



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

LUIZ GUILHERME CORSI TRAUTWEIN

**DOPPLERVELOCIMETRIA DA ARTÉRIA TESTICULAR DE  
CÃES E CARACTERÍSTICAS ESPERMÁTICAS**

LUIZ GUILHERME CORSI TRAUTWEIN

**DOPPLERVELOCIMETRIA DA ARTÉRIA TESTICULAR DE  
CÃES E CARACTERÍSTICAS ESPERMÁTICAS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Isabel Mello Martins.

Londrina  
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Trautwein, Luiz Guilherme Corsi Trautwein.

Dopplervelocimetria da artéria testicular de cães e características espermáticas / Luiz Guilherme Corsi Trautwein Trautwein. - Londrina, 2018.  
67 f. : il.

Orientador: Maria Isabel Mello Martins Martins.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, 2018.

Inclui bibliografia.

1. Doppler - Tese. 2. Ultrassom - Tese. 3. Testículo - Tese. 4. Cão - Tese. I. Martins, Maria Isabel Mello Martins. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. III. Título.

LUIZ GUILHERME CORSI TRAUTWEIN

**DOPPLERVELOCIMETRIA DA ARTÉRIA TESTICULAR DE  
CÃES E CARACTERÍSTICAS ESPERMÁTICAS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Isabel Mello  
Martins  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Fabiana Ferreira de Souza  
Universidade Estadual Paulista - UNESP

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cibele Figueira Carvalho  
Núcleo de Aperfeiçoamento em  
Ultrassonografia Veterinária - NAUS

Londrina, 19 de fevereiro de 2018.

Dedico este trabalho a todos os  
pacientes da minha trajetória  
profissional.

## AGRADECIMENTOS

Muitas pessoas me ajudaram a concluir com sucesso este trabalho, e gostaria de agradecer a cada uma delas.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à minha orientadora, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Isabel Mello Martins, que me permitiu a realização deste trabalho e que me aguenta há 6 anos. Sei que tive muitas dificuldades como orientado nesta etapa da carreira e que muitas vezes deixei a desejar. Mas acredite professora, se alguma vez eu pequei não foi por falta de interesse, mas sim por cansaço físico ou mental, sempre tentando obter o máximo de mim mesmo.

Agradeço a todos os meus colegas que me ajudaram durante estes dois anos. Dentre eles, principalmente à Anne Kemmer, que foi uma grande companheira de laboratório e que me ajudou em tudo e sempre que eu precisei. Outra peça fundamental para a completa realização desse estudo foi a Fabiana Doring, que me ajudou excepcionalmente com a seleção dos cães para orquiectomia.

Fica aqui registrado o meu obrigado também a todos os residentes e alunos de graduação que fizeram parte ou ajudaram no projeto, como a Isabella Colleoni, Keila Favarão, Thais Braniak, Carolina Santos, Josiane Schnitzer e Fernanda de Lima, além de todos os residentes da Anatomia Patológica, que me ajudaram com a parte da histopatologia.

Agradeço ao Prof. Dr. Guilherme Schiess pela contribuição no desenvolvimento do trabalho e durante as anestésias, pois sem sua ajuda eu não teria conseguido. Agradeço à Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Janis Messias Gonzales pela disponibilidade do aparelho de ultrassom do Setor de Diagnóstico por Imagem e à Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Giovana Wingeter pela disponibilidade da realização das histopatologias no Laboratório de Anatomia Patológica. Também não seria possível realizar o trabalho sem o apoio da Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cibele Carvalho, que me ajudou muito com a interpretação das análises Doppler.

Agradeço à Isadora Gomes Polizelli. Mesmo depois de tudo o que houve, ainda reconheço o apoio que foi fundamental durante o primeiro ano de mestrado.

Por último, agradeço principalmente aos meus pais, Sirlene Corsi

Trautwein e José Roberto Araújo Trautwein. Todos os dias eu trabalho incessantemente para que vocês possam me olhar e dizer que têm orgulho de mim e do que eu faço. Sem o seu apoio emocional, psicológico e financeiro eu com certeza não teria chegado até aqui. O amor de vocês faz com que eu chegue mais longe!

**Resiliência** | *s.f.*

**re-si-li-ên-ci-a:** fig. Capacidade de recuperação ou restabelecimento de um ser vivo perante um agente perturbador, uma situação adversa ou um obstáculo; resistência; força.

TRAUTWEIN, Luiz Guilherme Corsi Trautwein. **Dopplervelocimetria da artéria testicular de cães e características espermáticas**. 2018. 62 folhas. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

## RESUMO

Para que a espermatogênese ocorra adequadamente é necessária plena funcionalidade do testículo. Sua nutrição é realizada pela artéria testicular e a redução do fluxo sanguíneo pode ter impacto na produção espermática. A aferição do fluxo sanguíneo na artéria testicular pode ser realizada pela ultrassonografia Doppler, em três regiões já descritas na literatura: suprategicular distal, marginal e intrategicular. Este estudo teve dois objetivos: a) caracterizar as velocidades de fluxo sanguíneo por meio da avaliação Doppler em cinco regiões da artéria testicular de cães; b) comparar o fluxo sanguíneo testicular com as características da cinética do movimento espermático em cães. Foram utilizados 22 cães machos, adultos e saudáveis, submetidos à avaliação ultrassonográfica triplex em cinco regiões: suprategicular proximal, média e distal, marginal e intrategicular. Após, foram submetidos à orquiectomia eletiva, os espermatozoides foram colhidos da cauda do epidídimo e a cinética foi avaliada de modo automatizado (sistema CASA). Os dados de velocidade de pico sistólico (PSV), velocidade final de diástole (EDV), índice de resistividade (RI) e índice de pulsatilidade (PI) foram comparados entre as cinco regiões por meio do teste de Kruskal-Wallis e correlacionados com os valores da cinética espermática. Diferença significativa quando  $p \leq 0,5$ . Houve diferenças entre os valores de PSV, EDV, RI e PI e a morfologia da onda Doppler entre as cinco regiões analisadas, com maior velocidade e resistividade nas porções craniais da artéria. A média de motilidade foi 69,0%, motilidade progressiva 43,7%, velocidade média da trajetória (VAP) 126,96  $\mu\text{m/s}$ , velocidade curvilínea (VCL) 221,04  $\mu\text{m/s}$ , índice de movimento (SVI) 389,89. Houve correlação positiva entre a velocidade de pico sistólico (PSV) na região suprategicular proximal e o SVI ( $r = 0,529$ ), VCL ( $r = 0,555$ ), VAP ( $r = 0,473$ ), assim como correlação negativa com a porcentagem de espermatozoides lentos ( $r = -0,463$ ). Conclui-se que foi possível realizar a Dopplervelocimetria da artéria testicular em cinco diferentes regiões, com duas novas descritas, havendo diferença de valores entre as regiões. A análise Doppler mostrou-se como boa ferramenta adicional ao exame andrológico de cães, pois um maior fluxo sanguíneo na artéria testicular teve correlação estatística positiva na velocidade de movimento dos espermatozoides avaliados.

**Palavras-chave:** Doppler. Ultrassom. Testículo. Cão. CASA.

TRAUTWEIN, Luiz Guilherme Corsi Trautwein. **Relationship between Dopplervelocimetry of the testicular artery of dogs and characteristics of epididymary spermatozoids**. 2018. 62 folhas. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

### ABSTRACT

To spermatogenesis occur properly, full functionality of the testis is necessary. Its nutrition is performed by the testicular artery and the reduction of blood flow may have an impact on sperm production. The measurement of blood flow in the testicular artery can be performed by Doppler ultrasonography, in three regions already described in the literature: suprastesticular distal, marginal and intrastesticular. This study had two objectives: a) characterize the velocities of blood flow through the Doppler evaluation in five regions of the testicular artery of dogs; b) compare the testicular blood flow with the characteristics of the kinetics of sperm movement in dogs. Twenty two healthy adult male dogs were submitted to triplex ultrasound evaluation in five regions: suprastesticular proximal, medium and distal, marginal and intrastesticular. After, they were submitted to elective orchiectomy, the spermatozoa were collected from the tail of the epididymis and the kinetics was evaluated in an automated way (CASA system). The data of peak of systolic velocity (PSV), end diastolic velocity (EDV), resistivity index (RI) and pulsatility index (PI) were compared between the five regions using the Kruskal-Wallis test and correlated with the values of spermatic kinetics. Significant difference was considered when  $p \leq 0.5$ . There were differences between the values of PSV, EDV, RI and PI and Doppler wave morphology among the five analyzed regions, with higher velocity and resistivity in the cranial portions of the artery. The mean motility was 69.0%, progressive motility 43.7%, mean trajectory velocity (VAP) 126.96  $\mu\text{m} / \text{s}$ , curvilinear velocity (VCL) 221.04  $\mu\text{m} / \text{s}$ , sperm velocity index (SVI) 389,89. There was a positive correlation between the systolic peak velocity (PSV) in the proximal suprastesticular region and the SVI ( $r = 0.529$ ), VCL ( $r = 0.555$ ), VAP ( $r = 0.473$ ), and negative correlation with the percentage of slow spermatozoa  $r = -0.463$ ). It was concluded that it was possible to perform Doppler velocimetry of the testicular artery in five different regions, with two new ones described, with differences in values between the regions. Doppler analysis proved to be a good additional tool to the andrological examination of dogs, since a greater blood flow in the testicular artery had positive statistical correlation in the speed of movement of the evaluated spermatozoa.

**Key words:** Doppler. Ultrasound. Testis. Dog. CASA.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### REVISÃO DE LITERATURA

- Figura 1** Ilustração com a terminologia do sistema CASA demonstrando os centroides, o deslocamento curvilíneo, ALH, caminho deslocado, deslocamento médio e batimento cruzado. .... 26

### ARTIGO 1

- Figura 1** Localização das regiões da artéria testicular de cães com análise Doppler colorido. A figura A representa a região suprategicular proximal, próxima ao anel inguinal, no cordão espermático. Em B está a região suprategicular média do cordão espermático. Em C a região suprategicular distal, próxima ao polo cranial do testículo. Em D as regiões marginal (\*) e intrategicular (~). Em todas as regiões foram realizados apenas cortes longitudinais. .... 38

- Figura 2** Posicionamento da mão do operador com a probe de ultrassom em relação aos testículos caninos para avaliação Doppler da artéria testicular nas diferentes regiões. Em A posicionamento para avaliação da região suprategicular distal. Para as regiões média e proximal, deve-se caminhar com a mão em sentido cranial. Em B a avaliação da região intrategicular e em C para avaliação da região marginal da artéria testicular.. .... 39

- Figura 3** Padrões de onda encontrados na análise Doppler da artéria testicular de cães. A) Região suprategicular proximal, com morfologia de onda de alta resistividade; B) Região suprategicular média, morfologia de onda de resistividade intermediária; C) Região suprategicular distal, morfologia de onda de baixa resistividade; D) Região marginal, morfologia de onda de baixa resistividade; E) Região intrategicular, morfologia de onda de baixa resistividade. .... 42

### ARTIGO 2

- Quadro 1** *Setup* utilizado para avaliar a cinética espermática de cães no sistema CASA. .... 57

- Figura 1** Padrões de onda encontrados na análise Doppler da artéria

testicular de cães. Em A nota-se um padrão de baixa resistividade, na região marginal, enquanto em B nota-se um padrão de resistividade intermediária na região supratesticular proximal da artéria testicular..... 58

## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO 1

<b>Tabela 1</b>	Valores em mediana (máximo-mínimo) de PSV, EDV, RI e PI das regiões suprtesticular proximal, média e distal, marginal e intratesticular da artéria testicular de cães adultos, comparados entre si pelo teste de Kruskal-Wallis e nível de significância de 5%.....	41
-----------------	---	----

### ARTIGO 02

<b>Tabela 1</b>	Valores encontrados para o espermograma de cães, incluindo a cinética espermática, de espermatozoides colhidos de epidídimo.....	59
-----------------	--	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CD	Doppler Colorido ( <i>Color Doppler</i> )
PW	Doppler Pulsado ( <i>Pulsed Wave</i> )
PSV	Velocidade de pico sistólico ( <i>Peak systolic velocity</i> )
EDV	Velocidade diastólica final ( <i>End diastolic velocity</i> )
RI	Índice de resistividade
PI	Índice de pulsatilidade
CASA	<i>Computer-assisted Sperm Analysis</i>
VCL	Velocidade curvilínea
VSL	Velocidade linear progressiva
VAP	Velocidade média da trajetória
ALH	Amplitude de deslocamento lateral da cabeça
BCF	Frequência de batimento flagelar cruzado
SMI	Índice de movimento espermático ( <i>Sperm Motility Index</i> )
SVI	Índice de velocidade espermática ( <i>Sperm Velocity Index</i> )
WOB	Coeficiente de oscilação ( <i>Wobble coefficient</i> )

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>HIPÓTESE</b> .....	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>18</b>
4.1	ULTRASSONOGRRAFIA DOPPLER .....	19
4.2	ANÁLISE ESPERMÁTICA .....	22
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>28</b>
<b>5</b>	<b>ARTIGOS</b> .....	<b>33</b>
5.1	ARTIGO 01 .....	33
5.2	ARTIGO 02 .....	52
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES GERAIS</b> .....	<b>64</b>
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>65</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A espermatogênese é um processo que requer plena funcionalidade do testículo. A nutrição dos testículos é realizada via artéria testicular, muito sensível à interrupção vascular (BERGH *et al.*, 2001; HIRAI *et al.*, 2017).

A avaliação da função testicular é realizada pelo exame andrológico e consiste na avaliação física dos testículos, como consistência e volume, enquanto a análise do ejaculado inclui a mensuração da concentração espermática, motilidade e vigor espermático, morfologia dos espermatozoides e volume do ejaculado.

Outros meios de avaliar a função testicular, em diferentes espécies, têm sido descritos, entre eles, a avaliação ultrassonográfica em modo B e em modo Doppler (NASHAN *et al.*, 1990; ENGLAND, 1991; BERGH *et al.*, 2001; GUNZEL-APEL *et al.*, 2001; GUMBSCH *et al.*, 2002; SANCHEZ GUERRERO *et al.*, 2004; PINGGERA *et al.*, 2008; CARRILLO *et al.*, 2012; ZELLI *et al.*, 2013; DE SOUZA *et al.*, 2015b; ENGLAND *et al.*, 2017)

Foi demonstrado que o fluxo sanguíneo testicular foi eficaz em prever a função testicular e espermatogênese no homem (PINGGERA *et al.*, 2008). Entretanto, foram encontrados poucos artigos a respeito da análise ultrassonográfica testicular de cães em modo Doppler associado à análise seminal (ZELLI *et al.*, 2013; DE SOUZA *et al.*, 2015b; ENGLAND *et al.*, 2017).

De Souza *et al.* (2015) relataram que há diminuição do fluxo arterial em cães inférteis, com conseqüente queda na qualidade espermática do ejaculado. Entretanto, não se tem conhecimento na literatura disponível no que concerne à avaliação ultrassonográfica comparada com a análise em sistema computadorizado (CASA – *Computer-assisted sperm analysis*) de espermatozoides epididimários.

## **2 HIPÓTESE**

A diminuição na velocidade do sangue na artéria testicular, avaliada pela ultrassonografia Doppler, influencia negativamente a característica da cinética espermática avaliada pelo sistema CASA.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 Geral

- Correlacionar a hemodinâmica da artéria testicular por ultrassonografia em modo Doppler com as características da cinética do movimento espermático de cães

#### 3.2 Específicos

- Caracterizar as velocidades de fluxo sanguíneo em cinco regiões da artéria testicular de cães
- Correlacionar as variáveis de fluxo sanguíneo em modo Doppler (*End-diastolic velocity, pulsatility index, peak systolic velocity, resistance index*) com a avaliação da cinética espermática automatizada, morfologia e permeabilidade de membrana espermática
- Efetivar a avaliação ultrassonográfica em modo Doppler como parte adicional ao exame andrológico padrão em cães.

## 4 REVISÃO DE LITERATURA

A infertilidade é um assunto de proporção mundial. Em humanos afeta a vida social de casais, sendo que em 40 a 50% dos casos é decorrente da infertilidade masculina (IBTISHAM *et al.*, 2017). Várias causas são descritas para a infertilidade masculina, e uma delas está relacionada à redução do fluxo sanguíneo nos testículos (BERGH *et al.*, 2001; KOKOUA *et al.*, 2004; HIRAI *et al.*, 2017).

A artéria testicular é a responsável pela irrigação e nutrição testicular e possui alta resistência de fluxo, causando uma pressão capilar intratesticular menor do que em qualquer órgão, apenas levemente maior que a pressão venosa, evidenciando que distúrbios no sistema vascular influenciam diretamente no funcionamento do órgão (BERGH e DAMBER, 1993).

Proveniente diretamente da aorta, a artéria testicular segue pelo canal inguinal, onde se insere no cordão espermático e adquire um padrão convoluto (MOSTAFA *et al.*, 2008). Está intimamente associada ao plexo pampiniforme na maioria dos mamíferos, possuindo complexas funções como a regulação da temperatura do sangue (NOORDHUIZEN-STASSEN *et al.*, 1985).

Para que o testículo mantenha sua função corretamente, é necessário que possua temperatura entre 4 a 6°C abaixo da temperatura corpórea (KASTELIC *et al.*, 1997). Essa regulação é influenciada por uma série de fatores como posicionamento dos testículos e bolsa testicular, sudorese, ação do músculo cremaster, mas principalmente pela troca de calor contracorrente entre a artéria testicular e o plexo pampiniforme (BARROS *et al.*, 2011).

A artéria testicular possui uma longa extensão e padrão espiralado, envolta pelo plexo venoso pampiniforme. Essa extensão favorece a troca de calor por si só, além de promover a troca de calor com o sangue venoso do plexo e

redução da velocidade do fluxo sanguíneo no local (BRITO *et al.*, 2004). Essa redução na velocidade do fluxo sanguíneo testicular é importante para que haja uma correta troca gasosa entre o sangue e o parênquima do órgão, característica de órgãos que necessitam de perfusão sanguínea constante, como os rins (CARVALHO *et al.*, 2008).

Existem diferentes métodos para avaliação do fluxo sanguíneo na artéria testicular, como por exemplo, a utilização de microesferas radioativas (NOORDHUIZEN-STASSEN *et al.*, 1988). Porém, métodos mais modernos têm sido descritos em diferentes espécies, entre eles a ultrassonografia Doppler (SAKAMOTO *et al.*, 2006; ZELLI *et al.*, 2013; DE BRITO *et al.*, 2015; ORTIZ-RODRIGUEZ *et al.*, 2017).

#### 4.1 ULTRASSONOGRAFIA DOPPLER

A tecnologia Doppler, agregada à ultrassonografia convencional, permite identificar e analisar estruturas que se movem no corpo e, dentre suas aplicações, incluem-se a detecção e análise do fluxo sanguíneo, localização de estenoses luminais em vasos, detecção de batimentos cardíacos fetais, detecção de embolia gasosa e monitoração da pressão arterial (BRITO, 2015).

Na técnica de Doppler colorido (*Color Doppler* - CD) a imagem em tempo real do modo B é sobreposta por outra colorida, que representa um mapeamento dos elementos móveis dentro da amostra selecionada. O Doppler pulsado (*Pulsed wave* – PW) possibilita mensurar velocidades do fluxo sanguíneo em um determinado ponto do vaso. A união destes três modos é chamada de mapeamento tríplex (modo B + CD + PW) (BRITO, 2015).

Para avaliação do fluxo arterial são utilizadas medidas de velocidade, como o pico de velocidade sistólica (*Peak systolic velocity* – PSV) e velocidade diastólica final (*End diastolic velocity* – EDV). Com base nestas velocidades, são calculados os índice de resistividade (*Resistance index* – RI) e o índice de pulsatilidade (*Pulsatility index* – PI) (HOTTA *et al.*, 2015). Os índices são utilizados para auxiliar na avaliação de estenoses, trombozes, ou mais comumente, nos vasos periféricos com fluxo de resistência aumentada (CARVALHO *et al.*, 2008).

Em humanos, além da avaliação ultrassonográfica testicular em modo B (ou bidimensional), e um dos exames de rotina é a ultrassonografia Doppler tríplex, devido à sua simplicidade e alta acurácia na mensuração do fluxo sanguíneo da artéria testicular (DUBINSKY *et al.*, 1998). Esta é utilizada, principalmente, para avaliação de crianças com suspeita de varicocele, possibilitando a detecção de padrão de fluxo venoso alterado (DUBINSKY *et al.*, 1998; SANCHEZ GUERRERO *et al.*, 2004; PINGGERA *et al.*, 2008; SCHNEBLE *et al.*, 2011; UR REHMAN *et al.*, 2017). Em animais domésticos, a avaliação ultrassonográfica foi descrita em cães (CARRILLO *et al.*, 2012), gatos (DE BRITO *et al.*, 2015), garanhões (POZOR e MCDONNELL, 2004), touros (GUIDO *et al.*, 2014), bodes (SAMIR *et al.*, 2015) e carneiros (BATISSACO *et al.*, 2013).

O estudo Doppler nos testículos tem sido realizado em três regiões distintas da artéria testicular, cada ponto contendo medidas de velocidades diferentes: a) região supratesticular; b) região marginal e; c) região intratesticular (DE SOUZA *et al.*, 2014b). A região supratesticular é localizada entremeada ao cordão espermático e ao plexo pampiniforme. A região marginal segue junto ao epidídimo, lateralizada à margem do testículo, próxima à cápsula, até seu ramo terminal penetrar no parênquima testicular, onde a artéria segue próximo ao mediastino; esta

última caracteriza a região intratesticular da artéria testicular (NOORDHUIZEN-STASSEN *et al.*, 1988).

Em cães a ultrassonografia Doppler pode ser útil na avaliação do padrão de distribuição sanguínea em neoplasias (GUNZEL-APEL *et al.*, 2001), e estudos têm sido propostos para verificar se a mensuração das velocidades e dos índices influenciam na qualidade espermática (ZELLI *et al.*, 2013; DE SOUZA *et al.*, 2015b; ENGLAND *et al.*, 2017).

Observou-se diferença entre as velocidades da artéria testicular e os índices RI e PI quando cães adultos foram comparados com pré-púberes (DE SOUZA *et al.*, 2015a). Embora existam poucos estudos padronizando valores de referência, De Souza *et al.* (2015) relataram que cães adultos os valores são: PSV:  $13,34 \pm 2,59$  cm/s ; EDV:  $6,71 \pm 1,77$  cm/s; RI:  $0,49 \pm 0,12$ ; PI:  $0,75 \pm 0,29$ . Valores encontrados por outros autores podem ser observados na Tabela 1 e Tabela 2.

Carrilo *et al.* (2012) salientaram que há maior velocidade sanguínea na região cranial da artéria testicular, diminuindo conforme adentra no interior do testículo. Isso produz um padrão de resistividade intermediária a alta, na região supratesticular e baixo nas regiões marginal e intratesticular (CARRILLO *et al.*, 2012; ZELLI *et al.*, 2013; DE SOUZA *et al.*, 2015b).

Em estudo com 160 homens foi demonstrado que pacientes com avaliação espermática normal apresentaram um RI médio de 0,54 enquanto pacientes com alto número de defeitos espermáticos apresentaram 0,68, sugerindo que um RI acima de 0,6 poderia ser sugestivo de afecções em homens (PINGGERA *et al.*, 2008). Em estudo posterior com 91 homens foi demonstrado que RI maior que 0,6 estava associado a um decréscimo da quantidade de espermatozoides móveis, diminuição do volume testicular e aumento do FSH. Entretanto, poucos artigos

discorrem a respeito da análise ultrassonográfica em modo Doppler de testículos de cães associado à análise seminal (ZELLI *et al.*, 2013; DE SOUZA *et al.*, 2015b; ENGLAND *et al.*, 2017).

De Souza *et al.* (2015) compararam os achados Doppler e a qualidade espermática de cães (10 férteis e 10 inférteis) e chegaram à conclusão de que os cães inférteis apresentaram menor PSV e EDV nas regiões supratesticular, marginal e intratesticular, com conseqüente queda na qualidade espermática do ejaculado. Porém, England *et al.* (2017) avaliaram 55 cães durante seis meses com o intuito de verificar se biomarcadores ultrassonográficos poderiam prever a qualidade espermática futura, mas relataram que nenhum parâmetro foi preditivo para a qualidade espermática.

Todavia, as análises espermáticas realizadas até então avaliaram o sêmen subjetivamente. Ainda não foi encontrado na literatura informações sobre a correlação da ultrassonografia com a análise de espermatozoides de epidídimo em sistema automatizado (sistema CASA).

#### 4.2 ANÁLISE ESPERMÁTICA

Para a avaliação do potencial reprodutor de um cão algumas variáveis do exame andrológico devem ser analisadas, como o histórico reprodutivo, exame do escroto, testículos, glândulas anexas, pênis, comportamento sexual e avaliação seminal (CBRA, 2013).

Dentre esses exames, destaca-se o exame dos espermatozoides, prática essencial para a utilização de biotecnologias da reprodução, utilizado a fim de investigar o potencial reprodutivo do ejaculado, visto que cães com alta qualidade

seminal apresentaram melhor sucesso quando utilizadas técnicas de reprodução assistida (SOUZA, 2017).

O espermatozóide é a célula gonadal masculina haplóide e altamente especializada. O processo de produção de um espermatozoide ocorre nos túbulos seminíferos no testículo e dura em torno de 40 a 60 dias na maioria dos mamíferos (JOHNSON *et al.*, 2000).

Nos adultos a espermatogênese é um processo contínuo, envolvendo três classes de células germinativas: as espermatogônias, os espermatócitos e as espermátides; em três fases distintas: a mitótica, a meiótica e a espermiogênese (DE KRETZER *et al.*, 1998).

Durante a fase mitótica as células tronco ( $A_0$ ) dão origem a duas outras, uma servirá para a renovação da população de células tronco e outra entrará no processo espermatogênico. Esta última dará origem à espermatogônia intermediária, que se divide para formar as espermatogônias B, que por sua vez entram em meiose e dão origem aos espermatócitos. Ao final dessa fase meiótica estes espermatócitos darão origem às espermátides haplóides. Por último, as espermátides se diferenciam em uma série de modificações morfológicas em espermatozoides, processo conhecido como espermiogênese (COSTA e PAULA, 2003). A junção dos espermatozoides com as proteínas do plasma seminal e do líquido prostático dão origem ao sêmen (DE KRETZER *et al.*, 1998).

Para a realização da análise de sêmen, a colheita é realizada pela manipulação digital e são avaliados o volume do ejaculado, cor, odor, motilidade espermática, vigor, concentração espermática, morfologia e integridade de membrana plásmática e do acrossomo (SOUZA, 2017).

As características seminais desejáveis de sêmen fresco incluem volume total entre 1,5 a 80,0 mL, cor branca acizentada, odor “*sui generis*”, motilidade espermática  $\geq 70\%$ , vigor  $\geq 3$ , concentração espermática entre  $20 \times 10^6$  /mL e  $300 \times 10^6$ /mL e espermatozoides morfolologicamente normais  $\geq 70\%$  (CBRA, 2013).

Além da colheita de sêmen por manipulação digital, é possível também colher espermatozoides diretamente da cauda do epidídimo. Essa técnica possui grande potencial para a utilização em biotecnologias da reprodução, principalmente naqueles casos em que há morte do macho ou em que é necessária a orquiectomia (LUVONI e MORSELLI, 2017).

Existe uma variação de técnicas utilizadas para a recuperação de espermatozoides epididimários, porém, a técnica mais comumente utilizada e com melhores resultados é a de ordenha do ducto deferente, na qual este é pressionado com uma pinça hemostática a fim de depositar os espermatozoides em uma placa contendo meio diluidor (HORI *et al.*, 2015).

Com a difusão das biotecnologias da reprodução, verificou-se a necessidade de padronização da avaliação espermática. Com isso, surgiu a análise automatizada em aparelhos como o sistema *Computer-assisted Sperm Analysis* (CASA), inicialmente usada mais em pesquisas, mas atualmente disponível em centrais de sêmen. Os sistemas CASA permitiram uma análise precisa, rápida, objetiva e simultânea de diferentes parâmetros do sêmen, que não poderiam ser avaliados pela análise convencional (RIJSSELAERE *et al.*, 2012).

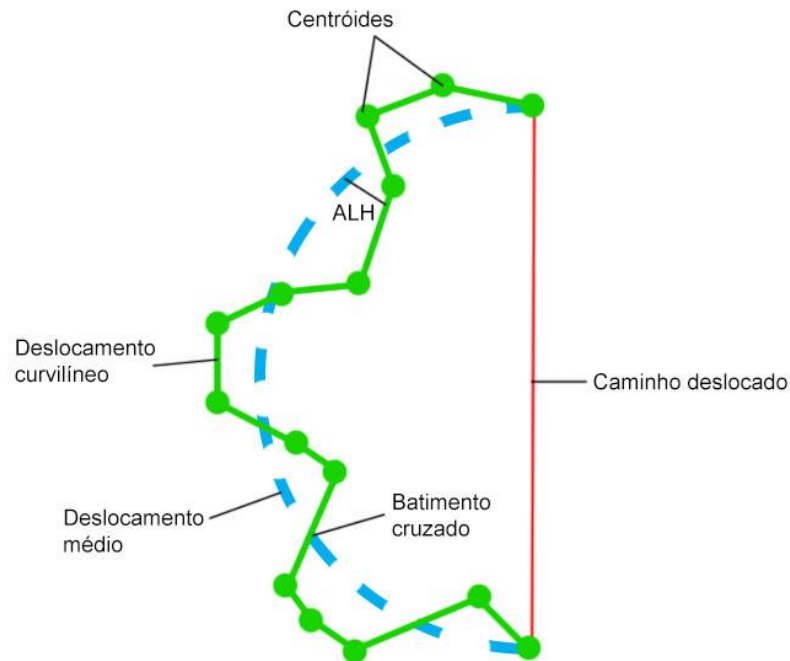
A análise computadorizada é realizada por um microscópio óptico acoplado a uma câmera em um computador. Com o desenvolvimento de softwares específicos, é possível avaliar velocidades intrínsecas aos espermatozoides,

individualmente, além de ser possível determinar padrões de linearidade e retilinearidade, impossíveis à avaliação subjetiva (JOHNSON *et al.*, 1996).

Pelo *software* são gerados cerca de 50 a 60 quadros por segundo, na qual o movimento dos espermatozoides são avaliados individualmente, e o computador fornece informações sobre a cinética (AMANN e WABERSKI, 2014).

O processamento da imagem do CASA fornece uma trajetória para cada espermatozoide com base na localização de sua cabeça em cada quadro (conectando os centroides, há uma trajetória real, denominada caminho curvilíneo). A velocidade calculada no tempo ao longo desta trajetória é denominada velocidade curvilínea (VCL; mm/s). O caminho médio é calculado, e a velocidade média ao longo desta trajetória é denominada velocidade média de trajetória (VAP; mm/s). Uma linha reta entre a primeira posição da cabeça e a última é desenhada, e a velocidade ao longo da trajetória é chamada de velocidade linear progressiva (VSL; mm/s). Para cada localização do centroide há um desvio do caminho, a qual denomina-se de amplitude de deslocamento lateral de cabeça (ALH; mm). Da mesma forma, existem pontos em que o caminho curvilíneo cruza o caminho médio e o número dessas interseções é denominado frequência de batimento flagelar cruzado (BCF) (AMANN e WABERSKI, 2014). A terminologia do sistema CASA pode ser melhor compreendida na Figura 01.

**Figura 01** – Ilustração com a terminologia do sistema CASA demonstrando os centroides, o deslocamento curvilíneo, ALH, caminho deslocado, deslocamento médio e batimento cruzado.



Fonte: adaptado de Amann e Waberski (2014)

Além disso, o sistema CASA pode classificar os espermatozoides de acordo com o seu movimento em rápidos, médios, lentos ou estáticos. Outras análises podem ser feitas ainda, como a classificação em clusters para análises de subpopulações espermáticas (AMANN e WABERSKI, 2014; SOUZA *et al.*, 2017).

Para avaliar a qualidade espermática também é fundamental a mensuração das características morfológicas dos espermatozoides, na qual poderão ser utilizados esfregaços corados em microscópio óptico ou preparação úmida, em microscópio de contraste de fase ou de interferência diferencial, associados ou não (CBRA, 2013).

Colorações podem ser utilizadas para visualização de estruturas específicas dos espermatozoides, como o Karras modificado para visualização de acrossoma (PAPA *et al.*, 1988), ou a eosina-nigrosina para integridade de membrana plasmática (DAUB *et al.*, 2016). A taxa de fertilidade foi correlacionada positivamente com a porcentagem de espermatozoides normais na espécie canina (MICKELSEN *et al.*, 1993; OETTLE, 1993).

Diante do exposto na literatura, conclui-se que para que a avaliação da fertilidade de um cão reprodutor é importante que o exame clínico e andrológico seja minucioso, utilizando as ferramentas disponíveis tanto de imagem como laboratoriais, para que seja eficiente.

## REFERÊNCIAS

- AMANN, R. P.; WABERSKI, D. Computer-assisted sperm analysis (CASA): capabilities and potential developments. **Theriogenology**, v. 81, n. 1, p. 5-17.e1-3, 2014.
- BARROS, C. M. Q.; OBA, E.; SIQUEIRA, J. B.; LEAL, L. S.; KASTELIC, J. P. Efeitos da diminuição do fluxo sanguíneo testicular nas temperaturas escrotal superficial, escrotal subcutânea, intratesticular e intravascular em touros. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 35, n. 1, p. 49-54, 2011.
- BATISSACO, L.; CELEGHINI, E. C. C.; PINAFFI, F. L. V.; OLIVEIRA, B. M. M.; ANDRADE, A. F. C.; RECALDE, E. C. S.; FERNANDES, C. B. Correlations between testicular hemodynamic and sperm characteristics in rams. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 50, n. 5, p. 384-395, 2013.
- BERGH, A.; COLLIN, O.; LISSBRANT, E. Effects of acute graded reductions in testicular blood flow on testicular morphology in the adult rat. **Biology of reproduction**, v. 64, n. 1, p. 13-20, 2001.
- BERGH, A.; DAMBER, J. E. Vascular controls in testicular physiology. In: DE KTRESER, D. M. (Ed.). **Molecular Biology of the Male Reproductive System**. New York: Academic Press, v.1, 1993. p.439-468.
- BRITO, L. D. C. A Física do Doppler. In: ROMUALDO, A. P. (Ed.). **Doppler sem segredos**. Rio de Janeiro: Elsevier, v.1, 2015. cap. 2, p.5-16.
- BRITO, L. F.; SILVA, A. E.; BARBOSA, R. T.; KASTELIC, J. P. Testicular thermoregulation in Bos indicus, crossbred and Bos taurus bulls: relationship with scrotal, testicular vascular cone and testicular morphology, and effects on semen quality and sperm production. **Theriogenology**, v. 61, n. 2-3, p. 511-28, 2004.
- CARRILLO, J. D.; SOLER, M.; LUCAS, X.; AGUT, A. Colour and pulsed Doppler ultrasonographic study of the canine testis. **Reproduction in domestic animals = Zuchthygiene**, v. 47, n. 4, p. 655-9, 2012.
- CARVALHO, C. F.; CHAMMAS, M. C.; CERRI, G. G. Physical principles of Doppler ultrasonography. **Ciência Rural**, v. 38, n. 3, p. 872-879, 2008.
- CBRA. **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal**. Belo Horizonte: CBRA, 2013.
- COSTA, D. S.; PAULA, T. A. R. Espermatogênese em mamíferos. **Scientia Vila Velha**, v. 4, n. 12, p. 53-72, 2003.
- DAUB, L.; GEYER, A.; REESE, S.; BRAUN, J.; OTZDORFF, C. Sperm membrane integrity in fresh and frozen-thawed canine semen samples: a comparison of vital stains with the NucleoCounter SP-100. **Theriogenology**, v. 86, n. 2, p. 651-6, 2016.

DE BRITO, M.; FELICIANO, M.; COUTINHO, L. N.; USCATEGUI, R. R.; SIMOES, A.; MARONEZI, M. C.; DE ALMEIDA, V. T.; CRIVELARO, R. M.; GASSER, B.; PAVAN, L.; RUSSIANO, W. R. Doppler and Contrast-Enhanced Ultrasonography of Testicles in Adult Domestic Felines. **Reproduction in domestic animals = Zuchthygiene**, v. 50, n. 5, p. 730-4, 2015.

DE KRETZER, D. M.; LOVELAND, K. L.; MEINHARDT, A.; SIMORANGKIR, D.; WREFORD, N. Spermatogenesis. **Human reproduction**, v. 13 Suppl 1, p. 1-8, 1998.

DE SOUZA, M. B.; BARBOSA, C. C.; ENGLAND, G. C.; MOTA FILHO, A. C.; SOUSA, C. V.; DE CARVALHO, G. G.; SILVA, H. V.; PINTO, J. N.; LINHARES, J. C.; SILVA, L. D. Regional differences of testicular artery blood flow in post pubertal and pre-pubertal dogs. **BMC veterinary research**, v. 11, p. 47, 2015a.

DE SOUZA, M. B.; DA CUNHA BARBOSA, C.; PEREIRA, B. S.; MONTEIRO, C. L.; PINTO, J. N.; LINHARES, J. C.; DA SILVA, L. D. Doppler velocimetric parameters of the testicular artery in healthy dogs. **Research in veterinary science**, v. 96, n. 3, p. 533-6, 2014a.

DE SOUZA, M. B.; DA CUNHA BARBOSA, C.; PEREIRA, B. S.; MONTEIRO, C. L.; PINTO, J. N.; LINHARES, J. C.; DA SILVA, L. D. Doppler velocimetric parameters of the testicular artery in healthy dogs. **Res Vet Sci**, v. 96, n. 3, p. 533-6, 2014b.

DE SOUZA, M. B.; ENGLAND, G. C.; MOTA FILHO, A. C.; ACKERMANN, C. L.; SOUSA, C. V.; DE CARVALHO, G. G.; SILVA, H. V.; PINTO, J. N.; LINHARES, J. C.; OBA, E.; DA SILVA, L. D. Semen quality, testicular B-mode and Doppler ultrasound, and serum testosterone concentrations in dogs with established infertility. **Theriogenology**, v. 84, n. 5, p. 805-10, 2015b.

DUBINSKY, T. J.; CHEN, P.; MAKLAD, N. Color-flow and power Doppler imaging of the testes. **World journal of urology**, v. 16, n. 1, p. 35-40, 1998.

ENGLAND, G.; BRIGHT, L.; PRITCHARD, B.; BOWEN, I. M.; DE SOUZA, M. B.; SILVA, L.; MOXON, R. Canine reproductive ultrasound examination for predicting future sperm quality. **Reproduction in domestic animals = Zuchthygiene**, v. 52 Suppl 2, p. 202-207, 2017.

ENGLAND, G. C. W. Relationship between ultrasonographic appearance, testicular size, spermatozoal output and testicular lesions in the dog. **Journal of Small Animal Practice**, v. 32, n. 6, p. 306-311, 1991.

FREITAS, L. A.; PINTO, J. N.; SILVA, H. V.; UCHOA, D. C.; MOTA FILHO, A. C.; SILVA, L. D. Doppler e ecobiometria prostática e testicular em cães da raça Boxer. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 41, n. 1121, p. 1-9, 2013.

GUIDO, S. I.; GUIDO, F. C. L.; SANTOS FILHO, A. S.; WISCHRAL, A. Correlation between spermatic concentration and vascular characteristics of testis using doppler ultrasonography in young Holstein Bulls. 28th Annual Meeting of the Brazilian Embryo Technology Society (SBTE), 2014, Natal, Brazil. *Animal Reproduction*. p.305.

GUMBSCH, P.; GABLER, C.; HOLZMANN, A. Colour-coded duplex sonography of the testes of dogs. **The Veterinary record**, v. 151, n. 5, p. 140-4, 2002.

GUNZEL-APEL, A. R.; MOHRKE, C.; POULSEN NAUTRUP, C. Colour-coded and pulsed Doppler sonography of the canine testis, epididymis and prostate gland: physiological and pathological findings. **Reproduction in domestic animals = Zuchthygiene**, v. 36, n. 5, p. 236-40, 2001.

HIRAI, S.; HATAYAMA, N.; NAITO, M.; NAGAHORI, K.; KAWATA, S.; HAYASHI, S. Pathological effect of arterial ischaemia and venous congestion on rat testes. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 5422, 2017.

HORI, T.; ATAGO, T.; KOBAYASHI, M.; KAWAKAMI, E. Influence of different methods of collection from the canine epididymides on post-thaw caudal epididymal sperm quality. **The Journal of veterinary medical science**, v. 77, n. 5, p. 625-30, 2015.

HOTTA, V. T.; MANCUSO, F. J. N.; ROMUALDO, A. P. Hemodinâmica aplicada ao Estudo Doppler. In: ROMUALDO, A. P. (Ed.). **Doppler sem segredos**. Rio de Janeiro: Elsevier, v.1, 2015. cap. 1, p.45-64.

IBTISHAM, F.; WU, J.; XIAO, M.; AN, L.; BANKER, Z.; NAWAB, A.; ZHAO, Y.; LI, G. Progress and future prospect of in vitro spermatogenesis. **Oncotarget**, v. 8, n. 39, p. 66709-66727, 2017.

JOHNSON, J. E.; BOONE, W. R.; BLACKHURST, D. W. Manual versus computer-automated semen analyses. Part II. Determination of the working range of a computer-automated semen analyzer. **Fertility and sterility**, v. 65, n. 1, p. 156-9, 1996.

JOHNSON, L.; VARNER, D. D.; ROBERTS, M. E.; SMITH, T. L.; KEILLOR, G. E.; SCRUTCHFIELD, W. L. Efficiency of spermatogenesis: a comparative approach. **Animal reproduction science**, v. 60-61, p. 471-80, 2000.

KASTELIC, J. P.; COOK, R. B.; COULTER, G. H. Contribution of the scrotum, testes, and testicular artery to scrotal/testicular thermoregulation in bulls at two ambient temperatures. **Animal reproduction science**, v. 45, n. 4, p. 255-61, 1997.

KOKOUA, A.; TRE YAVO, M.; SANTOS, K. A.; HOMSY, Y.; MOBIOT, M. L.; GNANAZAN BI N'GUESSAN, G. [Importance of the testicular artery: histo-functional approach and comparison between juvenile and adult rats]. **Morphologie**, v. 88, n. 280, p. 31-4, 2004.

LUVONI, G. C.; MORSELLI, M. G. Canine epididymal spermatozoa: A hidden treasure with great potential. **Reproduction in domestic animals = Zuchthygiene**, v. 52 Suppl 2, p. 197-201, 2017.

MICKELSEN, W. D.; MEMON, M. A.; ANDERSON, P. B.; FREEMAN, D. A. The relationship of semen quality to pregnancy rate and litter size following artificial insemination in the bitch. **Theriogenology**, v. 39, n. 2, p. 553-60, 1993.

MOSTAFA, T.; LABIB, I.; EL-KHAYAT, Y.; EL-RAHMAN EL-SHAHAT, A.; GADALLAH, A. Human testicular arterial supply: gross anatomy, corrosion cast, and radiologic study. **Fertility and sterility**, v. 90, n. 6, p. 2226-30, 2008.

NASHAN, D.; BEHRE, H. M.; GRUNERT, J. H.; NIESCHLAG, E. Diagnostic value of scrotal sonography in infertile men: report on 658 cases. **Andrologia**, v. 22, n. 5, p. 387-95, 1990.

NOORDHUIZEN-STASSEN, E. N.; CHARBON, G. A.; DE JONG, F. H.; WENSING, C. J. Functional arterio-venous anastomoses between the testicular artery and the pampiniform plexus in the spermatic cord of rams. **Journal of reproduction and fertility**, v. 75, n. 1, p. 193-201, 1985.

NOORDHUIZEN-STASSEN, E. N.; DE JONG, F. H.; MACDONALD, A. A.; SCHAMHARDT, H. C.; WENSING, C. J. Investigations of arterio-venous anastomoses in the spermatic cords and blood supply, oxygen consumption and testosterone production of scrotal and abdominal testes in the pig. **International journal of andrology**, v. 11, n. 6, p. 493-505, 1988.

OETTLE, E. E. Sperm morphology and fertility in the dog. **Journal of reproduction and fertility. Supplement**, v. 47, p. 257-60, 1993.

ORTIZ-RODRIGUEZ, J. M.; ANEL-LOPEZ, L.; MARTIN-MUNOZ, P.; ALVAREZ, M.; GAITSKELL-PHILLIPS, G.; ANEL, L.; RODRIGUEZ-MEDINA, P.; PENA, F. J.; ORTEGA FERRUSOLA, C. Pulse Doppler ultrasound as a tool for the diagnosis of chronic testicular dysfunction in stallions. **PLoS One**, v. 12, n. 5, p. e0175878, 2017.

PAPA, F. O.; ALVARENGA, M. A.; CARVALHO, I. M.; BICUDO, S. D.; RAMIRES, P. R. N.; LOPES, M. D. Coloração espermiática segundo Karras modificada pelo emprego do Barbatimão (*Stryphnodendrum barbatiman*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 40, p. 115-123, 1988.

PINGGERA, G. M.; MITTERBERGER, M.; BARTSCH, G.; STRASSER, H.; GRADL, J.; AIGNER, F.; PALLWEIN, L.; FRAUSCHER, F. Assessment of the intratesticular resistive index by colour Doppler ultrasonography measurements as a predictor of spermatogenesis. **BJU international**, v. 101, n. 6, p. 722-6, 2008.

POZOR, M. A.; MCDONNELL, S. M. Color Doppler ultrasound evaluation of testicular blood flow in stallions. **Theriogenology**, v. 61, n. 5, p. 799-810, 2004.

RIJSSELAERE, T.; VAN SOOM, A.; MAES, D.; NIZANSKI, W. Computer-assisted sperm analysis in dogs and cats: an update after 20 years. **Reproduction in domestic animals = Zuchthygiene**, v. 47 Suppl 6, p. 204-7, 2012.

SAKAMOTO, H.; SAITO, K.; SHICHIZYO, T.; ISHIKAWA, K.; IGARASHI, A.; YOSHIDA, H. Color Doppler ultrasonography as a routine clinical examination in

male infertility. **International journal of urology : official journal of the Japanese Urological Association**, v. 13, n. 8, p. 1073-8, 2006.

SAMIR, H.; SASAKI, K.; AHMED, E.; KAREN, A.; NAGAOKA, K.; EL SAYED, M.; TAYA, K.; WATANABE, G. Effect of a single injection of gonadotropin-releasing hormone (GnRH) and human chorionic gonadotropin (hCG) on testicular blood flow measured by color doppler ultrasonography in male Shiba goats. **The Journal of veterinary medical science**, v. 77, n. 5, p. 549-56, 2015.

SANCHEZ GUERRERO, A.; VILLOR ESNAL, R.; PAMPLONA CASAMAYOR, M. [Radiological diagnosis: scrotal ultrasound and Doppler ultrasound in the diagnosis of male infertility]. **Archivos espanoles de urologia**, v. 57, n. 9, p. 905-20, 2004.

SCHNEBLE, F.; POHLMANN, T.; SEGERER, H.; MELTER, M. [Scrotal ultrasound in children and adolescents with duplex Doppler analysis of intratesticular arteries]. **Ultraschall in der Medizin** v. 32 Suppl 2, p. E51-6, 2011.

SOUZA, A. K.; TRAUTWEIN, L. G. C.; PARANZINI, C. S.; PERENCIN, F. M.; CARDOSO, G. S.; MARTINS, M. I. M. Influence of cooling temperature in sperm subpopulations of domestic cats. **Animal reproduction science**, 2017.

SOUZA, F. F. Critérios para exame andrológico em cães. 2ª Reunião da Associação Brasileira de Andrologia Animal, 2017, Corumbá. ABRAA. p.23-24.

SOUZA, M. B.; MOTA FILHO, A. C.; SOUSA, C. V. S.; MONTEIRO, C. L. B.; CARVALHO, G. G.; PINTO, J. N.; LINHARES, J. C. S.; SILVA, L. D. M. Triplex Doppler evaluation of the testes in dogs of different sizes. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 34, p. 1135-1140, 2014.

UR REHMAN, K.; QURESHI, A. B.; NUMAN, A.; ZANEB, H.; YOUSAF, M. S.; RABBANI, I.; REHMAN, H. Pressure flow pattern of varicocele veins and its correlation with testicular blood flow and semen parameters. **Andrologia**, 2017.

ZELLI, R.; TROISI, A.; ELAD NGONPUT, A.; CARDINALI, L.; POLISCA, A. Evaluation of testicular artery blood flow by Doppler ultrasonography as a predictor of spermatogenesis in the dog. **Research in veterinary science**, v. 95, n. 2, p. 632-7, 2013.

## 5 ARTIGOS

### 5.1 ARTIGO 01

**Título:** Os valores Dopplervelocimétricos da artéria testicular podem mudar de acordo com a região aferida?

**Revista a ser submetida:** Animal Reproduction Science (Qualis CAPES: A2, JCR = 1.605)

**Normas da revista:** <https://www.journals.elsevier.com/animal-reproduction-science>

## 5.2 ARTIGO 02

**Título:** Dopplervelocimetria da artéria testicular e correlação com a cinética espermática de cães

**Revista a ser submetida:** Theriogenology (Qualis Capes: A2, JCR: 1,986)

**Normas da revista:**

<https://www.elsevier.com/journals/theriogenology/0093-691x/guide-for-authors>

## 6 CONCLUSÕES GERAIS

Foi possível realizar a mensuração da PSV, EDV, RI e PI em cinco diferentes regiões da artéria testicular de cães, com duas novas regiões descritas, suprategicular proximal e média. Os valores Dopplervelocimétricos apresentaram diferenças nas regiões da artéria suprategicular, concluindo ser necessário uma padronização da avaliação Doppler testicular devido a essas diferenças de fluxo no cordão espermático.

Foi possível correlacionar o fluxo sanguíneo da artéria testicular com as características da cinética espermática obtidos pelo sistema CASA, na qual cães com maior fluxo sanguíneo possuem espermatozoides mais ativos.

Os estudos evidenciaram o potencial da análise Doppler como ferramenta adicional ao exame andrológico em cães.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Realizar um trabalho científico é sempre um desafio. Ainda mais no mestrado, quando procuramos a excelência, mas temos apenas dois anos para desenvolvê-lo.

Nesta pesquisa estes desafios iniciaram-se logo na escolha dos animais para o experimento. Como infelizmente temos pouco acesso a canis comerciais, nosso público alvo foram os tutores de animais que buscavam castrações eletivas a custo reduzido no Hospital Veterinário da UEL. Nesse quesito utilizamos muitos cães de ONGs e protetoras, o que por um lado foi excepcional pois ajudamos indiretamente na doação destes animais, mas por outro foi deletério, visto que impossibilitou a pesquisa do seu histórico reprodutivo.

Antes de realizar as avaliações ultrassonográficas foi necessário um treinamento prévio para familiarização com exames do aparelho reprodutor. Para isso, participei de um curso específico de ultrassonografia do aparelho reprodutor na UNESP Jaboticabal. Além de outro curso em São Paulo, específico para avaliação Doppler, com a Professora Cibele Carvalho. Ao total foram cerca de R\$5.000,00, próprios, investidos em capacitação para o experimento. Felizmente a Professora Cibele aceitou realizar a permuta do seu curso por um *site* para sua empresa e a agradeço muito por isso.

Além do mestrado eu dividi parte do meu tempo com uma pós-graduação em Marketing e Vendas, que me auxiliou a aprimorar minhas habilidades em marketing digital, além de um melhor entendimento do mercado veterinário de uma maneira geral.

É interessante salientar, inclusive, que as avaliações já estavam

sendo realizadas enquanto realizei o curso de Doppler. Com ele percebi que, embora a técnica estivesse correta (estava sendo autodidata até então), a mensuração para o PI estava inadequada. Porém, bastava realizar as mensurações no próprio aparelho novamente, mas nesse momento descobri que o *backup* que eu estava realizando até então também não estava correto – não permitia a reavaliação pelo aparelho. Após 16 animais realizados (a meta eram 20 animais), tive que recomeçar do zero para conseguir incluir a pulsatilidade no estudo.

Isso permitiu que próximo ao animal nº 26 eu percebesse um ponto interessante nas avaliações no cordão espermático: pequenas movimentações do *gate* em sentido cranial produziam alterações significativas nas velocidades mensuradas. Nesse momento eu adicionei duas novas localizações a ser mensuradas, apenas a título de curiosidade. Ao finalizar o experimento novamente, já com 36 animais, percebemos que a estatística com essas duas novas regiões havia sido muito mais correlacionada do que com aquelas já previamente descritas. Porém, ainda faltavam cerca de 8 animais para completar os 20 estipulados. Então, ao final, chegamos a castrar 48 animais no total, até conseguirmos finalizar o experimento com o n ideal, mais que o dobro do estipulado inicialmente.

Outra questão que influenciou no desenvolvimento do estudo foi a necessidade de compartilhar os espaços com a rotina do hospital. Como a prioridade é da rotina, diversas vezes cedíamos o ultrassom às emergências do plantão, diminuindo a velocidade de execução dos exames realizados.

Ainda assim foi possível realizar um experimento inédito, com força de vontade e apoio de todos os envolvidos. Certamente novas descobertas ainda serão realizadas neste campo de estudo, incluindo novas espécies, com o intuito de sedimentar o exame ultrassonográfico como parte essencial ao exame andrológico

de machos.