de cores em diferentes tonalidades (CARVALHO, 2009).

Em síntese, são três os principais modos Doppler utilizados: o Doppler espectral, o Power Doppler e o Doppler colorido. Em conjunto, estes modos permitem a caracterização de forma quantitativa, semiquantitativa e qualitativa do fluxo sanguíneo nos órgãos do trato reprodutivo de fêmeas (DICKY, 1997).

### **1.3. Fisiologia Reprodutiva de Fêmeas**

A interpretação das informações fornecidas pelas imagens ultrassonográficas do trato reprodutivo de fêmeas, nas diversas aplicações em reprodução animal, depende de conhecimento prévio sobre a sua fisiologia reprodutiva, para melhor entendimento das modificações anatômicas e vasculares

que ocorrem nos diferentes estágios fisiológicos. As fêmeas de espécies domésticas de produção apresentam ciclo estral, que em vacas tem duração média de 21 dias, e é dividido em quatro fases de acordo com os eventos comportamentais e gonadais: proestro e estro (fases foliculares) e metaestro e diestro (fases lúteas). O proestro é a fase de crescimento folicular, o estro é marcado pela receptividade sexual, o metaestro é o período de desenvolvimento do corpo lúteo e o diestro é a fase madura do corpo lúteo (CUNNINGHAM, 2008).

A fisiologia reprodutiva destes animais está sob controle do hipotálamo, da hipófise e dos ovários e a ciclicidade reprodutiva é mantida por meio de interações endócrinas, parácrinas e autócrinas (Díaz, 1999). O hipotálamo é responsável pela produção pulsátil de hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH), que é transportado pelo sistema porta venoso à adenoipófise, que por sua vez é responsável pela produção das gonadotrofinas hormônio folículo-estimulante (FSH) e hormônio luteinizante (LH), que são sinérgicos no desenvolvimento dos folículos no ovário (recrutamento, crescimento, diferenciação, seleção e atresia). Nos folículos ovarianos, as células da granulosa possuem receptores para FSH enquanto as células da teca possuem receptores para LH (CUNNINGHAM, 2008). Sob a ação do FSH e do LH, os folículos produzem esteroides como o estradiol-17 $\beta$  (E2), a progesterona (P4) e outros fatores reguladores (Díaz, 1999).

### **1.3.1. Desenvolvimento Folicular**

Nos ovários, os folículos ovarianos encontram-se em diferentes estágios de desenvolvimento durante o ciclo estral e são classificados em pré-antrais: folículos primordiais, primários e secundários; e em folículos antrais: folículos terciários e pré-ovulatórios. Os folículos primordiais são os menores folículos e são constituídos apenas por um ovócito imaturo circundado por células da pré-granulosa. Os folículos primários são maiores que os primordiais e as células passam de formato achatado para cuboide. Nos folículos secundários há aumento no número de camadas de células e pode haver aparecimento de células da teca (HULSHOF et al., 1994).

A partir da fase de folículo terciário há o aparecimento da cavidade antral repleta por líquido folicular (produto secretório da granulosa); sendo também constituído por ovócito, circundado por zona pelúcida, várias camadas de células da granulosa, membrana basal, uma camada de células da teca interna e uma externa (GORDON, 1994; CUNNINGHAM, 2008). Em bovinos, os folículos primordiais crescem de 0,020- 0.040 mm até 2 cm quando se tornam folículos pré-ovulatórios (aproximadamente no 18º dia do ciclo) (IRELAND, 1987, DYCE et al, 2004).

O crescimento dos folículos antrais de 3 a 4 mm de diâmetro depende mais expressivamente de outros fatores que não gonadotróficos, como inibina, fator de crescimento semelhante à insulina 1 (IGF1) e suas proteínas de ligação (IGFBP). Já os folículos antrais com mais de 4 mm de diâmetro passam a depender mais das gonadotrofinas para seu desenvolvimento. O recrutamento, a seleção e a dominância são então etapas dependentes de gonadotrofinas. O recrutamento é induzido pelo FSH, que estimula a diferenciação folicular. A seleção folicular é a etapa em que o folículo mais maduro tem mais capacidade de receber suporte gonadotrófico, interferindo de maneira ativa e passiva na maturação dos demais folículos menos maduros (DRIANCOURT, 1991).

Em síntese, após pelo menos dois ciclos estrais, um dos folículos antrais se torna dominante, continua o seu desenvolvimento inibindo o desenvolvimento dos demais, e culminará na ovulação enquanto que outros folículos sofrerão atresia (IRELAND, 1987).

As células da granulosa e da teca dos folículos antrais interagem para a síntese de estrógeno. As células da teca produzem andrógenos devido à sinalização pelo LH; estes andrógenos são então convertidos em estrógenos pelas células da granulosa. O estrógeno produzido pela granulosa apresenta dois efeitos sobre o folículo: um efeito de feedback positivo para as células da granulosa se multiplicarem e o aumento no número de receptores para FSH, podendo o folículo continuar a crescer, mesmo com níveis constantes mais baixos de FSH (CUNNINGHAM, 2008).

Em nível máximo, o estrógeno secretado provoca alterações comportamentais e estruturais características de estro (cio). Assim, o estrogênio induz edema, hiperemia dos tecidos do trato reprodutivo, proliferação do epitélio vaginal e alongamento de glândulas uterinas (DYCE et al, 2004).

Ao final do desenvolvimento do folículo dominante, haverá formação de receptores para LH e diminuição de receptores para FSH na granulosa (efeito do FSH e do estrógeno). Além do estrógeno, as células da granulosa produzem a inibina, hormônio que inibe a secreção de FSH ao final do crescimento do folículo. Assim, o folículo dominante está preparado para responder ao pico pré-ovulatório de gonadotrofinas, provocado pelo alto nível de estrógeno circulante e, assim, ocorrerá a ovulação.

O sistema gerador de pulso para a secreção de gonadotrofinas é aumentado durante a fase folicular e diminuído durante a fase lútea. Durante a fase folicular, a frequência de pulso aumenta devido à ausência de progesterona e a amplitude de pulso diminui devido à presença de estrógeno, o que resulta em maturação do folículo em desenvolvimento (CUNNINGHAM, 2008).

### **1.3.2. Ovulação**

Na ovulação há liberação do ovócito do folículo dominante e ruptura da membrana e dos vasos da teca, levando à formação de corpo lúteo (CL), que é mantido pelo LH e é constituído principalmente por células da granulosa que passam a ser responsáveis pela produção de progesterona. O corpo lúteo continua a crescer por até uma semana após a ovulação e se manterá após 14 dias em caso de gestação, pela sinalização embrionária. Caso não haja fertilização e sinalização embrionária, o corpo lúteo começa a regredir, pela secreção uterina de prostaglandina ( $\text{PGF}_{2\alpha}$ ), que leva à liberação de ocitocina lútea que estimula ainda mais a produção de prostaglandina pelo útero. Aos 21 dias, quando inicia o próximo ciclo, o CL já se encontra com somente um terço de seu maior tamanho e continua a regredir até a sua ausência ou formação cicatricial (CUNNINGHAM, 2008; DYCE et al, 2004)

### 1.3.3. Gestação

Em caso de fertilização do ovócito, o embrião sinalizará com a produção de estrógeno e proteína trofoblastina antes do 14º dia após a fertilização (em vacas e ovelhas), levando à supressão da produção uterina de  $\text{PGF}_{2\alpha}$ , que torna possível a manutenção do corpo-lúteo e estabelecimento da gestação (CUNNINGHAM, 2008)

A implantação embrionária em fêmeas bovinas se dá a partir dos 25 dias após a fertilização. A formação da placenta se dá após a implantação, sendo esta estrutura responsável pela produção de progesterona a partir do 70º dia em éguas e do 50º dia em ovelhas. Importante ressaltar que vacas são corpo-lúteo dependentes para a produção de progesterona para a manutenção dos primeiros meses da gestação. Outros hormônios também são produzidos pela placenta, tais como lactogênio, relaxina e ocitocina. Durante a gestação, há aumento do fluxo sanguíneo do útero, principalmente da artéria uterina ipsilateral ao corno uterino prenhe, que aumenta seu diâmetro (CUNNINGHAM, 2008).

### 1.3.4. Puerpério

O puerpério compreende o período após o parto, em que o útero passa por transformações para se recuperar, até o aparecimento do primeiro cio fértil. O período puerperal é dividido em três fases: o puerpério propriamente dito, desde a expulsão fetal até a hipófise adquirir a capacidade de resposta ao GnRH, da primeira a segunda semana pós-parto. O período intermediário é marcado pelo aumento da sensibilidade hipofisária aos estímulos do GnRH até que a primeira ovulação ocorra. O período pós-ovulatório, se dá após a primeira ovulação até a involução completa do útero, que fisiologicamente ocorre na sexta semana pós-parto (KOZICKI, 1998).

A  $\text{PGF}_{2\alpha}$  é um hormônio importante para a retomada da ciclicidade reprodutiva. Este hormônio é liberado anteriormente ao parto e acarreta a luteólise do corpo lúteo gravídico, permanecendo em alta concentração até três semanas pós-parto e levando à expulsão de líquidos e anexos fetais. O efeito da  $\text{PGF}_{2\alpha}$  é a queda nas concentrações séricas de progesterona, o que possibilita a retomada da liberação de GnRH e LH necessários para a ovulação (EMERICK et al., 2009).

O estrógeno produzido no primeiro estro após o parto também é importante por promover maior irrigação e atração de células de defesa imunológica ao útero, favorece a produção de muco e abertura da cérvix, facilitando a limpeza do lúmen uterino. Assim, quanto mais cedo ocorrer o estro, mais rápida será a involução uterina no período puerperal (MARTINS & BORGES, 2011)

#### **1.4. Doppler na Avaliação de Ciclo Estral e Fertilidade**

A avaliação ultrassonográfica de útero e ovários durante o ciclo estral de animais de produção pode ser utilizada para classificar uma fêmea como apta para a reprodução e é importante para o aprimoramento de tecnologias de reprodução assistida como Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) e Transferência de Embriões (TE) (VIANA et al., 2013). Neste contexto, o Doppler colorido é uma ferramenta adequada, pois permite identificar alterações de fluxo sanguíneo de folículos, para acompanhar o crescimento folicular e a ovulação; assim como permite identificar alterações de fluxo sanguíneo do corpo lúteo, para acompanhar a sua formação, manutenção e lise (ACOSTA et al., 2003). A vascularização de folículos e corpo lúteo pode também ser acompanhada a fim de estabelecer suas relações com a taxa de prenhez.

Além de poder avaliar a hemodinâmica nos ovários pode-se avaliar a hemodinâmica uterina em modo Doppler colorido e a perfusão da artéria uterina em modo Doppler espectral para detectar alterações fisiológicas ou patologias que afetem a fertilidade e estabelecer relações com viabilidade e qualidade embrionária/fetal. Alterações como metrite e retenção placentária, por exemplo, são processos inflamatórios e estão relacionadas com um volume de fluxo sanguíneo maior e índice de pulsatilidade menor após o parto, em comparação com vacas saudáveis (HEPPELMANN et al., 2013).

### 1.4.1. Hemodinâmica Folicular

O acompanhamento da hemodinâmica folicular por Doppler colorido é importante para a identificação do folículo dominante pré-ovulatório, o que permite determinar o momento mais apropriado para a inseminação artificial e prever futuras taxas de fertilidade.

O momento correto de se realizar uma inseminação artificial pode ser determinado pela visualização de aumento na vascularização folicular, pois se sabe que há maiores taxas de prenhez se a inseminação é feita próxima ao momento de ovulação e que o pico máximo de perfusão do folículo precede à ovulação (SCALIANTE et al., 2015; MENEGHETTI et al., 2009), sendo a formação de rede vascular individual essencial para o desenvolvimento e a qualidade do folículo (ROBINSON et al., 2009; ARAÚJO et al., 2011).

A neoangiogênese folicular é importante para o contínuo crescimento de folículos até a fase de “desvio folicular”, quando apenas o folículo dominante continua a crescer (ROBINSON et al., 2009; ARAÚJO et al., 2011). Assim, o suprimento sanguíneo dos folículos dominantes é maior que o de folículos subordinados e a diminuição da vascularização nos folículos subordinados se dá antes da diminuição da taxa de crescimento folicular (ACOSTA et al., 2003). Importante ressaltar que a dominância folicular é não somente determinada pela maior perfusão sanguínea como também pelo maior número de receptores para gonadotrofinas (ACOSTA et al., 2003).

Em outras palavras, o folículo dominante com irrigação individualizada indicará que a vaca se encontra na fase de estro, próxima ao momento de ovulação, pois, após o desvio folicular, o fluxo sanguíneo está principalmente presente no maior folículo (dominante). Utilizando a ultrassonografia Doppler Colorido, considera-se um folículo com vascularização detectável se possuir manchas azuis ou vermelhas (ACOSTA et al., 2005).

Em estudos com Doppler colorido trans-retal em vacas foi possível verificar esta diferença significativa na vascularização da parede de folículos pré-ovulatórios em comparação com folículos anovulatórios, que possuem atividade proliferativa

menor e que visualmente possuem menor perfusão sanguínea (Figura 4) (ACOSTA et al., 2003).

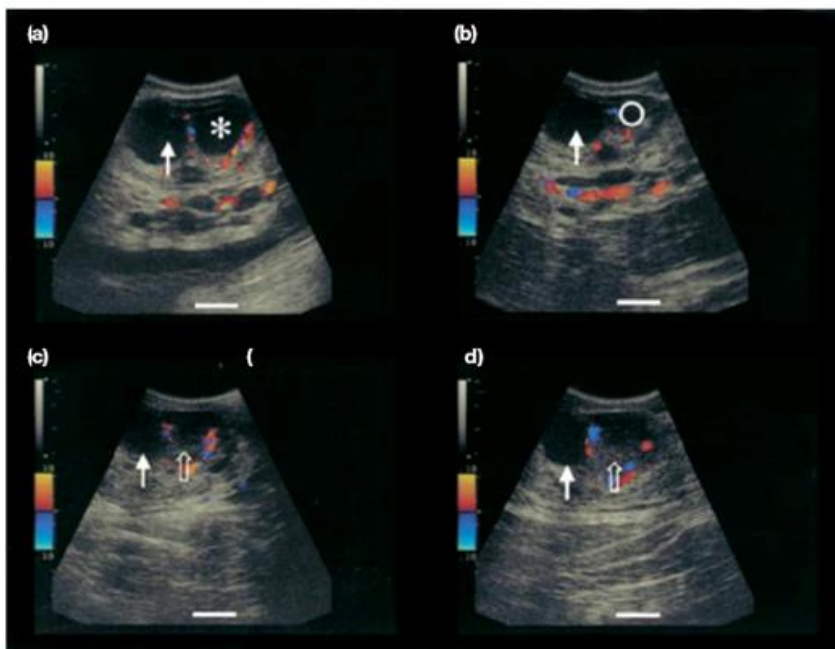


Figura 4. Imagem com Doppler colorido evidenciando diferença de vascularização entre folículo pré- ovulatório e folículo anovulatório (a) 24 h após administração de análogo de GnRH, (b) após ovulação, (c,d) durante a formação precoce de CL. (ACOSTA et al., 2003).

Os principais fatores angiogênicos dos folículos são os fatores de crescimento endotelial vascular (VEGF), que estão presentes nas células da granulosa e são produzidos em resposta ao FSH circulante, estimulando a formação de capilares na camada de células da teca interna (BARBONI et al., 2000). Além do VEGF, o estrogênio em maiores quantidades também está relacionado com a melhor vascularização folicular (GRAZUL-BILSKA et al., 2007). Desta forma, quanto maior for a capacidade do folículo em produzir VEGF e estrogênio, maior será a sua vascularização e seu suporte hormonal para continuar a crescer seu diâmetro (ROBINSON et al., 2009).



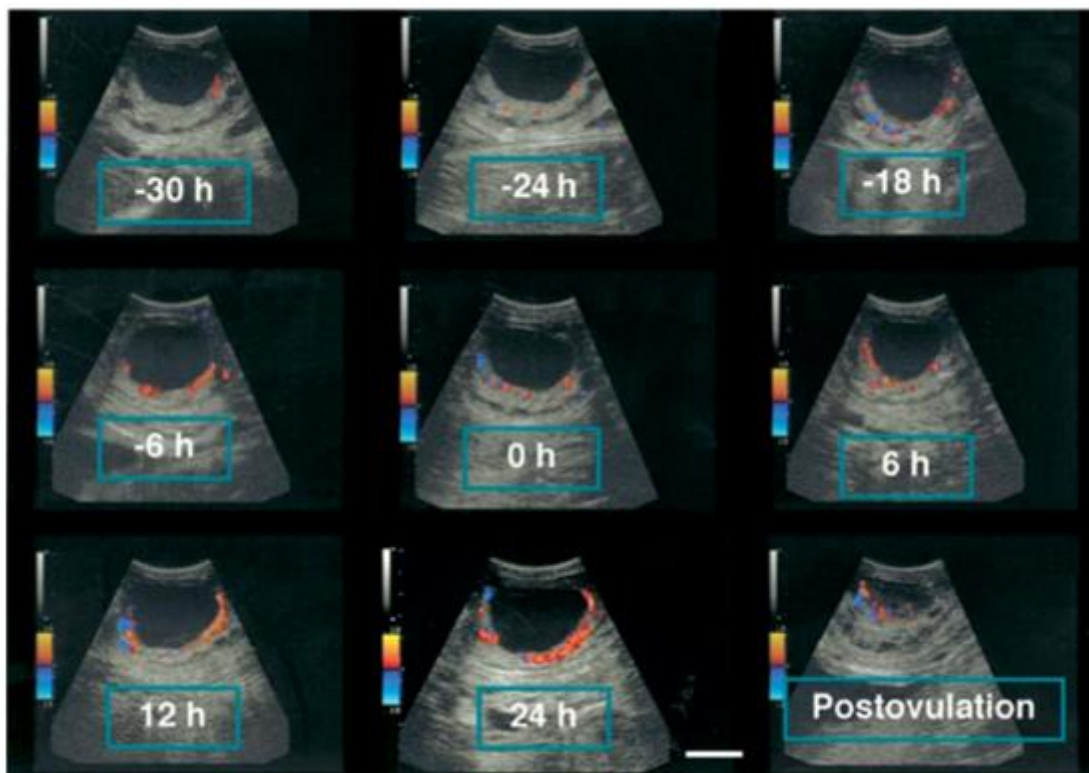


Figura 5. Imagem com Doppler colorido evidenciando desenvolvimento e aumento de perfusão no folículo pré-ovulatório, conforme se aproxima do momento de ovulação (ACOSTA et al., 2003).

Em síntese, a perfusão folicular aumenta durante o desvio folicular e atinge pico máximo após a onda de LH, o que mostra que o conjunto de mudanças de vascularização, morfologia e função precede a ovulação (Figura 5). Assim sendo, a perfusão sanguínea folicular afeta a qualidade e o desenvolvimento do folículo. Pesquisas conduzidas em reprodução humana (CHUI et al., 1997), por exemplo, confirmam existir relação entre a qualidade de vascularização folicular e maiores taxas de fertilidade, após implantação embrionária após fertilização *in vitro*.

SCALIANTE et al. (2015), em seu experimento com vacas Nelore submetidas a diferentes protocolos de Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF), concluiu que em todos os protocolos os folículos pré-ovulatório chegam à ovulação em média 12 horas após atingirem grau 5 de vascularização, o que vai de acordo com ACOSTA et al. (2003). A vascularização foi avaliada subjetivamente em que o grau 5 representa folículo com 80 a 100% do seu diâmetro com vascularização ativa.

Além disso, SCALIANTE et al. (2015) visualizaram que o fluxo sanguíneo na parede do folículo aumenta em um ritmo bem maior que o aumento do diâmetro folicular no período pré-ovulatório, sendo assim mais indicado avaliar a vascularização folicular do que o diâmetro folicular, para determinar proximidade ao momento de ovulação.

SIDDIQUI, ALMANUM & GINTHER (2009), utilizaram Doppler colorido para comparar a vascularização do folículo pré-ovulatório de novilhas que vieram a engravidar com a vascularização do folículo de novilhas que não chegaram a engravidar. Todas as fêmeas foram submetidas a protocolo de IATF e foram avaliadas por ultrassonografia após a administração final de GnRH (hora 0) e no momento da IA (hora 26). Observou-se que as fêmeas que ficaram gestantes tinham o diâmetro folicular maior em comparação com o grupo de fêmeas que não conceberam. Além disso, registraram maior fluxo de sangue na parede folicular no grupo de fêmeas prenhes do que no grupo não-prenhes na hora 26, mas não na hora 0. Em avaliação por Doppler espectral, registraram maior índice de resistência para um vaso na parede do folículo em fêmeas não-prenhes e um índice mais baixo no grupo de fêmeas prenhes (hora 26), indicando assim maior perfusão. Assim sendo, os resultados corroboram a hipótese de uma relação positiva entre o grau de fluxo sanguíneo do folículo pré-ovulatório e o estabelecimento bem-sucedido de gravidez em novilhas.

BOLLWEIN et al. (2010) também obtiveram resultados que confirmam haver correlação positiva entre a perfusão de folículos e a fertilidade. Neste estudo, compararam grupos de vacas submetidas a protocolo de sincronização para IATF com diferentes períodos de duração da fase folicular. Os resultados desta pesquisa levaram a concluir que o encurtamento da fase folicular pré-ovulatória tem efeito negativo na fertilidade das vacas, pois haverá folículos menores e com menor perfusão sanguínea.

PINAFFI et al. (2013), em seu experimento com vacas Nelore e Tabapuã, analisou a área e a vascularização do folículo pré-ovulatório no momento da inseminação artificial em tempo fixo. Além disso, analisou o diâmetro e a vascularização do corpo lúteo 11 dias após a inseminação. No entanto, seus

resultados mostraram não haver correlação entre vascularização ou diâmetro (de folículo e corpo lúteo) com taxa de prenhez e, ao contrário do que se esperava, vacas com corpo lúteo com mais de 70% de vascularização apresentaram menor fertilidade, mostrando haver necessidade de mais estudos com perfis hormonais para melhor interpretação de resultados.

Além de poder ser utilizado para o acompanhamento da dinâmica folicular e prever o momento mais apropriado para a inseminação a ultrassonografia Doppler colorido tem permitido detectar a presença de cistos ovarianos, que são resultantes da falha na ovulação e são uma importante causa de infertilidade em rebanhos bovinos. Os cistos ovarianos podem ser classificados como foliculares ou luteais e mantêm um fluxo sanguíneo detectável. Os cistos foliculares são estruturas foliculares persistentes, de parede fina (< 3 mm) e mantêm uma pequena vascularização detectável. Os cistos luteais são estruturas com parede mais espessa (> 3 mm) e apresentam uma vascularização mais ativa que cistos foliculares (Figura 6) (MATSUI & MIYAMOTO, 2009).

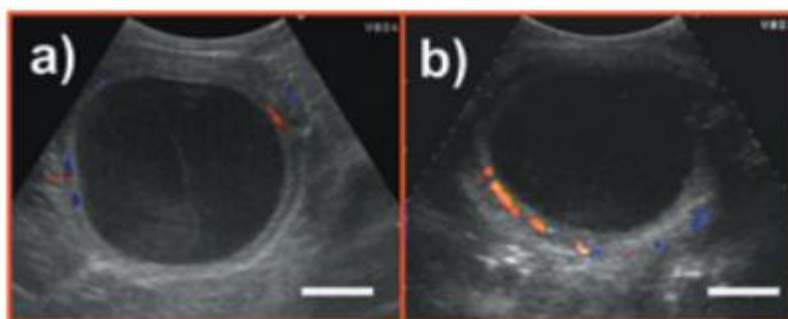


Figura 6. Imagem com Doppler colorido de cisto folicular (a) e cisto luteal (b). É possível notar a parede mais espessa e a vascularização mais intensa no cisto luteal em comparação com o cisto folicular (MIYAMOTO et al., 2006).

Finalmente, a avaliação de folículos por meio de ultrassonografia Doppler durante o ciclo estral em vacas pode também prever a resposta a tratamentos superovulatórios. ACOSTA et al. (2005) mostrou que folículos pequenos com fluxo sanguíneo detectável se tornaram maiores no momento da seleção em comparação com aqueles que não possuem fluxo sanguíneo. Visto que o fluxo sanguíneo folicular individual provê gonadotrofinas e nutrientes para o crescimento

folicular, um grupo de pequenos folículos com vascularização detectável ao Doppler colorido resultará em uma boa resposta a tratamento superovulatório. Assim sendo, recomenda-se avaliar o número de folículos com vascularização detectável no início do tratamento com gonadotrofinas para predizer a resposta superovulatória.

#### **1.4.2. Hemodinâmica de Corpo Lúteo**

Após o pico de LH (que acarreta em aumento do fluxo sanguíneo na parede do folículo) há ovulação e transformação do folículo em corpo-lúteo. A formação do Corpo Lúteo (CL) é marcada pela alta vascularização (atingindo pico em dois a três dias após ovulação) e multiplicação das células esteroideogênicas para produção de progesterona (ACOSTA et al., 2003).

Segundo ACOSTA et al. (2003), durante o início do desenvolvimento do corpo lúteo, o fluxo sanguíneo aumenta juntamente com a concentração de progesterona circulante, estando a vascularidade associada com o potencial do corpo lúteo em produzir progesterona, o que promove um melhor ambiente para gestação. A informação a respeito da qualidade de vascularização do CL obtida pelo Doppler colorido pode ser útil para diagnóstico precoce de gestação e poderá indicar antecipadamente, com maior precisão, futuras perdas gestacionais devido a deficiência de vascularização do CL (SIQUEIRA et al., 2013).

Após se desenvolver por completo, o corpo lúteo sofrerá luteólise marcada pela rápida diminuição no fluxo sanguíneo, que é consequência da ação da  $PGF2\alpha$ , liberada entre os dias 14 e 17 após a ovulação caso não ocorra a sinalização de interferon-T pelo concepto. No entanto, o início da luteólise é marcado por aumento agudo de vascularidade do CL maduro, após a sinalização da  $PGF2\alpha$  nas primeiras horas e substâncias vasoativas desencadeiam então a cascata de luteólise e a redução da perfusão (Figura 7) (ACOSTA et al., 2002).

**a) Spontaneous luteolysis**



**b) PGF<sub>2α</sub>-induced luteolysis**

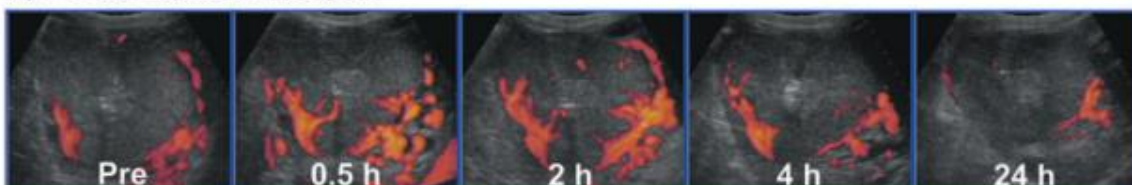


Figura 7. Imagens em tempo-real das mudanças na vascularização em torno de Corpo Lúteo maduro durante a luteólise com o Power Doppler, em fêmeas bovinas. Em (a) é possível visualizar um aumento agudo inicial na vascularização do corpo lúteo no dia 17, na luteólise espontânea. Em (b) é possível observar aumento na vascularização do corpo lúteo após a indução de luteólise por prostaglandina PGF<sub>2α</sub> (no momento 0.5 h) (MIYAMOTO et al., 2006).

PINAFFI et al. (2013), em seu experimento com vacas Nelore, avaliou por meio de ultrassonografia Doppler o diâmetro e a vascularização do corpo lúteo de vacas receptoras no momento da inovulação (transferência de embriões), e a sua relação com as taxas de prenhez. O resultado foi um efeito positivo para um aumento de prenhez relacionado à maior vascularização do CL ( $P < 0.05$ ), porém não foram encontradas diferenças expressivas entre maior taxa de prenhez em animais com área de CL maior ( $P > 0.05$ ). Animais com menos de 40% de vascularização de CL não apresentaram prenhez. Em conclusão, o uso de ultrassonografia Doppler como método de predição de fertilidade pode ser aplicável a programas de transferência de embriões, pela visualização de vascularidade de corpo-lúteo.

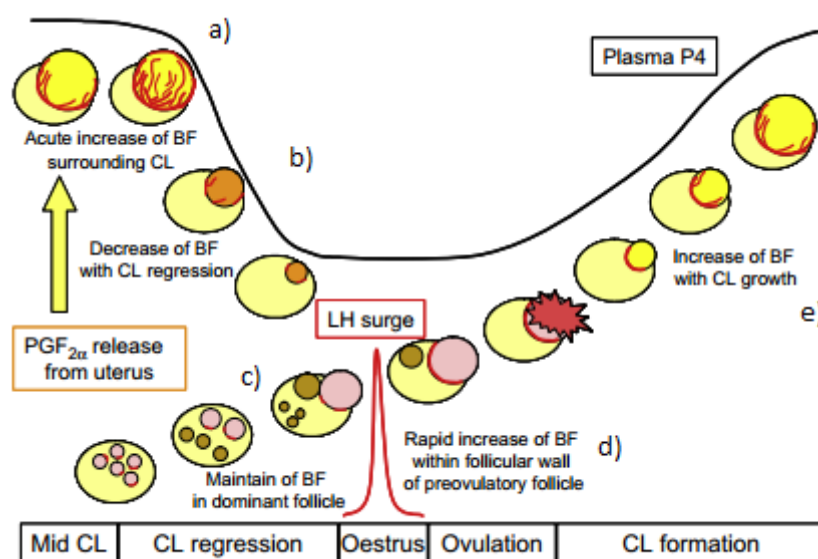


Figura 8. Esquema representativo da hemodinâmica de folículo e corpo lúteo durante ciclo estral em vacas. Em a) ocorre um aumento repentino na perfusão sanguínea do corpo lúteo previamente à luteólise. Em b) há uma redução na vascularização com a regressão do CL. No momento da regressão do CL há manutenção do fluxo sanguíneo do folículo dominante (c). Em d) há aumento da vascularização do folículo pré-ovulatório após o pico de LH. Em e) há aumento gradual da vascularização do CL em formação, concomitante ao aumento dos níveis de progesterona circulante (MATSUI & MIYAMOTO, 2009).

### 1.4.3. Hemodinâmica Uterina

O suprimento sanguíneo do útero se dá principalmente pela artéria uterina, e este se altera ao longo do ciclo estral em fêmeas de espécies domésticas. Pesquisadores têm conduzido estudos a fim de registrar e caracterizar tais mudanças (FORD et al., 1979, BOLLWEIN et al., 2000). De acordo com estudos sobre a hemodinâmica uterina durante o ciclo estral em fêmeas bovinas, o fluxo sanguíneo é mais baixo durante a fase de diestro e mais elevado no proestro e estro. No entanto, ainda há necessidade de se conduzir pesquisas a fim de estabelecer a influência da perfusão sanguínea uterina na fertilidade de fêmeas (HERZOG & BOLLWEIN, 2007).

OLIVEIRA (2012) conduziu um experimento com o Doppler colorido observando-se a hemodinâmica uterina a fim de associar a resposta inflamatória uterina com a taxa de fertilidade em fêmeas bovinas. Neste estudo, fêmeas foram agrupadas de acordo com a qualidade de sêmen recebido na inseminação artificial

para assim estabelecer a relação entre o tipo de sêmen recebido e a possível resposta inflamatória gerada após inseminação e a taxa de fertilidade. No entanto, não houve aumento de vascularidade uterina, detectável pelo Doppler colorido, associada a resposta inflamatória nos diferentes níveis de qualidade de sêmen.

## **1.5. Doppler na Avaliação Gestacional**

Além de poder ser utilizado para guiar protocolos de IATF e prever fertilidade em programas de transferência de embriões, o Doppler colorido pode também ser útil na avaliação gestacional de fêmeas bovinas. Desta forma, o Doppler pode diagnosticar gestação mais precocemente e prever futuras perdas gestacionais, devido à baixa vascularização do CL ou do embrião.

### **1.5.1. Diagnóstico Gestacional Precoce e Viabilidade Embrionária**

O diagnóstico gestacional precoce é importante para a detecção de fêmeas que não emprenharam para assim poder sincronizá-las novamente ou proceder o descarte. A rapidez no diagnóstico reduz os intervalos entre inseminações, facilita o manejo do rebanho e auxilia na detecção de problemas de fertilidade, aumentando assim sua eficiência reprodutiva (SIQUEIRA et al., 2013).

Tradicionalmente, o diagnóstico gestacional é realizado por meio de palpação retal, em que teoricamente é possível palpar vesícula embrionária partir de 28 a 30 dias, o que pode causar danos ao embrião e sua acurácia dependente da habilidade do médico veterinário e do tempo gestacional, além disso, a presença de conteúdo uterino patológico também interfere no diagnóstico correto (ZEMJANIS, 1966). O diagnóstico gestacional por testes químicos (progesterona, sulfato de estrona e proteínas da prenhez) pode ser feito precocemente, porém apresentam acurácia relativamente baixa e, por depender de análise laboratorial, apresentam elevado custo (RICCI et al., 2015).

Outro método diagnóstico é a visualização embrionária pela ultrassonografia modo B, que na prática é utilizada a partir de 26 dias após IA, quando a

sensibilidade e especificidade aumentam, respectivamente, de 44.8% e 82.3% aos 21 dias para 97.7% e 87.7% aos 26 dias. (KASTELIC et al., 1991; PIETERSE, 1990). Atualmente, pesquisadores têm mostrado a acurácia em detectar fêmeas não prenhes com base na avaliação da perfusão de Corpo Lúteo 20 dias após IATF, pelo uso de equipamento ultrassonográfico com modo Doppler (SIQUEIRA et al., 2013; ARÊAS, 2012).

SIQUEIRA et al. (2013) realizou um experimento para determinar a acurácia do diagnóstico gestacional precoce baseado na perfusão sanguínea de CL no dia 20 após IATF, com o Doppler colorido. Neste estudo, compararam os resultados da avaliação da perfusão de CL subjetiva visual aos 20 dias, com os resultados do diagnóstico de gestação por batimento cardíaco fetal aos 30 dias, sem conhecimento dos resultados anteriores. Um segundo avaliador também analisou os CL aos 20 dias dos mesmos animais, por meio da visualização de pixels coloridos dos vídeos gravados. Amostras de sangue foram coletadas de um subconjunto de 171 fêmeas para determinar as concentrações de progesterona plasmática, que indicam a função CL.

Após análises estatísticas, o diagnóstico gestacional mostrou ter 99% de sensibilidade, 53.7% de especificidade e 74.8% de acurácia, com apenas 0,4% de falsos negativos. Não houve diferença significativa entre os testes ou entre os avaliadores, podendo concluir que é possível detectar fêmeas gestantes por visualização de vascularização de CL com Doppler colorido aos 20 dias de forma rápida e eficaz, sendo aplicável à realidade, embora o elevado custo e a necessidade de profissionais treinados sejam fatores limitantes à sua aplicação rotineira.

A ultrassonografia Doppler também tem sido utilizada para acompanhar a viabilidade embrionária pois, como pode ser visualizado na Figura 9, o fluxo sanguíneo embrionário pode ser detectado inicialmente após a implantação embrionária. Estudos de níveis de progesterona no leite têm indicado que a maioria das perdas embrionárias ocorrem ao redor de 60 dias de gestação, porém sabe-se que em alguns casos esta pode manter-se elevada mesmo após a perda embrionário. Neste contexto, a ultrassonografia Doppler pode ser uma ferramenta



mais confiável a ser utilizada para detecção de perdas embrionárias (MIYAMOTO et al., 2006).

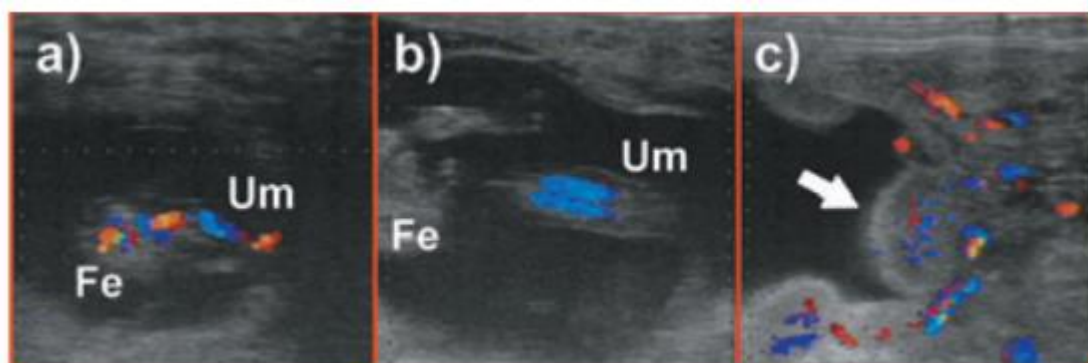


Figura 9. Imagens com Doppler colorido da perfusão de conceito. a) Fluxo sanguíneo detectável no feto (Fe) e no cordão umbilical (Um) no dia 39 de gestação. b) Fluxo sanguíneo notavelmente aumentado em cordão umbilical no dia 60 de gestação. c) Carúnculas/cotilédones (seta) com perfusão sanguínea ativa aos 60 dias de gestação (MIYAMOTO et al., 2006).

MATSUI & MIYAMOTO (2009) detectaram perda embrionária aos 46 dias de gestação, associada a um fluxo sanguíneo ativo no interior do corpo-lúteo. A regressão do CL foi confirmada após 4 dias e então ocorreu o estro. Assim, alta perfusão sanguínea detectada aos 46 dias de gestação pode ser um indicativo de morte embrionária e seguir com a diminuição de vascularização e regressão do CL. Em conclusão, a avaliação da hemodinâmica de CL durante a gestação pode ser uma ferramenta diagnóstica de perda embrionária.

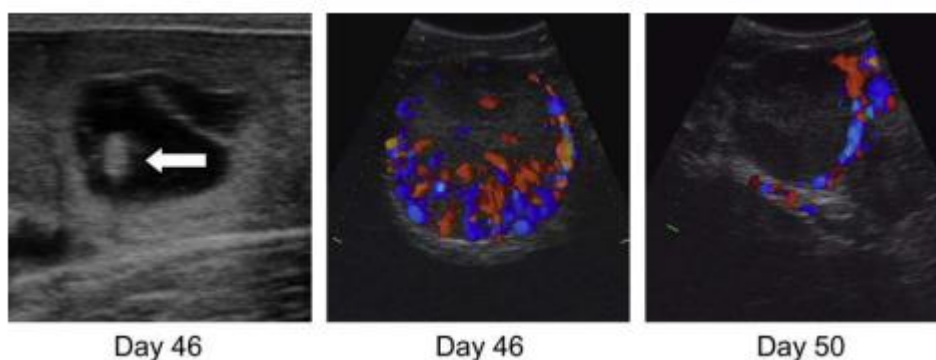


Figura 10. Imagem de morte embrionária e de CL. Na primeira imagem é possível visualizar feto aos 46 dias com estrutura anormal (seta branca). O CL se apresenta altamente vascularizado aos 46 dias na segunda imagem. Na terceira imagem é possível visualizar redução da perfusão sanguínea do CL aos 50 dias e o estro ocorreu no dia 56 (MATSUI & MIYAMOTO, 2009)

### 1.5.2. Hemodinâmica Uterina na gestação

A hemodinâmica uterina também pode ser avaliada durante a gestação pelo Doppler colorido e algumas pesquisas confirmam existir aumento exponencial da perfusão sanguínea ao longo do curso da gestação (BOLLWEIN et al., 2002; REYNOLDS & FERRELL 1987). Além disso, PANARACE et al. (2006) demonstraram que quanto maior for o volume de fluxo sanguíneo uterino no final da gestação, maior será o peso ao nascimento dos bezerros. Após o parto, em vacas com puerpério normal, há significativa redução do volume de perfusão sanguínea nos primeiros quatro dias, seguida por aumento do Índice de Pulsatilidade, o que indica redução na vascularização uterina após a contração do miométrio (HERZOG & BOLLWEIN, 2007).

Algumas pesquisas também têm utilizado o Doppler colorido na caracterização da hemodinâmica uterina durante o ciclo estral e gestação para melhor compreender a fisiologia reprodutiva de fêmeas bovinas e assim poder associar aos níveis plasmáticos de hormônios e estabelecer quais os fatores responsáveis pelo aumento da vascularização uterina na gestação (FORD et al., 1979; SILVA & GINTHER, 2010)

FORD et al. (1979), caracterizou a perfusão sanguínea de artérias uterinas com implante de probe eletromagnética durante o ciclo estral (fêmeas não prenhes) e durante o início da gestação (fêmeas prenhes), e correlacionou com os níveis de estradiol plasmático circulante. Os resultados mostraram que há aumento na perfusão do corno uterino gravídico a partir do dia 14 a 18, sem aumento na perfusão no corno uterino contralateral, não sendo este aumento associado aos níveis de estradiol plasmático, indicando haver controle local pelo concepto na vascularização do útero em que este se encontra.

Com base nestes resultados, SILVA & GINTHER (2010) testaram a hipótese de que a perfusão vascular do endométrio é mediada localmente pelo contato entre concepto e útero. Para isto, compararam com Doppler colorido a vascularização endometrial e mesometrial entre novilhas prenhes e não prenhes dos dias 0 a 18; e compararam a vascularização entre os cornos uterinos com e sem o embrião de novilhas prenhes dos dias 0 a 60. As imagens mostraram aumento na

vascularização em ambos os cornos uterinos entre os dias 14 e 18 em novilhas não prenhes, que está associada à diminuição da progesterona plasmática e ao aumento de estradiol.

Em novilhas prenhes, não foi detectado um aumento da vascularização endometrial no corno ipsilateral antes do dia 18, somente após o dia 20, dia em que a aderência entre o córion e o útero ocorre. Um aumento na vascularização no corno contralateral ocorreu no dia 32, que é o dia relatado de entrada do corioalantóide no corno contralateral. Por volta do dia 42, a vascularização se torna semelhante entre os dois cornos, e o corioalantóide supostamente ocupa ambos cornos. Nos dias 42-60, os placentomas estão limitados ao corno ipsilateral e a vascularização permanece elevada no corno ipsilateral, diminuindo no corno contralateral. Assim, os resultados suportam a hipótese de que a perfusão vascular em cada corno uterino durante o início da gestação é mediada por contato direto entre concepto e útero.

### **1.6. Doppler no Período puerperal**

A perfusão sanguínea uterina durante o período puerperal tem sido objeto de estudo de pesquisadores da área de reprodução animal, devido à importância deste período para recuperação do trato reprodutivo de fêmeas após a gestação, sendo esta recuperação necessária para o início do ciclo estral seguinte. Neste contexto, pesquisadores têm utilizado a ultrassonografia Doppler para acompanhar a hemodinâmica uterina no período pós-parto de fêmeas híidas e de fêmeas com endometrite.

HERZOG & BOLLWEIN (2007), em sua pesquisa com Doppler nas diferentes fases reprodutivas de fêmeas bovinas, mostraram que, em fêmeas híidas, o volume de perfusão sanguínea no útero reduziu imediatamente após o parto e que o índice de pulsatilidade aumentou a partir do 4º dia pós-parto, mostrando haver primeiramente redução da vascularização devido à contração muscular seguida de vasoconstrição. Além disso, concluíram que fêmeas com puerpério anormal tiveram um atraso de 4 dias para o início das mudanças de

vascularização envolvidas no processo de involução uterina. O volume de perfusão sanguíneo uterino somente reduziu 4 dias após o parto e o índice de pulsatilidade somente aumentou a partir do 8º dia pós-parto, sendo estas mudanças menos pronunciadas que em vacas saudias. Uma explicação para este atraso seriam os prováveis processos inflamatórios uterinos envolvidos.

HEPPELMANN et al. (2013) analisaram os efeitos da inflamação uterina puerperal na involução uterina por meio da avaliação das artérias uterinas com ultrassonografia com Doppler em fêmeas leiteiras. Neste estudo, concluíram que o tamanho e o diâmetro uterino diminuíram mais cedo após o parto nas vacas do grupo sem doença uterina e que o volume de fluxo sanguíneo foi maior e o Índice de Pulsatilidade foi menor no 8º dia após o parto em vacas do grupo com doença uterina.

Estes estudos chegam à conclusão de que as medidas de fluxo sanguíneo uterino, aferidas por Doppler trans-retal, são afetadas por doença uterina puerperal. Assim, a ultrassonografia Doppler colorido pode ser uma ferramenta a ser utilizada para diagnóstico de afecções do período puerperal.

## 2. Considerações Finais

A ultrassonografia Doppler, em especial o Doppler colorido, tem sido utilizada para investigar as mudanças de fluxo sanguíneo no trato reprodutivo ocorridas durante o ciclo estral, gestação e período puerperal de fêmeas bovinas. Desta forma, será possível estabelecer os padrões de vascularização nas estruturas ovarianas (folículos ovarianos e corpo-lúteo) e no útero, nestas diferentes fases, e assim detectar possíveis alterações nos padrões fisiológicos, permitindo a tomada de providências de forma mais rápida que melhorem os índices reprodutivos do rebanho.

Estudos recentes têm mostrado correlação positiva entre a perfusão sanguínea de corpo-lúteo e o estabelecimento de gestação após TE (PINAFFI et al., 2015) e entre a perfusão sanguínea de folículo pré-ovulatório e taxa de fertilidade após IA (SIDDIQUI, ALMAMUN & GINTHER, 2009) e após fertilização *in vitro* (SIDDIQUI et al., 2009). Além destes, estudos têm mostrado que a avaliação de corpo-lúteo por Doppler aos 20 dias após inseminação artificial pode ser um método de diagnóstico gestacional mais precoce e de alta acurácia e sensibilidade para aplicação a campo (SIQUEIRA et al., 2013, ARÊAS, 2012).

A ultrassonografia Doppler serve também como ferramenta diagnóstica para a presença de cistos ovarianos (MATSUI & MIYAMOTO, 2009); para avaliação de função de corpo lúteo e prever perda embrionária (SIQUEIRA et al., 2013, MATSUI & MIYAMOTO, 2009); para prever respostas a tratamento superovulatório em vacas (ACOSTA et al., 2005) e diagnosticar afecções no puerpério (HEPPELMANN et al., 2013). No entanto, a popularização do uso desta tecnologia a campo dependerá do seu custo, que tende a reduzir. Adicionalmente, profissionais da área de reprodução deverão aprofundar seus conhecimentos no emprego de tal tecnologia para obter resultados confiáveis, evitando levar ao descrédito da tecnologia Doppler pela comunidade científica.

### 3. Referências Bibliográficas

ACOSTA TJ, HAYASHI KG, OHTANI M, MIYAMOTO A. Local changes in blood flow within the preovulatory follicle wall and early corpus luteum in cows. *Reproduction*, v.125, p.759-767, 2003. Disponível em <http://www.reproduction-online.org/content/125/5/759.long> Acesso em 22/06/2016.

ACOSTA, T.J., HAYASHI, K.G., MATSUI, M., MIYAMOTO, A. Changes in follicular vascularity during the first follicular wave in lactating cows. *Journal of Reproduction and Development* 51, 273–280, 2005. Disponível em [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jrd/51/2/51\\_2\\_273/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jrd/51/2/51_2_273/_pdf) Acesso em 22/06/2016.

ARAÚJO VR, DUARTE AB, BRUNO JB, PINHO LOPES CA, FIGUEIREDO JR. Importance of vascular endothelial growth factor (VEGF) in ovarian physiology of mammals. *Zygote*, Oct 13:1-10, 2011.

ARÊAS, V. S. Uso de doppler colorido na avaliação funcional do corpo lúteo em bovinos. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, 2012.

AYRES, H. & MINGOTI, G. Z. Angiogênese, vascularização e uso do ultrassom Doppler colorido na avaliação de estruturas ovarianas. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, Belo Horizonte, v. 36, n. 3, p 174-180, 2012.

BARBONI B, TURRIANI M, GALEATI G, SPINACI M, BACCI ML, FORNI M, MATTIOLI M. Vascular endothelial growth factor production in growing pig antral follicles. *Biol Reprod*, v.63, p.858-864, 2000.

BARBOSA, C. C.; SOUZA, M. B.; SCALERCIO, S. R. R. A.; SILVA, T. F. P.; DOMINGUES, S. F. S.; SILVA, L. D. M. Ultrassonografia Doppler ovariana e uterina em cadelas. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, vol.33 no.9 Rio de Janeiro, 2013. Disponível em [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-736X2013000900016](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-736X2013000900016) Acesso em 22/06/2016.

BOLLWEIN, H., MEYER, H. H., MAIERL, J., WEBER, F., BAUMGARTNER, U., STOLLA, R. Transrectal Doppler sonography of uterine blood flow. *Theriogenology* v. 53, p 1541-1552.

BOLLWEIN, H., PROST, D., ULBRICH, S. E., NIEMANN, H., HONNENS, A. Effects of a shortened preovulatory follicular phase on genital blood flow and endometrial hormone receptor concentrations in Holstein-Friesian cows. *Theriogenology*, v. 73, p. 242-249, 2010.

BRITO A. B., MIRANDA S. A., RUAS M. R., SANTOS R. R., DOMINGUES S.F.S. 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.

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

CHUI, D. K. C., PUGH, N. D., WALKER, S. M., GREGORY, L., SHAW, R.W. Follicular vascularity- the predictive value of transvaginal power Doppler ultrasonography in an in vitro fertilization programme: a preliminary study. *Human Reproduction*, v 12, p. 191- 196, 1997.

CUNNINGHAM, J.G. Tratado de fisiologia Veterinária. 3 ed. Guanabara Koogan, p. 386- 431, 2008.

DI SALVO, BOCCI F, ZELLI R, POLISCA A. Doppler evaluation of maternal and fetal vessels during normal gestation in the bitch. *Vet Sci*, v.81, p.382-388, 2006.

DÍAZ, T. Dinámica del desarrollo folicular ovárico durante el ciclo estral em el bovino. *Rev Fac Cienc Vet*, v.40, p.3-18, 1999.

DICKEY, R. P. Doppler ultrasound investigation of uterine and ovarian blood flow in fertility and early pregnancy. *Human Reproduction*, v. 3, p. 467- 503, 1997.

DRIANCOURT, M. A. Follicular dynamics in sheep and cattle. *Theriogenology*, v. 35, n. 1, p. 55-79, 1991.

DYCE, K. M., SACK, W. O., WENSING, C. J. G. Tratado de Anatomia Veterinária. 3 ed Elsevier, p. 669- 689, 2004.

EMERICK, L. L., DIAS, J. C., GONÇALVES, P. E. M., MARTINS, J. A. M., SOUZA, F. A., VALE FILHO, F. R., ANDRADE, V. J. Retorno da atividade ovariana luteal cíclica de vacas de corte no pós-parto: uma revisão. *Rev. Bras. Reprod. Anim.*, Belo Horizonte, v.33, n.4, p.203-212, Oct./Dez. 2009. Disponível em <https://cbra.websiteseguro.com/pages/publicacoes/rbra/download/pag203-212.pdf> Acesso em 22/06/2016.

FERREIRA, J. C., IGNACIO, F. S. & MEIRA, C. Doppler ultrasonography principles and methods of evaluation of the reproductive tract in mares. *Acta Scientiae Veterinariae*. v 39 (Supl 1), p. 105 – 111, 2011. Disponível em <http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/73024/2-s2.0-84868609891.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em 22/06/2016.

FORD, S. P., CHENAULT, J. R.; ECHTERNKAMP, S. E. Uterine blood flow of cows during the oestrus cycle and early pregnancy: effect of the conceptus on the uterine blood supply. *Journal of Reproduction and Fertility*. V 56, p. 53-62, 1979.

FRICKE, P. M. Scanning the Future—Ultrasonography as a Reproductive Management Tool for Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*. V 85, p.1918–1926, American Dairy Science Association, 2002.

GINTHER, O. J. & MATTHEW D. Doppler Ultrasound in Equine Reproduction: Principles, Techniques, and Potential. *Journal of Equine Veterinary Science*, V. 24, N. 12, December, 2004. Disponível em <http://www.sciencedirect.com/sci-hub.cc/science/article/pii/S0737080604004411> Acesso em 22/06/2016.

GORDON, I., Laboratory production of cattle embryos. 1st ed. Cambridge: CAB International: Raven Press, 1994.

GRAZUL-BILSKA AT, NAVANUKRAW C, JOHNSON ML, VONNAHME KA, FORD SP, REYNOLDS LP, REDMER DA. Vascularity and expression of angiogenic factors in bovine dominant follicles of the first follicular wave. *Journal of Animal Science*, v 85, p.1914-1922, 2007.

HEPPELMANN, M., WEINERT, M., BRÖMMLING, A., PIECHOTTA, M., HOEDEMAKER, M., BOLLWEIN, H. The effect of puerperal uterine disease on uterine involution in cows assessed by Doppler sonography of the uterine arteries. *Animal Reproduction Science*, v. 143, issues 1-4, p. 1-7, 2013.

HERZOG, K. & BOLLWEIN, H. Application of Doppler Ultrasonography in Cattle Reproduction. *Reproduction of Domestic Animals*. v. 42 (Suppl.2), p. 51–58, 2007. Disponível em <http://onlinelibrary.wiley.com/sci-hub.cc/doi/10.1111/j.1439-0531.2007.00903.x/abstract;jsessionid=0D98BB2893DCA39AD2F9AA08E1907E95.f01t02?userIsAuthenticated=false&deniedAccessCustomisedMessage=Acesso em 22/06/2016>.

HULSHOF, FIGUEIREDO, J. R. BECKERS, J. F., BEVERS, M. M. VAN DEN HURK, R. Isolation and characterization of preantral follicles from foetal bovine ovaries. *Veterinary quarterly*, v. 16, 1994.

IRELAND, J. J. Control of follicular growth and development. *Journal of reproduction and fertility*, v. 34, p. 39-54, 1987.

KASTELIC, J.P., BERGFELT, D.R., AND GINTHER, O.J. Ultrasonic detection of the conceptus and characterization of intrauterine fluid on days 10 to 22 in heifers. *Theriogenology* v. 35: 569–58, 1991.

KING, A. M. Development, advances and application of diagnostic ultrasound in animals. *The Veterinary Journal*, London, v. 3, n. 171, p. 408-420, 2006.

KOZICKI, L. E. Aspectos fisiológicos e patológicos do puerpério em bovinos. *Arch Vet Sci*, v.3, p.9-19, 1998.

LOUPAS, T & GILL, R.W. Principles of colour Doppler. In: *Transvaginal colour Doppler: The Scientific basis and practical application of colour Doppler in gynaecology*. Springer- Verlag Berlin Heidelberg, p. 1- 11, 1995.

MARTINS, T. M. & BORGES, A. M. Avaliação uterina em vacas durante o puerpério. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, Belo Horizonte, v. 35, n 4, p. 433-443, 2011. Disponível em <https://cbra.websiteseuro.com/pages/publicacoes/rbra/v35n4/pag433-443.pdf> Acesso em 22/06/2016.

MATSUI, M., MIYAMOTO, A. Evaluation of ovarian blood flow by colour Doppler ultrasound: Practical use for reproductive management in the cow *The veterinary journal* v. 181, 232-240, 2009. Disponível em <http://www.sciencedirect.com/sci-hub.cc/science/article/pii/S1090023308001081> Acesso em 22/06/2016.

MAULIK, D. Doppler sonography: doppler ultrasound in obstetrics and gynecology. Ed. Dev. Maulik, Springer, New York, 1997.



MCDICKEN, W. N. & ANDERSON, T. The difference between colour doppler velocity imaging and power doppler imaging. *European Journal of Echocardiography* v. 3, p. 240–244, 2002. DOI: 10.1053/euje.2002.0150. Disponível em <http://www.idealibrary.com>

MENEGHETTI, M.; SÁ FILHO, O.G.; PERES, R.F.G.; LAMB, G.C.; VASCONCELOS, J.L.M. Fixed-time artificial insemination with estradiol and progesterone for *Bos indicus* cows I: basis for development of protocols. *Theriogenology*, v.72, p.179-189, 2009. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2009.02.010.

MERRITT, C. R. B. Física do Ultra-som. In: RUMACK, C. M.; WILSON, S. R.; CHARBONEAU, J. W. Tratado de ultra-sonografia diagnóstica. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2ª ed., p. 3-29, 1998.

MIYAMOTO, A., SHIRASUNA, K., HAYASHI, K. G., KAMADA, D., KAWASHIMA, C., KANEKO, E., ACOSTA, T. J., MATSUI, M. A potential use of color ultrasound as a tool for reproductive management: new observations using color ultrasound scanning that were not possible with imaging only in black and white. *Journal of Reproduction and Development* v. 52, n 1, 2006. Disponível em: [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jrd/52/1/52\\_1\\_153/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jrd/52/1/52_1_153/_pdf) Acesso em 22/06/2016.

NYLAND, T. G., MATTOON, J. S., HERRGESELL, J. S. Physical principles, instrumentation and safety of diagnostic ultrasound. *Small animal diagnostic ultrasound*. Elsevier Health Sciences, 2<sup>nd</sup> Edition, 2002.

OLIVEIRA, B.M.M. Hemodinâmica uterina avaliada por ultrassom Doppler colorido e taxa de fertilidade de vacas submetidas à IATF com sêmen analisado por ondas fluorescentes. Universidade de São Paulo, FMVZ, 2012.

OLIVEIRA, M. E. F.; FELICIANO, M. A. R.; D'AMATOA, C. C.; OLIVEIRA, L.; BICUDO, S. D.; FONSECA, J. F.; VICENTE, W. R. R.; VISCO, E; BARTLEWSKI, P. M. Correlations between ovarian follicular blood flow and superovulatory responses in ewes. *Animal Reproduction Science*, 144, p. 30-37, 2014.

PANARACE, M., GARNIL, C., MARFIL, M., JAUREQUI, G., LAGIOIA, J., LUTHER, E., MEDINA, M. Transrectal Doppler sonography for evaluation of uterine blood flow throughout pregnancy in 13 cows. *Theriogenology* v. 66 p. 2113–2119, 2006. Disponível em <http://www.sciencedirect.com/sci-hub.cc/science/article/pii/S0093691X06003566> Acesso em 22/06/2016

PIETERSE, M. C., O. SZENCI, A. H. WILLEMSE, C. S. A. BAJCSY, S. J. DIELEMAN, AND M. A. M. TAVERNE. 1990a. Early pregnancy diagnosis in cattle by means of linear-array real-time ultrasound scanning of the uterus and a qualitative and quantitative milk progesterone test. *Theriogenology* v. 33, p.697–707, 1990.

PINAFFI, F.L.V., SANTOS, E. S., SILVA, M.G.FILHO, M M., MADUREIRA, E. H., SILVA, L. A. Follicle and corpus luteum size and vascularity as predictors of fertility at the time of artificial insemination and embryo transfer in beef cattle. *Pesq. Vet. Bras.* 35 (5): 470-476, 2015.

POLISCA A, SCOTTI L, ORLANDI R, BRECCHIA G, BOITI C. Doppler evaluation of maternal and fetal vessels during normal gestation in rabbits. *Theriogenology*, v.73, p.358-366, 2010.

REYNOLDS, L. P. & FERRELL, C. L. Transplacental clearance and blood flows of bovine gravid uterus at several stages of gestation. *American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, v. 253 no. 5, 1987.

RICCI, A, CARVALHO, P. D., AMUNDSON, M. C., FOURDRAINE, R. H., VINCENTI, L., FRICKE, P. M. Factors associated with pregnancy-associated glycoprotein (PAG) levels in plasma and milk of Holstein cows during early pregnancy and their effect on the accuracy of pregnancy diagnosis. *Journal of Dairy Science*. Apr;98(4):2502-14, 2015. DOI: 10.3168/jds.2014-8974.

ROBINSON RS, WOAD KJ, HAMMOND AJ, LAIRD M, HUNTER MG, MANN GE. Angiogenesis and vascular function in the ovary. *Reproduction*, v.138, p.869-881, 2009. Disponível em <http://www.reproduction-online.org/content/138/6/869.long> Acesso em 22/06/2016.

SCALIANTE, J.R., FRANCO, M. M., RODRIGUES, S. A. D., SILVA, B. D M. Blood perfusion in preovulatory follicle in Nelore cows under FTAI protocols. *ANIMAL REPRODUCTION*, v. 12, n. 3, p. 598, 2015. Disponível em: <http://revistas.bvs-vet.org.br/animreprod/article/view/27719/29107> Acesso em 22/06/2016.

SIDDIQUI, M. A., ALMAMUN, M., GINTHER, O. J. Blood flow in the wall of the preovulatory follicle and its relationship to pregnancy establishment in heifers. *Animal Reproduction Science*. Jul;113(1-4):287-92, 2009. DOI: 10.1016/j.anireprosci.2008.07.008.

SIDDIQUI, M. A., GASTAL, E. L., GASTAL, M. O., ALMAMUM, M., BEG, M. A., GINTHER, O. J. Relationship of vascular perfusion of the wall of the preovulatory follicle to in vitro fertilization and embryo development in heifers. *Reproduction*, 137, p. 689-697, 2009. Disponível em <http://www.reproduction-online.org/content/137/4/689.full> Acesso em 22/06/2016

SILVA, L. A., GASTAL, E. L., BEG, M. A., GINTHER, O. J. Changes in vascular perfusion of the endometrium in association with changes in location of the embryonic vesicle in mares. *Biology of reproduction*, v. 72, p 755-761, 2005.

SILVA, L. A., GINTHER, O. J. Local effect of the conceptus on uterine vascular perfusion during early pregnancy in heifers. *Reproduction* 139, 453–463, 2010.

SIQUEIRA, L. G. B., AREAS, V. S., GHETTI, A. M., FONSECA, J. F., PALHAO, M. P., FERNANDES, C. A. C., VIANA, J. H. M. Color Doppler flow imaging for the early detection of nonpregnant cattle at 20 days after timed artificial insemination. *Journal of Dairy Science*. 96:6461–6472, 2013. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-6814> © American Dairy Science Association®

STEWART, S. F. C. Effects of transducer, velocity, Doppler angle and instrument settings on the accuracy of color Doppler ultrasound. *Ultrasound in Medicine and Biology*, Oxford, v. 27, n. 4, p. 551-564, 2001.

SZATMÁRI, V., SÓTONYL, P., VOROS, K. Normal duplex Doppler waveforms of major abdominal blood vessels in dogs: a review. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, v.42, n.2, p.93-107, 2001.

VIANA, J. H. M., ARASHIRO, E. K. N., SIQUEIRA, L. G. B., GHETTI, A. M., AREAS, V. S., GUIMARAES, C. R. B., PALHAO, M. P., CAMARGO, L. S. A., FERNANDES, C. A. C. Doppler ultrasonography as a tool for ovarian management. *Animal Reproduction*, v. 10, n. 3, p. 215-222, 2013.

WHITE, D.N. Johann Christian Doppler and his effect: a brief history. *Ultrasound in Medicine and Biology* 8, 583, 1982.

YANIK, L. The basics of Doppler ultrasonography. *Veterinary Medicine*, v. 3, p. 388-400, 2002.

ZEMJANIS, R. Pregnancy examination. In *Diagnostic and therapeutic techniques in animal reproduction*, 2nd ed, p 29. Baltimore: WILLIAMS AND WILKINS, 1970.



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

---

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO OBRIGATÓRIO**

Ana Carolina Reis Lacerda Medeiros

BRASÍLIA- DF

JUNHO 2016

## **Relatório de Estágio Obrigatório**

Local de Estágio 1: Hospital-Escola de Grandes Animais, Universidade de Brasília- Brasília DF

Local de Estágio 2: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia- Brasília DF

Local de Estágio 3: Hospital Veterinário Dr. Antônio Clemenceau- Brasília DF

Período 1: Estágio no Hospital Veterinário da Universidade de Brasília na unidade da Granja do Torto, Hospital-Escola de Grandes Animais, do dia 09/03/2016 a 01/04/2016.

Período 2: Estágio no campo Experimental Fazenda Sucupira, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, do dia 04/04/2016 a 29/04/2016.

Período 3: Estágio no Hospital Veterinário Dr. Antônio Clemenceau, do dia 01/05/2016 a 10/06/2016.

## **Atividades Desenvolvidas**

Primeiramente o estágio foi realizado no Hospital-Escola de Animais de Grande Porte da Universidade de Brasília, onde pude acompanhar a rotina hospitalar com equinos, bovinos e ovinos diariamente. Os procedimentos realizados e/ ou acompanhados foram: exames clínicos; medicações por diferentes vias de administração; troca de curativos; procedimentos clínicos como sondagem nasogástrica em equino e avaliação de viabilidade fetal por ultrassonografia; e procedimentos cirúrgicos como cesariana de ovino e cirurgia de fistula abomasal de bovinos.

A segunda etapa do estágio curricular foi realizada na Fazenda Sucupira, acompanhando a rotina com bovinos e ovinos. Os procedimentos realizados e/ou acompanhados foram: diagnóstico de gestação e avaliação da dinâmica folicular por ultrassonografia em bovinos; palpação retal em bovinos; coleta e transferência de embriões bovinos; coleta de sêmen e exame andrológico de bovinos, ovinos e equinos; criopreservação de sêmen de bovinos; e exames de brucelose e tuberculose. Semanalmente os alunos e pesquisadores da Embrapa participavam de um seminário, que ocorria às segundas-feiras, onde um artigo científico era apresentado por estudantes de mestrado e doutorado e após a apresentação o tema era discutido entre as pessoas presentes.

A terceira parte do estágio foi realizada no Hospital Veterinário Dr. Antônio Clemenceau, onde pude acompanhar diariamente a rotina hospitalar na clínica médica geral de pequenos animais, na clínica cirúrgica e em especialidades (Ortopedia, Cardiologia e Oftalmologia). Além de acompanhar as consultas e as cirurgias, pude acompanhar a rotina de cuidados na internação dos animais, que incluía troca de curativos e administração medicamentosa.

**Quadro 1-** Procedimentos realizados e/ ou acompanhados no período de estágio no Hospital-Escola para Animais de Grande Porte da Universidade de Brasília.

| <b>Procedimentos Clínicos</b>                      | <b>Quantidade aproximada</b> |
|--|------------------------------|
| Exames clínicos em Equinos                         | 30                           |
| Troca de curativos                                 | 8                            |
| Administração Intravenosa de fármacos em equinos   | 2                            |
| Administração Intravenosa de fármacos em ovinos    | 1                            |
| Administração Intravenosa de fármacos em bovinos   | 2                            |
| Administração Intramuscular de fármacos em equinos | 1                            |
| Administração Intramuscular de fármacos em ovinos  | 1                            |
| Administração Intramuscular de fármacos em bovinos | 1                            |
| Sondagem nasogástrica para fluido enteral          | 1                            |
| <b>Procedimentos Cirúrgicos</b>                    |                              |
| Cesariana  | 1                            |
| Amputação de Dígito em Bovino                      | 1                            |
| Fistulação Abomasal de Bovinos                     | 2                            |
| <b>Casos Acompanhados</b>                          |                              |
| Abdômen Agudo em equino                            | 1                            |
| Habronemose Cutânea em equinos                     | 3                            |
| Pododermatite interdigital em bovinos              | 2                            |
| Miíase em equinos                                  | 2                            |
| Distocia Materno-Fetal em ovinos                   | 2                            |
| Orquite em ovinos                                  | 2                            |
| Otite em equino                                    | 1                            |
| Acrobustite em bovino                              | 1                            |
| Enucleação em equino                               | 1                            |
| Laminite em equino                                 | 1                            |

**Quadro 2-** Procedimentos realizados e/ ou acompanhados no período de estágio na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

| <b>Procedimentos</b>  | <b>Quantidade aproximada</b> |
|---|------------------------------|
| Acompanhamento/ Avaliação da dinâmica folicular por ultrassonografia em bovinos   | 90                           |
| Acompanhamento/ Coleta de sêmen bovino e avaliação seminal (morfologia, concentração, motilidade, turbilhonamento, vigor) | 8                            |
| Acompanhamento/ Coleta de sêmen ovino e avaliação seminal   | 5                            |
| Acompanhamento/ Coleta de sêmen equino e avaliação seminal  | 2                            |
| Acompanhamento/ Congelamento de sêmen   | 2                            |
| Acompanhamento/ Técnica de transferência de embriões  | 14                           |
| Acompanhamento de Anestesia epidural  | 50                           |
| Coleta de embriões bovinos  | 36                           |
| Palpação retal em vacas   | 40                           |
| Acompanhamento/ Coleta de amostra de sangue para teste de brucelose   | 80                           |
| Acompanhamento/ Aplicação de tuberculina para teste de tuberculose  | 80                           |
| Análise laboratorial de testes para brucelose (número de amostras)  | 80                           |
| Acompanhamento/ Avaliação de Corpo Lúteo em fêmeas bovinas receptoras de embrião com Doppler colorido                     | 14                           |
| Diagnóstico gestacional por ultrassonografia em bovinos   | 24                           |



**Quadro 3-** Procedimentos realizados e/ ou acompanhados no período de estágio no Hospital Veterinário Dr. Antônio Clemenceau.

| <b>Procedimentos Clínicos</b>                             | <b>Quantidade Aproximada</b> |
|---|------------------------------|
| Acompanhamento de consultas em Clínica Médica Geral       | 27                           |
| Acompanhamento de consultas em Ortopedia                  | 1                            |
| Acompanhamento de consultas em Oftalmologia               | 1                            |
| Acompanhamento de Ultrassonografia                        | 3                            |
| Acompanhamento de medicação pré-anestésica                | 5                            |
| Acompanhamento de protocolo anestésico                    | 4                            |
| Sondagem Uretral em cães e gatos                          | 4                            |
| Cateterização (veia cefálica) em cães e gatos             | 10                           |
| Coleta de amostra de sangue (veia jugular)                | 5                            |
| Aferição de glicemia (glicosímetro) em cães               | 5                            |
| Administração de fármacos via intravenosa em cães e gatos | 30                           |
| Administração de fármacos via subcutânea em cães e gatos  | 30                           |
| Administração de fármacos via oral em cães e gatos        | 10                           |
| Ventilação mecânica em cães                               | 3                            |
| <b>Procedimentos Cirúrgicos Acompanhados</b>              |                              |
| OSH eletiva em cães e gatos                               | 10                           |
| OSH terapêutica em cães                                   | 3                            |
| Orquiectomia em cães                                      | 2                            |
| Cistotomia em cão   | 1                            |
| Tratamento Periodontal em cão                             | 1                            |
| Blefaroplastia (Hotz Celsus) em cães e gatos              | 3                            |
| Rinoplastia em cão  | 1                            |
| Palatoplastia (palato alongado) em cão                    | 1                            |
| Osteossíntese (fratura de rádio e ulna) em cão            | 1                            |
| Enucleação em cão   | 2                            |
| Facoemulsificação em cão                                  | 1                            |
| Ressecção de epicanto em cão                              | 2                            |
| Mastectomia em gato                                       | 1                            |
| <b>Casos Clínicos</b>                                     |                              |
| Prostatite  | 1                            |
| Dermatite atópica   | 2                            |
| Hemivértebra  | 2                            |
| Gastroenterite Hemorrágica                                | 2                            |
| Mucocele  | 1                            |
| Hérnia de Disco   | 2                            |
| Urolitíase  | 2                            |
| Pancreatite   | 2                            |
| Piometra  | 3                            |
| Erliquiose  | 2                            |
| Hipoadrenocorticism                                       | 3                            |

## **Considerações Finais**

O estágio final supervisionado foi uma experiência certamente enriquecedora que me permitiu vivenciar a realidade e a rotina profissional nas diferentes áreas como Reprodução Animal e de Clínica Médica e Cirúrgica de grandes e pequenos animais. Foi enorme a aquisição de conhecimentos teóricos e práticos durante este período e estes serão essenciais para dar continuidade à minha formação acadêmica e profissional.