



---

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU  
MESTRADO EM SAÚDE E PRODUÇÃO DE RUMINANTES**

**FELIPE GABRIEL CIVIDINI**

**CARACTERIZAÇÃO DOS PARÂMETROS CIRCULATORIOS DA  
ARTÉRIA SUPRA TESTICULAR EM TOUROS JOVENS DA  
RAÇA ABERDEEN ANGUS**

---

Arapongas  
2017

**FELIPE GABRIEL CIVIDINI**

**CARACTERIZAÇÃO DOS PARÂMETROS CIRCULATÓRIOS DA  
ARTÉRIA SUPRA TESTICULAR EM TOUROS JOVENS DA  
RAÇA ABERDEEN ANGUS**

Dissertação apresentada à UNOPAR,  
como requisito parcial à obtenção do título  
de Mestre em Saúde e Produção de  
Ruminantes.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Guiselli Lopes

Arapongas  
2017

Ficha catalográfica elaborada, com dados fornecidos pelo (a) autor (a)

Biblioteca UNOPAR / Araçongas - Maria Luci Juliani Grano CRB – 9/776

**CIVIDINI**, Felipe Gabriel.

**Caracterização dos parâmetros circulatórios da artéria supra testicular em touros jovens da raça aberdeen angus.** Araçongas: UNOPAR, 2017. 43p.

Orientador: Flávio Guiselli Lopes

Dissertação (Mestrado) UNOPAR - Medicina Veterinária - Saúde e Produção de Ruminantes, 2017.

1. Medicina Veterinária - Dissertação de mestrado – UNOPAR. 2. Saúde e Produção de Ruminantes. 3. Bovinos – exame andrológico. 4. Bovinos - testículos – anatomia funcional. 5. Bovinos - termorregulação testicular. 6. Bovinos - Doppler colorido – mapeamento ultrassonográfico. 7. Bovinos – raça Aberdeen Angus. I. LOPES, Flavio Guiselli. II. Título.

CDU 619:636

**FELIPE GABRIEL CIVIDINI**

**CARACTERIZAÇÃO DOS PARÂMETROS CIRCULATÓRIOS DA  
ARTÉRIA SUPRA TESTICULAR EM TOUROS JOVENS DA  
RAÇA ABERDEEN ANGUS**

Dissertação apresentada à UNOPAR, no Mestrado em Saúde e Produção de Ruminantes, área e concentração em fisiopatologia e biotécnicas da reprodução em ruminantes, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre conferida pela Banca Examinadora formada pelos professores:

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Flávio Guiselli Lopes  
Universidade Norte do Paraná (UNOPAR)

---

Prof. Dr. Edgard Hideaki Hoshi  
Universidade Norte do Paraná (UNOPAR)

---

Prof. Dr. Marcos Barbosa Ferreira  
Universidade Anhanguera-Uniderp

Arapongas, 23 de março de 2017.

“Não diga pra Deus que você tem um problema,  
diga pro seu problema que você tem um Deus  
maior.”

*Expressão Ativa*

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, à minha namorada, por estarem ao meu lado sempre apoiando nos momentos de decisão. Aos meus pais, Raimundo e Cidinha, pelo exemplo de vida, educação, fé, batalha e dedicação durante todo meu trajeto.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente á Deus por ter me guiado e dado forças nos momentos em que tanto precisava, por ter feito possível a entrega desse trabalho.

Aos meus familiares, em especial meus pais, Raimundinho Cividini e Aparecida M. C. Cividini, pelo incentivo, paciência e dedicação que me proporcionaram, nunca medindo esforços me ajudando sempre para realização deste grande sonho. Serei eternamente grato a estes heróis em minha vida, amo muito vocês.

Aos meus irmãos Rafael, Mario e Tiago pelo companheirismo e por sempre me apoiarem nas minhas escolhas.

Ao meu professor orientador Dr. Flávio Guiselli Lopes, que sempre se dispôs a orientar da melhor forma esse trabalho, pela oportunidade que me deu de ser o seu orientado e pelas horas dedicadas em prol do melhor resultado, sempre.

A minha namorada Karine, que sempre me deu força para seguir em frente, e se disponibilizando para melhor ajudar-me.

A todos os professores da Universidade Norte do Paraná, principalmente aqueles que contribuíram para a realização deste trabalho, em especial ao professor Werner Okano, por me receberem como aluno do curso de pós-graduação, pelos ensinamentos e dedicação para esta formação e o professor Flávio Barca Junior que contribui com seu conhecimento para este trabalho.

Meus sinceros agradecimentos a todos os amigos, que me deram apoio para minha formação, sem esquecer os companheiros de sala, que durante todos esses anos fizeram parte de muitos momentos de felicidade, descontração e alegria, desejo a todos uma boa sorte e sucesso na vida profissional.

A banca examinadora, composta pelos professores Edgard Hideaki Hoshi e Marcos Barbosa Ferreira, que pacientemente se propuseram a ler e dar suas contribuições para a melhoria desse trabalho.

MUITO OBRIGADO!

CIVIDINI, Felipe Gabriel. **CARACTERIZAÇÃO DOS PARÂMETROS CIRCULATÓRIOS DA ARTÉRIA SUPRA TESTICULAR EM TOUROS JOVENS DA RAÇA ABERDEEN ANGUS**. 2017. 43 páginas. Dissertação (Mestrado em Saúde e Produção de Ruminantes) – Universidade Norte do Paraná, Arapongas, 2017.

## RESUMO

O objetivo do presente estudo foi caracterizar os parâmetros circulatórios de velocidade média (VM), índice de pulsatilidade (PI) e resistência (RI) através do mapeamento ultrassonográfico Doppler colorido, da artéria supra testicular em touros jovens da raça Aberdeen Angus. Trinta e três touros jovens da raça Aberdeen Angus, com bom estado corporal e idade média de 24,0 meses foram submetidos ao exame de ultrassonografia no modo B para espessura de pele escrotal e modo Doppler colorido para hemodinâmica testicular. Além disso, foi mensurada a temperatura superficial do escroto (TM) por meio da termografia infravermelha, a temperatura retal e os batimentos cardíacos (HT). A velocidade média do fluxo sanguíneo apresentou média de  $13,8 \pm 4,77$  cm/s. O valor médio para o PI foi de  $0,27 \pm 0,15$ . O RI apresentou média de  $0,37 \pm 0,12$ . A média verificada para temperatura retal e temperatura escrotal foi de  $40,13 \pm 0,54$  e  $35,14 \pm 0,71$  °C, respectivamente. A média para HT e a espessura de pele escrotal foi de  $91,03 \pm 11,33$  batimentos por minuto (BPM) e  $5,8 \pm 1,07$  cm, respectivamente. Foi observada correlação significativa e positiva entre as variáveis PI x RI; VM x TM e HT x TM. Para as demais variáveis não houve correlação. Os valores apresentados podem contribuir no futuro para detecção de eventuais anormalidades, onde o sistema Doppler pode fornecer informações para o entendimento da termorregulação testicular.

**Palavras-chave:** Doppler; Fluxo sanguíneo; Termografia.



CIVIDINI, Felipe Gabriel. **CHARACTERIZATION OF THE CIRCULATORY PARAMETERS OF THE TESTICULAR SUPRA ARTERY IN YOUNG BULLS OF THE ABERDEEN ANGUS RACE.** 2017. 43 pages. Dissertation (Master in Health and Ruminant Production) - Northern University of Paraná, Arapongas, 2017.

### **ABSTRACT**

The objective of the present study was to characterize the circulatory parameters of average velocity (AV), pulsatility index (PI) and resistance (RI) by color Doppler ultrasonographic mapping of the supra testicular artery in young Angus bulls. Thirty-three young bulls of the Aberdeen Angus breed, with good body condition and mean age of 24.0 months, were submitted to B-mode ultrasonography for scrotal skin thickness and color Doppler mode for testicular hemodynamics. In addition, the superficial temperature of the scrotum (TM) was measured by infrared thermography, rectal temperature and heart rate (HT). The mean blood flow velocity presented a mean of  $13.8 \pm 4.77$  cm / s. The mean value for PI was  $0.27 \pm 0.15$ . The RI index presented a mean of  $0.37 \pm 0.12$ . The mean value for rectal temperature and scrotal temperature was  $40.13 \pm 0.54$  and  $35.14 \pm 0.71$  ° C, respectively. The mean for HT and scrotal skin thickness was  $91.03 \pm 11.33$  beats per minute (BPM) and  $5.8 \pm 1.07$  cm, respectively. Significant and positive correlation was observed between the variables PI x RI; VM x TM and HT x TM. For the other variables there was no correlation. The values presented may contribute in the future to detect any abnormalities, where the Doppler system can provide information for well understanding of testicular thermoregulation.

**Keywords:** Blood flow; Doppler; Thermography.

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Imagem ultrassonográfica em modo Doppler colorido da artéria supra testicular em touro jovem da raça Aberdeen Angus.....	42
--	----

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

BPM	Batimento por minutos
°C	Graus Celsius
CBRA	Colégio Brasileiro de Reprodução Animal
CEUA	Comissão de Ética no Uso de Animais
cm	Centímetros
HT	Batimento Cardíaco
mm	Milímetros
MHz	Megahertz
PI	Índice de Pultatilidade
RI	Índice de Resistividade
s	Segundos
TI	Termografia Infravermelha
TM	Temperatura Superficial do Escroto
UNOPAR	Universidade Norte do Paraná
US	Ultrassonografia
V	Volts
VM	Velocidade Média
VDF	Velocidade Diastólica Final
VSM	Velocidade Sistólica Máxima
®	Marca Registrada

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	12
2.1 ANATOMIA FUNCIONAL DOS TESTÍCULOS.....	12
2.2 FISILOGIA REPRODUTIVA DO MACHO.....	13
2.3 TERMORREGULAÇÃO TESTICULAR.....	14
2.4 ESPESSURA DA PELE ESCROTAL.....	16
2.5 IMPORTÂNCIA DO EXAME ANDROLÓGICO.....	17
2.6 TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA (TI).....	18
2.7 ULTRASSONOGRRAFIA (US).....	19
2.8 REFERÊNCIAS.....	22
<b>3 HIPÓTESE</b> .....	30
<b>4 OBJETIVOS</b> .....	30
4.1 OBJETIVO GERAL.....	30
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	30
<b>5. ARTIGO CIENTÍFICO</b> .....	31
5.1 INTRODUÇÃO.....	33
5.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	34
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
5.4 CONCLUSÃO.....	38
5.5 REFERÊNCIAS.....	39
<b>6. ANEXOS</b> .....	42

## 1. INTRODUÇÃO

O exame andrológico tem sido comumente utilizado nos reprodutores como principal indicador do potencial reprodutivo de um macho. Basicamente o manejo reprodutivo é dependente da monta natural (CHAVES et al., 2007).

Quando levado em consideração os níveis de importância da fertilidade no rebanho, pode se concluir que a fertilidade do macho é mais importante que a da fêmea, tanto na monta natural, como na inseminação artificial, visto que, o touro pode se acasalar com um alto número de fêmeas e, conseqüentemente, gerar um alto número de descendentes, enquanto o inverso não pode ocorrer (MORAIS, 2011).

Assim, se faz necessária a realização de avaliações anuais e contínuas destes reprodutores por profissionais capacitados para que o sistema de produção não sofra conseqüências indesejadas (BARBOSA et al., 2005).

O Brasil possui cerca de dois terços de seu território localizados na faixa tropical do planeta, onde predominam altas temperaturas do ar devido à intensa radiação solar (AYOADE, 1991). As elevadas temperaturas do ambiente podem acarretar no aumento da temperatura testicular e danificar o ciclo espermato gênico e a qualidade do sêmen (GABALDI & WOLF, 2002).

Para que a espermatogênese ocorra normalmente, a temperatura nos testículos dos touros deve ser inferior à sua temperatura corporal. Isso se deve aos múltiplos mecanismos de termorregulação presentes nos testículos e no escroto. Portanto, as altas temperaturas, acima dos limites da termorregulação, podem levar a redução da fertilidade (GABALDI & WOLF, 2002).

A termografia infravermelha é uma técnica não invasiva e de alta precisão, que vem sendo muito utilizada para a mensuração da temperatura na superfície escrotal. Além disso, apresenta-se como uma opção promissora para avaliar a capacidade de termorregulação testicular dos touros criados em ambiente tropical (MOREIRA, 2016).

Com o objetivo de propiciar um diagnóstico rápido, seguro e preciso, a ultrassonografia é um procedimento importante na reprodução animal, ele não é um exame invasivo e permite avaliar os órgãos reprodutivos internos. Portanto, o

uso da ultrassonografia juntamente com o exame andrológico é de grande importância (CHANDOLIA et al., 1997; AHMAD & NOKAES, 1995).

A ultrassonografia Doppler já se conhece há tempos na medicina e na ciência, porém em relação à teriogenologia é extremamente nova. Ela traz informações de fluxo sanguíneo, tornando um método para avaliar a vascularização dos testículos que é crucial para função testicular. Entende-se que o abastecimento adequado sanguíneo, é importante para a função testicular, e que traumas vasculares afetam imensamente a produção espermática (POZOR & MCDONNELL, 2002).

A pele escrotal é um elemento fundamental para a manutenção térmica dos testículos, por ela ser rica de glândulas sudoríparas adrenérgicas e poder ficar espessa ou fina através do músculo darto. Sabe-se que quanto mais espessa é a pele escrotal, mais aumentam as patologias seminais (SIDDIQUI, 2008).

O objetivo do presente estudo foi caracterizar os parâmetros circulatórios através do mapeamento ultrassonográfico Doppler colorido, da artéria supra testicular em touros jovens da raça Aberdeen Angus.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 ANATOMIA FUNCIONAL DOS TESTÍCULOS

Os testículos são órgãos com funções exócrinas e endócrinas localizados externamente ao abdômen, circundando num divertículo abdominal denominado escroto (ELLENPORT, 1996).

Sua superfície na maior parte está coberta por uma túnica serosa, a túnica vaginal, que é a camada visceral do envoltório seroso do cordão espermático e do testículo. A túnica albugínea fica logo abaixo, sendo sua cápsula composta de tecido fibroso. Da extremidade inserida e da face profunda da túnica albugínea, trabéculas e septos de tecido conjuntivo se deslocam para o interior da glândula, dividindo o parênquima em lóbus. O mediastino testicular é uma faixa de tecido conjuntivo de 5 mm de espessura, que desce da parte dorsal da extremidade, inserida profundamente na glândula. Os túbulos seminíferos formam no mediastino uma rede. Os ductos eferentes saem da rede, na borda dorsal do mediastino (SISSON, 1996).

O epidídimo está inserido ao testículo ao longo da borda caudal. A cabeça é longa e se curva sobre a extremidade dorsal do testículo, estando coberta por uma extensão da túnica albugínea. O corpo é estreito e está alojado ao longo da lateral da borda caudal do testículo, onde se insere, por uma delgada prega peritoneal. A cauda é grande e proeminente, estando inserida na extremidade ventral do testículo (SISSON, 1996).

Quando observado microscopicamente, o testículo pode ser dividido em duas partes: o tubular e o intratubular. Estes compartimentos são bastante variáveis (FRANÇA & RUSSELL, 1998).

O compartimento tubular é composto de túbulos seminíferos ou epitélio seminífero, com a presença das células germinativas em seus diferentes estágios de desenvolvimento e as células de suporte (Sertoli). É dentro destes túbulos que ocorre a espermatogênese (CASTRO et al., 1997).

Já, o compartimento intratubular é composto pelas células de Leydig, vasos linfáticos e sanguíneos, nervos, fibroblastos, macrófagos e mastócitos (RUSSELL et al., 1990).

## 2.2 FISILOGIA REPRODUTIVA DO MACHO

Os testículos e os epidídimos são supridos com sangue da artéria testicular, que se origina da aorta dorsal. No cordão espermático, ela alcança os testículos antes de se ramificar até o epidídimo (BUDRAS et al., 2007).

Nos animais adultos, logo no início que a artéria testicular surge do cordão espermático, ela se estende pela margem epididimária dos testículos, rente à cápsula, frequentemente em forma linear e sem ramos. A artéria caminha marginalmente aos testículos apresentando paredes finas (SETCHELL & BREED, 2006).

A termorregulação escrotal permite mecanismos de troca de calor contracorrente, regulação do fluxo sanguíneo, posicionamento dos testículos e sudorese (KASTELIC et al., 1997a).

O principal mecanismo desse processo é o de contracorrente que está presente no funículo espermático, ele é constituído de um plexo venoso pampiniforme, localizado no redor da artéria testicular, sendo muito espiralada e longa, em qual o calor é transferido do sangue arterial para o venoso. A artéria testicular é longa, que propicia a troca de calor e possibilita uma queda no fluxo sanguíneo arterial, ampliando, dessa forma, o período de contato com o sangue venoso (BRITO et al., 2004).

A troca de calor contracorrente proporciona que o sangue arterial seja arrefecido antes de chegar aos testículos e possibilita que o sangue venoso seja aquecido antes de adentrar na cavidade abdominal, próxima a temperatura corporal (SETCHELL et al., 1971).

Uma contração cardíaca gera um impulso no fluxo sanguíneo e faz a distensão das artérias. O fluxo diastólico reverso acontece, porque o sangue é rebombeado da aorta, com velocidade refletida de alta impedância do leito vascular periférico. Quando o diâmetro vascular volta ao normal, a energia refletida provê o potencial necessário para promover o fluxo sanguíneo durante a diástole (CARVALHO et al., 2008).

Os parâmetros hemodinâmicos, por exemplo, a relação sístole-diástole, índice de resistividade (PI) e o índice de pulsatilidade (RI), possibilitam a comparação do fluxo sanguíneo durante a sístole e na diástole. Sendo, que em



baixas resistividades, indicam alto metabolismo e altas resistividades, baixo metabolismo (CARVALHO et al., 2008).

A sístole (contração isovolumétrica) e diástole (relaxamento e enchimento isovolumétrico) das várias câmaras do coração resultam nas alterações de pressão e nos movimentos característicos das válvulas, que compreendem o ciclo cardíaco. O ciclo repete-se a cada batimento e inclui a sístole e a diástole e retorno à sístole (REECE, 2006).

## **2.3 TERMORREGULAÇÃO TESTICULAR**

A termorregulação testicular é uma ação muito complexa, em que várias estruturas locais, exercem uma importante função nesse mecanismo. No escroto dos touros os principais elementos que estão envolvidos na regulação da temperatura testicular são: pele, cordão espermático, túnica dartos, músculo cremaster, funículo espermático e as glândulas sudoríparas (GABALDI & WOLF, 2002; KASTELIC, 2014b).

A pele do escroto é fina, praticamente escassa de pelos e com alta vascularização subcutânea, provendo a dissipação de calor por radiação (DAHL & HERRICK, 1959). Siddiqui et al. (2008), em seus estudos, verificaram em 131 touros mestiços com idade precoce, um aumento de espermatozoides com patologia de cabeça, naqueles com maior espessura de pele.

O cordão espermático longo é importante para a termorregulação testicular, pois quanto maior o comprimento, maior é a área de radiação e a relação de distância testículo e corpo, permitindo assim reduzir a temperatura dos testículos (KASTELIC, 2014a).

O músculo cremaster e túnica dartos são estruturas musculares, onde suas ações são conduzidas por nervos simpáticos lombares, sendo assim de coordenação involuntária. A túnica dartos é composta de uma fina camada de musculatura lisa, localizada por baixo da derme, onde se contrai e relaxa, aproximando e afastando os testículos do corpo, dependente da temperatura do meio ambiente. O músculo cremaster possui característica semelhante, que em temperaturas baixas, por exemplo, os testículos se aproximam do corpo (SETCHEL, 1978).

O funículo espermático, onde se tem o mecanismo de contracorrente é o principal fator nesse processo, sendo composto principalmente de um plexo venoso papiniforme, localizado ao redor da artéria testicular altamente espiralada e longa, onde o calor é transferido do sangue arterial para o venoso. A artéria testicular nesse mecanismo, além de ser de grande extensão para troca de calor, propicia uma queda do fluxo sanguíneo arterial, aumentando, dessa forma, o tempo de contato com o sangue venoso (BRITO et al., 2004).

De acordo com Setchell et al. (1971), a proporção da troca de calor depende apenas da diferença de temperatura entre os dois fluidos. A artéria testicular, sendo sinuosa e longa no funículo espermático, propicia uma queda do fluxo sanguíneo arterial, aumentando assim, o tempo de contato com o sangue venoso (BARROS et al., 2011).

Para que o sangue chegue aos testículos resfriados é preciso que haja o mecanismo de troca de calor contracorrente. De forma, a permitir que o sangue venoso se aqueça antes de penetrar na cavidade abdominal, aproximando-se da temperatura corporal (SETCHELL et al., 1971).

O aumento da temperatura testicular é a causa mais comum de degeneração testicular em touros, que pode ocorrer por aumento de temperatura ambiente, infecções locais ou sistêmicas ou por falha no sistema de termorregulação (BARNABÉ et al., 1974; BARTH & BOWMAN, 1994).

O fluxo sanguíneo dos testículos tende a modificar-se com as mudanças de temperatura testicular e ou ambiente (BARROS et al., 2011). Já, o aumento da temperatura escrotal pode resultar algumas alterações no movimento dos vasos (vasodilatação e vasoconstrição) e em termos de variação rítmica espontânea do fluxo sanguíneo (SETCHELL et al., 1998).

O cone vascular testicular está situado acima dos testículos, ele é composto pela artéria testicular, circundada pelas veias do plexo pampiniforme (KASTELIC, 1995). Ele exerce grande papel na redução da temperatura escrotal, atuando como princípio de troca de calor em contracorrente (BRITO et al., 2012). A eficiência desse mecanismo é definida pela dimensão e volume da artéria, sendo a área da superfície da artéria em contato com as veias e a distância entre o sangue arterial e venoso (SEALFON & ZORNIOTTI, 1991).

Nos touros, o maior número de glândulas sudoríparas está localizada na pele do escroto, quando comparada a outras áreas do corpo, tendo

assim, maior habilidade de dissipação de calor por sudorese (BLAZQUEZ et al., 1988).

Segundo Kastelic (2014b), a alta fertilidade dos espermatozoides esta diretamente ligada à temperatura testicular, pois a temperatura da bolsa escrotal deve ser de 2 a 6°C abaixo da sua temperatura corporal. Este controle ocorre por eventos fisiológicos do organismo, que proporciona troca de calor entre eles.

A qualidade seminal dos touros pode estar correlacionada com fatores climáticos, como temperatura e umidade (BRITO et al., 2002). Quando a temperatura se eleva, as quantidades de espermatozoides com defeitos também aumentam (KASTELIC, 2001).

Em relação a defeitos espermáticos, quando a temperatura testicular é alterada, há o aumento de defeitos da região de cabeça, cauda e acentuada quantidade de gotas protoplasmáticas proximal nos espermatozoides (LUNSTRA & COULTER, 1997).

## **2.4 ESPESSURA DA PELE ESCROTAL**

Diversos fatores são determinantes para a manutenção térmica dos testículos, como umidade, temperatura ambiente e corpórea, calor perdido, variância anatômica do escroto e, também, à integridade da pele do escroto (FUERST-WALTL et al., 2006; BICUDO et al., 2007).

A pele escrotal é nitidamente falha em gordura subcutânea, sendo altamente dotada de glândulas sudoríparas adrenérgicas e o seu elemento muscular (dartos), que favorece a alteração da espessura e a área superficial do escroto, apesar de variar a proximidade de contato dos testículos com a parede corpórea (HAFEZ, 1995).

Além disso, apesar de fina, a pele escrotal possui características flexíveis e grande quantidade de glândulas sudoríparas. Por essa razão, apresentam um sistema sanguíneo e linfático desenvolvido e auxiliam na perda de temperatura por meio da evaporação e irradiação (KASTELIC et al., 1997b; GABALDI & WOLF, 2002).

A termorregulação testículo escrotal é um feito composto, onde vários mecanismos locais carregam um papel importante. Contudo, a manutenção térmica da pele escrotal é acometida por fatores como temperatura do ambiente, umidade, temperatura corporal, postura do animal, formato anatômico do escroto (escroto pequeno, funículo espermático curto), quantidade de calor reduzida pela radiação escrotal, nível de obesidade (elevado nível de gordura subcutânea escrotal), traumatismos e edemas (SIRCHIA, 2008).

As respostas corporais bem como a sudorese, favorecem o resfriamento testicular. O aumento da temperatura escrotal pode alcançar quantidades maiores como 38,0 a 40,0°C, aumentando assim os índices de frequência respiratória, podendo diminuir a temperatura corporal em 2,0°C (KASTELIC et al., 1997a).

Os touros taurinos têm uma termogênese menos eficiente que os zebuínos, por terem uma menor quantidade de superfície de pele, menor número de glândulas sudoríparas, menor comprimento da artéria testicular, maior espessura da parede arterial, sendo menos resistente ao estresse térmico (BRITO et al., 2002, BRITO et al., 2004).

## **2.5 IMPORTÂNCIA DO EXAME ANDROLÓGICO**

A reprodução por monta natural, principalmente em bovinos de corte, explorados frequentemente em regimes extensivos, assume grande importância na pecuária brasileira, dadas às dificuldades técnicas e logísticas da inseminação artificial (PARKINSON, 2004).

Assim, a seleção de reprodutores por meio do exame andrológico tem por finalidade a obtenção de informações que permitem estimar o potencial reprodutivo dos touros (SILVA, 2011), podendo diagnosticar anormalidade em um ou mais órgãos genitais, problemas na qualidade espermática, que podem por sua vez, determinar média ou baixa fertilidade ou até mesmo esterilidade (SILVA et al., 1993).

Segundo Freneau (2004), os índices reprodutivos do rebanho dependem, em grande parte, da criação, do manejo e da fertilidade do touro. Desta forma, existem procedimentos que incluem medidas de produção, as quais avaliam e assistem a seleção de touros.

Na avaliação de um touro, o médico veterinário tem três possíveis objetivos a serem alcançados com a utilização do exame andrológico, sendo estas, a identificação de touros na condição de subfertilidade, ou seja, com problemas identificáveis; a determinação da atual fertilidade de um reprodutor, de fertilidade conhecida por histórico e avaliações prévias e a identificação de touros que terão fertilidade potencial superior (PIMENTEL, 2008).

Apesar do evidente benefício do exame andrológico, muitos criadores têm pouca ou nenhuma informação sobre a fertilidade de seus reprodutores, uma vez que, criam de forma conjunta, dificultando a identificação daqueles inférteis ou de baixa fertilidade (MENEGASSI et al., 2011).

Segundo Embrapa (2014), cerca de 20 a 40% dos touros são considerados subfértéis e 5% estéreis nos rebanhos. Isso, por sua vez, causa um grande impacto na produção da pecuária brasileira.

No exame andrológico deve-se incluir o exame clínico geral, (exame dos olhos, dentição, escore da condição corporal e avaliação do aparelho locomotor); exame especial dos órgãos reprodutivos (exame do prepúcio, pênis, saco escrotal, testículos, epidídimos, perímetro escrotal, vesículas seminais e ampolas deferentes); exame seminal (exame do volume, da motilidade, vigor, turbilhão e concentração espermática) e exame do comportamento sexual (libido e capacidade de serviço) (CBRA, 2013).

## **2.6 TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA (TI)**

A termografia infravermelha (TI) é uma técnica de medição de temperatura não invasiva, que proporciona conhecer a radiação lançada por um corpo, que está diretamente relacionada à temperatura de sua superfície (MEOLA & CARLOMAGNO, 2004).

A técnica pode avaliar alterações na circulação vascular que pode ter aumento ou diminuição da temperatura dos tecidos, sendo utilizado para avaliar uma região. O método não necessita de contato físico direto com a superfície monitorada, permitindo assim a leitura da distribuição da temperatura. (SPRUYT et al., 1995; SPEAKMAN & WARD, 1998; HARPER, 2000).

A TI fornece uma imagem infravermelho, estimando a temperatura superficial desse objeto com a aproximação de 0,1°C. A temperatura da pele reflete a circulação sanguínea e o metabolismo do testículo, auxiliando em estudos de termorregulação (COULTER et. al., 1988).

Atualmente, a TI vem sendo empregada na medicina humana e veterinária, principalmente para fins de diagnósticos de doenças (ARFAOUI et al., 2012; RING et al., 2012; ALSAOD et al., 2014).

Em alguns trabalhos com bovinos, foram verificados aumento de temperatura na pele, por respostas de hipersensibilidade à tuberculina (MERKAL et al., 1973) e problema de laminite (NIKKHAH et al., 2005).

PUROHIT et. al., (1985) utilizaram a técnica em testículos, onde para formaram o padrão de distribuição da temperatura na face escrotal de touros e, Kastelic et al. (1995), determinaram a temperatura de superfície escrotal.

Em outro estudo, Kozumplik et al. (1989) utilizaram a técnica no diagnóstico de processos inflamatórios nos órgãos sexuais reprodutores. Kastelic et al., (1996b) e Kastelic et al., (1997b) avaliaram os fatores ambientais que podem influenciar a população bovina, principalmente na qualidade dos ejaculados de touros.

## **2.7 ULTRASSONOGRAFIA (US)**

Nos anos 80, a ultrassonografia (US) vem sendo empregada em bovinos e equinos, e isso possibilitou estudos mais importantes para a compreensão de eventos anatomofisiológicos em tempo real (PIERSON & ADANS, 1995).

A técnica é segura e não invasiva, que possibilita informações rápidas e não invasivas. Inicialmente foi utilizada para avaliação de carcaça e, seguidamente na linha reprodutiva, diagnosticando a gestação (KING, 2006).

Aproximadamente 95% dos estudos com US são direcionados para fêmeas bovinas e equinas na função reprodutiva e desenvolvimento do manejo reprodutivo do macho (EILTS & PECHMAN, 1988; GRIFFIN & GINTHER, 1992; RIBADU & NAKAO, 1999), sendo um elemento benéfico (HAHN et al., 1999).

No exame andrológico, a US pode ser utilizada em conjunto com o exame clínico, para o diagnóstico de desordens testiculares e de estruturas

relacionadas (PECHMAN & EILTS, 1987). Por ser facilmente acessível e não causar efeito deletério é o método de diagnóstico de escolha para a avaliação escrotal e reprodutiva do touro (SAITO & CERRI, 1999; STENGEL & REMER, 2008; KASTELIC & BRITO, 2012) e como função de obter dados patológicos (KASTELIC, 2014) e auxiliando na avaliação da hemodinâmica de diferentes órgãos e tecidos, como os testículos (HERZOG & BOLLWEIN, 2007).

A técnica exibe imagem da estrutura interna dos tecidos moles e é capaz de fornecer dados das características incomuns do testículo e epidídimo agregando o exame clínico (AHMAD et al., 1991), aumentando as chances de diagnóstico de afecções focais e multifocais como cicatrizes, neoplasias e abscessos (PECHMAN & EILTS, 1987).

O exame de US nos testículos tem como principais funções a avaliação da estrutura anatômica e determinação da ecogenicidade do parênquima e mediastino testiculares (CHANDOLIA et al., 1997; CLARK et al., 2003).

Com a utilização de US, se consegue imagens de diversos cortes de tecidos e de órgãos internos e externos. As imagens são realizadas através de ondas sonoras de alta frequência, elas são produzidas por vibrações de cristais piezelétricos localizados no transdutor, atuando emitindo pulsos e recebendo ecos. Essas vibrações se têm por pulsos de corrente elétrica. A intensidade de ondas sonoras refletidas dos tecidos de volta ao transdutor é transformada em corrente elétrica e mostrada como um ponto na tela do aparelho em vários tons de cinza, preto e branco (RANTANEN & EWING, 1981).

Utilizando a US Doppler, com sistema de onda pulsada, se consegue uma avaliação na irrigação sanguínea do leito vascular e da velocidade da corrente sanguínea (BASCUM & COBBOLT, 1996; CARVALHO et al., 2008).

O conceito das imagens de US Doppler é estabelecido de forma resumida em dois modos simples: o modo espectral e o modo colorido. Sendo o espectral, aplicado para análise de vasos sanguíneos, gera na tela um conceito gráfico da ação vascular em forma de onda senoidal. Analisando essas ondas, dispõem-se dados associados à velocidade do ciclo cardíaco e representação do fluxo sanguíneo. Em vasos sanguíneos tortuosos e de pequeno calibre, onde não são possíveis cortes longitudinais, esta forma possibilita a aplicação de índices para medir a hemodinâmica do órgão ou tecido, sendo os mais empregados os índices de resistência (RI) e índice de pulsatilidade (PI) (SILVA, 2010).

Segundo Ginther & Utt (2004), o uso da US Doppler permite informações anatômicas do fluxo sanguíneo funcional e em tempo real, resultando técnica de escolha para examinar a vascularização de diferentes órgãos, abrangendo os testículos.

Entende-se que o abastecimento sanguíneo é essencial para a função testicular e que danos vasculares acometem consideravelmente a espermatogênese e o volume testicular, ocasionando irregularidades na produção espermática (POZOR, 2007).

Assim, por meio do Doppler pode-se observar a perfusão testicular, mostrando de maneira segura, a artéria dos testículos em todos os seus ramos. Uma ampliação do sinal Doppler é representada pelo Power Doppler (mais sensível que o Doppler, não diferencia direção do fluxo) e por meio do Doppler espectral, que se mensura o desempenho do fluxo sanguíneo em relação ao tempo (DOGRA et al., 2003).



## 2.8 REFERÊNCIAS

- AHMAD, N., NOKAES, D.E. A clinical and ultrasonographic study of induced testicular and epididymal lesions in goats and a ram. **Animal Reproduction Science**, v.39, p.35-48, 1995.
- AHMAD, N.; NOAKES, D.E.; SUBANDRIO, A.L. B-Mode real time ultrasonographic imaging of the testis and epididymis of sheep and goat. **The Veterinary Record**, London, v.128, n.1, p.491-496, 1991.
- ALSAAOD, M.; SYRING, C.; DIETRICH, J. et al. A field trial of infrared thermography as a non-invasive diagnostic tool for early detection of digital dermatitis in dairy cows. **The Veterinary Journal**, London, v.199, p.281-285, 2014.
- ARFAOUI, A.; SYRING C.; DIETRICH J. et al. Application of infrared thermography as a diagnostic tool of knee osteoarthritis. **Journal of Thermal Science Technology**, v.7, n.1, p.227-235, 2012.
- AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os tópicos**. 3<sup>a</sup> Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1991. 332p.
- BARBOSA, R.T.; MACHADO, R.; BERGAMASCHI, M.A.C.M.; A importância do exame andrológico em bovinos, **Circular Técnica** 41, EMBRAPA, dezembro de 2005. Disponível em <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/47256/1/Circular41.pdf>, acesso em 16/01/2017.
- BARNABÉ, R.C.; BARNABÉ, V.H.; MUCCILOLO, R.G. Observações sobre o quadro espermático e características térmicas em carneiros normais e criptorquídeos unilaterais, **Revista da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Universidade de São Paulo, v.11, p.179-189, 1974.
- BARROS, C.M.Q.; OBA, E.; SIQUEIRA, J.B. et al. Efeitos da diminuição do fluxo sanguíneo testicular nas temperaturas escrotal superficial, escrotal subcutânea, intratesticular e intravascular em touros. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.35, n.1, p.49-54, jan./mar. 2011.

- BARTH, A.D.; BOWMAN, A.P. The sequential appearance of sperm abnormalities after scrotal insulation of dexamethasone treatment in bulls. **Canadian Veterinary Journal**, v.35, p.93-102, 1994.
- BASCOM, P.A; COBOBOLD, RS. Origin of the Doppler ultrasound spectrum from blood. **IEEE Transactions on Biomedical Engineering**, v.43, p.562-571, 1996.
- BICUDO, S.D.; SIQUEIRA, J.B.; MEIRA, C. Patologias do sistema reprodutor de touros. **Biológico**, v.69, p.43-48, 2007.
- BLAZQUEZ, N.; MALLARD, G.J.; WEDD, S.R. Sweat glands of the scrotum of the bull. **Journal of Reproduction and Fertility**, Cambridge, v.83, p.673-677, 1988.
- BRITO, L. F. C.; BARTH, A.D.; WILDE, R.E; KASTELIC, J.P. Testicular vascular cone development and its association with scrotal temperature, semen quality, and sperm production in beef bulls. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 134, p. 135-140, 2012.
- BRITO, L.F.; SILVA, A.E.; BARBOSA, R.T. 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, p.511-528, 2004.
- BRITO, L.F.C.; SILVA, A.E.D.; RODRIGUES, L.H. et al. Effects of environmental factors, age and genotype on sperm production and semen quality in *Bos indicus* and *Bos taurus* al bulls in Brazil. **Animal Reproduction Science**, n.70, p.181-190, 2002.
- BRITO, L.F.C.; SILVA, A.E.D.F.; UNANIAN, M.M. et al. Sexual development in early- and late-maturing *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* crossbred bulls in Brazil. **Theriogenology**, v.62, p.1198-1217, 2004).
- BUDRAS, K.D.; MCCARTHY, P.H.; FRICKE, W.; RICHTER, R. **Anatomy of the Dog**. 5ª.ed. London, UK: Manson, p.68-70, 2007.
- CARVALHO, C.F.; CHAMMAS, M.C.; CERRI, G.G. Princípios físicos do Doppler em ultrassonografia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.3, p.872-879, 2008.
- CARVALHO, C.F.; CHAMMAS, M.C.; STERMAN, F.A. et al. Ultrassonografia dúplex-Doppler na avaliação morfológica e hemodinâmica das artérias aorta e mesentérica cranial em cães. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**. v.45, p.24-31, 2008.

CASTRO, A.C.S.; BERNDTSON, W.E.; CARDOSO, F.M. Cinética e quantificação da espermatogênese: bases morfológicas e sua aplicação em estudos da reprodução de mamíferos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 21, p.25-34, 1997.

CHANDOLIA, R.K.; BARTLEWSKI, P.M.; OMEKE, B.C. et al. Ultrasonography of the developing reproductive tract in ram lambs effects of a GnRH agonist. **Theriogenology**, v.48, p.99-117, 1997.

CHAVES, R.M; SOUZA, J.A.T.; NASCIMENTO, I.M.R. et al. Avaliação da capacidade reprodutiva de touros da raça Nelore através da classificação andrológica por pontos (CAP) e do teste da libido. **Medicina Veterinária**, v.1, n.1, p.26-32, 2007.

CLARK, S.G.; SCHAEFFER, D.J.; ALTHOUSE, G.C. B-mode ultrasonographic evaluation of paired testicular diameter of mature boars in relation to average total of sperm numbers. **Theriogenology**, v. 60, p.1011-1023, October, 2003.

COLÉGIO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL - CBRA. **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal**. 3ed. 104p. Belo Horizonte: CBRA, 2013.

COULTER, G.H. Thermography of bull testis. In: TECH. CONF. ARTIFIC. INSEM. REPROD., 12., 1988, Milwaukee. Proceedings... Milwaukee: **National Association of Animal Breeders**, 1988. p.58-62.

DAHL, E. V.; HERRICK, J. F. A vascular mechanism for maintaining testicular temperature by counter-current exchange. **Surgery, Gynecology and Obstetrics**, Chicago, v.108, n.6, p.697, 1959.

DOGRA VS, GOTTLIEB RH, OKA M, RUBENS DJ. **Sonography of the scrotum. Radiology**, v.227, p.18-36, 2003.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Embrapa Gado de Corte**. Brasília: 2014. 02p.

EILTS, B.E.; PECHMAN, R.D. B-mode ultrasound observation of bull testes during breeding soundness examinations. **Theriogenology**, Philadelphia ,v.30, p.1169-1175, 1988.

ELLENPORT, C.R. Aparelho urogenital geral. In: GETTY, R. **Anatomia dos animais**

**domésticos**. 5<sup>a</sup>. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1996. v.1, p.136-139.

FRANÇA, L.R.; RUSSELL, L.D. The testis of domestic animals. In: REGADERA, J.; MARTINEZ-GARCIA, R. (Eds.) **Male reproduction: a multidisciplinary overview**. Madrid: Churchill Livingstone, 1998. p.197-219.

FRENEAU, G.E. Perspectivas para o manejo reprodutivo do touro. In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 41., 2004, Campo Grande: Anais... Campo Grande, MS, 2004. p.416-433.

FUERST-WALTL, B.; SCHWARZENBACHER, H.; PERNER, C; SÖLKNER, J. Effects of age and environmental factors on semen production and semen quality of Austrian Simmental bulls. **Animal Reproduction Science**, v.95, p.27- 37, 2006.

GABALDI, S.H.; WOLF, A.A. importância da termorregulação testicular na qualidade do sêmen em touros. **Revista Ciências Agrárias e da Saúde**, Andradina: v.2, n.2, p.66-70, 2002.

GINTHER, O.J.; UTT, M.D. Doppler ultrasound in equine reproduction: Principles, techniques, and potential. **Journal of Equine Veterinary Science**, Maryland Heights, v.24, n.12, p.516-526, 2004.

GRIFFIN, P.G.; GINTHER, O.J. Research applications of ultrasonic imaging in reproductive biology. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.70, p.953-972, 1992.

HAFEZ, E.S.E. **Reprodução animal**. 6<sup>a</sup>.ed. São Paulo: Manole. 1995. 582p.

HAHN, J.; STOUFFER, J.R.; FOOTE, R.H. Ultrasonographic and other testicular characteristics of Holstein bulls revisited. **Journal of Reproduction and Development**, Sendai, v.45, n.6, p.405-410, 1999.

HARPER, D.L., 2000. The value of infrared thermography in a diagnosis and prognosis of injuries in animals. **Processing Inframation**, 2000, Orlando, USA, 115-122p.

HERZOG, K.; BOLLWEIN, H. Aplicação de Doppler ultrasonografia em reprodução. **Reproduction in Domestic Animals**, v.42, p.51-58, 2007.

KASTELIC J.P. Termorregulación del testículo del toro. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL DE REPRODUCCIÓN ANIMAL, 4., Córdoba. **Anais...** Córdoba: IRAC, 2001. p.1-7.

KASTELIC, J.P. Thermoregulation of the testes. In: HOPPER, R. M. (Ed.). **Bovine Reproduction**, Hoboken: Wiley-Blackwell, p.26-29, 2014a.

KASTELIC, J.P. Understanding and evaluating bovine testes. **Theriogenology**, v.81, p.18-23, 2014b.

KASTELIC, J.P.; COOK, R.B.; COULTER, G.H. Scrotal/testicular thermoregulation and the effects of increased testicular temperature in the bull. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v.13, p.271-282, 1997b.

KASTELIC, J.P.; COOK, R.B.; COULTER, G.H.; SAACKE, R.G. Ejaculation increase scrotal surface temperature in bulls with intact epididymides. **Theriogenology**, v.46, p.889-992, 1996b.

KASTELIC, J.P.; COOK, R.B.; COULTER, G.H. et al. Environmental factors affecting measurement of bovine scrotal surface temperature with infrared thermography. **Animal Reproduction Science**, v.41, p.153-159, 1996a.

KASTELIC, J.P.; BRITO, L.F.C. Ultrasonography for Monitoring Reproductive Function in the Bull. **Reproduction in domestic animals**, v.47, p.45-51, 2012.

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, p.255-261, 1997a.

KASTELIC, J.P.; COULTER, G.H.; COOK, R.B. Scrotal surface, subcutaneous, intratesticular, and intraepididymal temperatures in bulls. **Theriogenology**, Philadelphia, v.44, p.147-152, 1995.

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

KOZUMPLIK, J.; MALIK, K.; OCHOTSKY, J. Využití termografické metody k diagnostice zánětlivých procesů lokalizovaných na pohlavních orgánech plemeníků **Veterinary Medicine - Czech**, v.39, p.305-307, 1989.

LUNSTRA, D.D.; COULTER, G.H. Relationship between scrotal infrared temperature patterns and natural - mating fertility in beef bulls. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.75, p.767-774, 1997.

- MENEGASSI, S.R.O.; BARCELLOS, J.O.J.; PERIPOLLI, V. et al. Measurement of scrotal circumference in beef bulls in Rio Grande do Sul. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia.**, v.63, n.1, p.87-93, 2011.
- MEOLA, C.; CARLOMAGNO, G.M. Recent advances in the use of infrared thermography. **Measurement Science and Technology**, v.15, p.R27-R58, 2004.
- MERKAL, R.S.; LARSEN, A.B.; NELSON, H.A.; PIER, A.C. Thermography of Tuberculin Reactions in Cattle. **Infection and Immunity**, v.7, n.5, p.805-808, 1973.
- MORAIS, L.C.O. **Importância do desempenho reprodutivo de bovinos**. 26f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.
- MOREIRA, G.M. **Primeiro estudo do uso de termografia escrotal em touros Girolando e sua relação com a classificação andrológica por pontos**. 59f. Dissertação (Mestrado em Produção e Saúde) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2016.
- NIKKHAH, A.; PLAIZIER, J.C.; EINARSON, M.S.; et al. Short Communication: Infrared thermography and visual examination of hooves of dairy cows in two stages of lactation. **Journal of Dairy Science**, New York, v.88, p.2749-2753, 2005.
- PARKINSON, T.J. Evaluation of fertility and infertility in natural service bulls. **The Veterinary Journal**, v.168, p.215-229, 2004.
- PECHMAN, R.D.; EILTS, B.E. B-Mode ultrasonography of the bull testicle. **Theriogenology**, Philadelphia, v.27, p.431-441, 1987.
- PIERSON, R.A.; ADAMS, G.P. Computer-assisted image analysis, diagnostic ultrasonography and ovulation induction: strange bedfellows. **Theriogenology**. v.43, p.105-112, 1995.
- PIMENTEL, C.A. Avaliação da fertilidade masculina em bovinos, **Anais...** 1º Simpósio de Reprodução em Bovinos, Embrapa, Pelotas, 2008. Disponível em [http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/livro/1\\_simposio\\_reproducao\\_bovinos.pdf#page=7](http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/livro/1_simposio_reproducao_bovinos.pdf#page=7), acesso em 19/01/2017.

- POZOR, M.A.; McDONNELL, S.M. Doppler ultrasound measures of testicular blood flow in stallions. **Theriogenology**, v.58, p.437-440, 2002.
- POZOR, M.A. Evaluation of Testicular Vasculature in Stallions. **Clinical Techniques in Equine Practice**, v.6, p.271-277, 2007.
- PUROHIT, R.C.; HUDSON, R.S.; RIDDELL, M.G. et al. Thermography of the bovine scrotum. **American Journal of Veterinary Research**, Schaumburg, v.46, n.11, p.2388-2392, 1985.
- RANTANEN, N.W.; EWING, R.L. Principles of ultrasound application in animals. **Veterinary Radiology**, Hoboken, v.22, p.196-203, 1981.
- REECE, W.O. Dukes – **Fisiologia dos Animais Domésticos**. 12<sup>a</sup>ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 926p. 2006.
- RIBADU, A.Y.; NAKAO, T. Bovine reproductive ultrasonography: A review. **Journal of Reproduction and Development**, Sendai, v.45, n.1, p.13-28, 1999.
- RING, E.F.J.; AMMER, K. Infrared thermal imaging in medicine. **Physiological Measurement**, Bristol, v.33, n.3, p.R33-R46, 2012.
- RUSSELL, L.D.; ETTLIN, R.A.; SINHAFFIKIM, A.P. et al. Histological and histopathological evaluation of the testis. **Clearwater: Cache River**, 1990. 286p.
- SAITO, O.C.; CERRI, G.G. **Ultrassonografia: pequenas partes**, São Paulo: Sarvier, 1999. 236 p.
- SEALFON, A. I.; ZORNIOTTI, A.W. A theoretical model for testis thermoregulation. In: ZORNIOTTI, A. W. (Ed.). **Temperature and environmental effects on the testis**. New York: Academic, 1991. p. 123-135.
- SETCHELL, B.P. The scrotum and thermoregulation. In: SETCHELL, B. P. (Ed.). **The mammalian testis**. Ithaca: Cornell University, 1978. p. 90-108.
- SETCHELL, B.P. The Parkes Lecture - Heat and the testis. **Journal of Reproduction and Fertility**, Cambridge, v.114, p.179-194, 1998.
- SETCHELL, B.P.; BREED, W.G. Anatomy, vasculature and innervations of the male reproduction tract. In: Neill JD (Ed.). **Knobil's and Neill's Physiology of Reproduction**. New York: Elsevier, p.771-825. 2006.

SETCHELL, B.P.; VOLGMAYR, J.K.; HINKS, N.T. The effect of local heating on the flow and composition of rete testis fluid in the conscious ram. **Journal of Reproduction and Fertility**, v.24, p.81-89, 1971.

SIDDIQUI, M.A.; BHATTACHARJEE, J.; DAS, Z.C. et al. Crossbred bull selection for bigger scrotum and shorter age at puberty with potentials for better quality semen. **Reproduction in Domestic Animals**, Berlin, v. 43, p. 74-79, 2008.

SILVA, A.E.D.F.; DODE, M.A.N.; UNANIAN, M.M. Capacidade reprodutiva do touro de corte: funções, anormalidades e outros fatores que a influenciam. Campo Grande: **Embrapa Gado de Corte**, 1993, 128p.

SILVA, A.L.M. **Optimização do manejo reprodutivo de uma exploração de bovinos em regime extensivo**. 2011. 74f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, 2011.

SILVA, L.A. Ultrassonografia Doppler na reprodução equina: presente e futuro. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária Equina**. São Paulo: v.29, p.66-77, 2010. Suplemento 1.

SIRCHIA, F.P. **Relação entre circunferência escrotal, libido, hormônios e características do sêmen em touros Brangus e Pardo Suíço**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE: Presidente Prudente/SP, 2008, 53f. 2008.

SISSON, C.R. Aparelho urogenital do ruminante. In: GETTY, R. **Anatomia dos animais domésticos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1996. v. 1, p. 879-895.

SPEAKMEN, J.R., WARD, S., 1998. Infrared thermography: Principle and applications. **Zoology**, 101: 224-232.

SPRUYT, P.; GHAFIR, Y.; ART, T.; LEKEUX, P., 1995. La thermographie infrarouge dans l'étude de la thermoregulation. Revue de la littérature. **Annales de Médecine Veterinaire**, v.139: p.413-418.

STENGEL, J.W.; REMER, E.M. Sonography of the Scrotum: Case-Based Review, **American Journal of Roentgenology**, v.190, n.60, p.S35-S41, 2008.



### **3. HIPÓTESE**

A temperatura da superfície da pele escrotal altera a hemodinâmica testicular.

Existe diferença na hemodinâmica testicular de acordo com a espessura da pele escrotal.

### **4. OBJETIVOS**

#### **4.1 OBJETIVO GERAL**

Caracterizar os parâmetros circulatórios de velocidade média (VM), índice de pulsatilidade (PI) e resistência (RI) por meio do mapeamento ultrassonográfico Doppler colorido, da artéria supra testicular em touros jovens da raça Aberdeen Angus.

#### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Verificar um parâmetro de hemodinâmica testicular para touros jovens da raça Aberdeen Angus.

Verificar se o sistema de ultrassonografia Doppler pode fornecer informações para o entendimento da termorregulação testicular.

## 5. ARTIGO CIENTÍFICO

CIVIDINI, Felipe Gabriel. **CARACTERIZAÇÃO DOS PARÂMETROS CIRCULATÓRIOS DA ARTÉRIA SUPRA TESTICULAR EM TOUROS JOVENS DA RAÇA ABERDEEN ANGUS**. 2017. 43 páginas. Dissertação (Mestrado em Saúde e Produção de Ruminantes) – Universidade Norte do Paraná, Arapongas, 2017.

### RESUMO

O objetivo do presente estudo foi caracterizar os parâmetros circulatórios de velocidade média (VM), índice de pulsatilidade (PI) e resistência (RI) através do mapeamento ultrassonográfico Doppler colorido, da artéria supra testicular em touros jovens da raça Aberdeen Angus. Trinta e três touros jovens da raça Aberdeen Angus, com bom estado corporal e idade média de 24,0 meses foram submetidos ao exame de ultrassonografia no modo B para espessura de pele escrotal e modo Doppler colorido para hemodinâmica testicular. Além disso, foi mensurada a temperatura superficial do escroto (TM) por meio da termografia infravermelha, a temperatura retal e os batimentos cardíacos (HT). A velocidade média do fluxo sanguíneo apresentou média de  $13,8 \pm 4,77$  cm/s. O valor médio para o PI foi de  $0,27 \pm 0,15$ . O RI apresentou média de  $0,37 \pm 0,12$ . A média verificada para temperatura retal e temperatura escrotal foi de  $40,13 \pm 0,54$  e  $35,14 \pm 0,71$  °C, respectivamente. A média para HT e a espessura de pele escrotal foi de  $91,03 \pm 11,33$  batimentos por minuto (BPM) e  $5,8 \pm 1,07$  cm, respectivamente. Foi observada correlação significativa e positiva entre as variáveis PI x RI; VM x TM e HT x TM. Para as demais variáveis não houve correlação. Os valores apresentados podem contribuir no futuro para detecção de eventuais anormalidades, onde o sistema Doppler pode fornecer informações para o entendimento da termorregulação testicular.

**Palavras-chave:** Doppler; Fluxo sanguíneo; Termografia.

CIVIDINI, Felipe Gabriel. **CHARACTERIZATION OF THE CIRCULATORY PARAMETERS OF THE TESTICULAR SUPRA ARTERY IN YOUNG BULLS OF THE ABERDEEN ANGUS RACE.** 2017. 43 pages. Dissertation (Master in Health and Ruminant Production) - Northern University of Paraná, Arapongas, 2017.

### **ABSTRACT**

The objective of the present study was to characterize the circulatory parameters of average velocity (AV), pulsatility index (PI) and resistance (RI) by color Doppler ultrasonographic mapping of the supra-testicular artery in young Angus bulls. Thirty-three young bulls of the Aberdeen Angus breed, with good body condition and mean age of 24.0 months, were submitted to B-mode ultrasonography for scrotal skin thickness and color Doppler mode for testicular hemodynamics. In addition, the superficial temperature of the scrotum (TM) was measured by infrared thermography, rectal temperature and heart rate (HT). The mean blood flow velocity presented a mean of  $13.8 \pm 4.77$  cm/s. The mean value for PI was  $0.27 \pm 0.15$ . The RI index presented a mean of  $0.37 \pm 0.12$ . The mean value for rectal temperature and scrotal temperature was  $40.13 \pm 0.54$  and  $35.14 \pm 0.71$  °C, respectively. The mean for HT and scrotal skin thickness was  $91.03 \pm 11.33$  beats per minute (BPM) and  $5.8 \pm 1.07$  cm, respectively. Significant and positive correlation was observed between the variables PI x RI; VM x TM and HT x TM. For the other variables there was no correlation. The values presented may contribute in the future to detect any abnormalities, where the Doppler system can provide information for well understanding of testicular thermoregulation.

**Keywords:** Blood flow; Doppler; Thermography.

## 5.1 INTRODUÇÃO

A seleção de reprodutores por meio do exame andrológico tem por finalidade a obtenção de informações que permitem estimar o potencial reprodutivo dos touros (SILVA, 2011).

Um ponto importante que pode ser discutido é quando se avalia o componente touro isoladamente, já que o macho pode se acasalar com número maior de fêmeas, tanto na monta natural, como na inseminação artificial (BARBOSA, 2005).

A avaliação dos reprodutores deve ser realizada com três possíveis objetivos, sendo estes, a identificação de touros na condição de subfertilidade, com problemas identificáveis; a determinação da atual fertilidade de um reprodutor, de fertilidade conhecida por histórico e avaliações prévias e a identificação de touros que terão fertilidade potencial superior (PIMENTEL, 2008).

Diante da importância do macho como reprodutor e difusor de material genético, este deve ser criteriosamente selecionado, principalmente quanto aos seus aspectos reprodutivos e produtivos, assim como os raciais (PACHECO, 2005).

O uso de touros selecionados por exame andrológico tem como propósito a segurança da qualidade seminal e a melhora na eficiência reprodutiva do rebanho tendo em vista um ganho financeiro maior por animal nascido (SILVEIRA et al., 2010).

Contudo, a inclusão de novas tecnologias permite uma compreensão do processo fisiológico, onde métodos não invasivos podem auxiliar na aquisição de dados confiáveis, sem intervir nos organismos, livrando ações de estresse (LEÃO et al., 2015).

Nesse contexto, a ultrassonografia Doppler é uma técnica segura, não invasiva e nova na Medicina Veterinária. O utensílio Doppler unido à ultrassonografia convencional permite informes em tempo real sobre a estrutura vascular e os pontos hemodinâmicos dos vasos em diversos órgãos, por meio do sistema de onda pulsada, sendo aplicada para a análise da irrigação sanguínea, do leito vascular e da velocidade da corrente sanguínea (CARVALHO et al., 2008).

Segundo Stengel & Remer (2008), o primeiro exame para avaliação escrotal e reprodutiva no touro é a ultrassonografia principalmente em casos de

patologia (KASTELIC, 2014; SOUZA & SILVA, 2015), na avaliação complementar reprodutiva de touros (KASTELIC & BRITO 2012) e na avaliação da hemodinâmica de diferentes órgãos e tecidos (HERZOG & BOLLWEIN, 2007).

O objetivo do presente estudo foi caracterizar os parâmetros circulatórios de velocidade média (VM), índice de pulsatilidade (PI) e resistência (RI) através do mapeamento ultrassonográfico Doppler colorido, da artéria supra testicular em touros jovens da raça Aberdeen Angus.

## 5.2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em uma propriedade rural no município de Arapongas, região no norte do estado do Paraná. Todos os procedimentos utilizados foram aprovados pela comissão de ética no uso de animais (CEUA) da Universidade Norte do Paraná (n°008/16).

Trinta e três touros jovens da raça Aberdeen Angus, com bom estado corporal e idade média de 24,0 meses foram submetidos ao exame de ultrassonografia no modo B (brilho) para pele escrotal e modo Doppler colorido dos testículos.

Além disso, foi mensurada a temperatura superficial do escroto por meio da termografia infravermelha, a temperatura retal, por meio de um termômetro clínico digital, introduzido no reto do animal e os batimentos cardíacos por minuto (BPM) com o auxílio de um estetoscópio.

Os touros foram criados em condição extensiva, com pastagem predominante de *Brachiaria brizantha* CIAT 6294 (cv *Marandu*). A água e o sal mineral foram fornecidos *ad libitum* durante todo o período.

Para a realização do exame os touros foram mantidos em posição quadrupedal em tronco próprio de contenção para bovinos, sem sedação ou tranquilização.

As imagens ultrassonográficas foram avaliadas com um ultrassom da marca SonoScape®, modelo A6V e transdutor linear L471V (5 - 10 MHz).

Para a captura de imagens testiculares foi posicionado o transdutor distalmente ao cordão espermático e junto ao parênquima testicular, definindo assim, uma posição anatômica, fixa para todos os animais, permitindo uma posição

perpendicular em relação à artéria supra testicular com o objetivo de obter ecos mais claros.

Assim que a artéria supra testicular era identificada, foi efetuada a captura de no mínimo dois ciclos cardíacos, quando então foi avaliada de forma completa para a obtenção dos parâmetros escolhidos. A avaliação ocorreu na maior porção do vaso arterial visualizado junto ao plexo pampiniforme. O ângulo de insonação do Doppler e o eixo longitudinal do vaso não passaram de 60° graus (GERHARD-HERMAN et al., 2006).

As informações registradas foram à velocidade média (VM) (cm/s), o índice de pulsatilidade (PI) e o índice de resistência (RI).

O índice de pulsatilidade (PI) foi determinado pela velocidade máxima do fluxo sanguíneo menos a velocidade mínima, este resultado foi dividido pela velocidade média. O índice de resistência (RI) foi obtido através da diminuição da velocidade no pico sistólico, menos a velocidade final da diástole, valor este, que foi dividido pela velocidade final do pico de sístole (MIDDLETON et al., 1989).

Os PI e RI são compostos pelas correlações entre velocidade diastólica, sistólica e média,  $RI = [(VSM - VDF) / VSM]$ ,  $PI = (VSM - VDF) / \text{velocidade média}$  e são independentes do ângulo de incidência e apresenta-se associados à hemodinâmica do tecido irrigado pela artéria correspondente (GINTHER & MATTHEW, 2004).

Para a captura de imagens da pele escrotal foi posicionado o transdutor distalmente no escroto, onde se marcava manualmente os limites da pele, entre dois pontos delimitados, calculando a espessura em milímetros.

As medidas termográficas foram tomadas perpendicularmente ao escroto, a uma distância de 1,5 metros, sendo determinada a temperatura escrotal média.

A câmera utilizada foi da marca FLIR, modelo T440, com alta sensibilidade térmica de 0,1°C a 25°C e resolução térmica de 14.400 pixels (120 x 120). A precisão de temperatura reportada pelo fabricante é de  $\pm 1^\circ\text{C}$ .

A câmera foi calibrada antes do início do estudo, conforme os critérios do Instituto Nacional de Medidas e Padronizações dos Estados Unidos (NIST), com fontes de referência seguras, garantindo assim uniformidade nas imagens.

Por fim, todas as imagens infravermelhas foram transferidas, e processadas eletronicamente, utilizando-se o programa computacional de análise de imagens e de emissão de relatório específico QuickReporter® (Flir Systems Inc, EUA).

Os dados coletados foram apresentados através de estatística descritiva na forma de média e desvio padrão. Além disso, foi estabelecida a correlação linear de Pearson para as três variáveis mensuradas. O nível mínimo de significância utilizado foi de 5% e os cálculos foram realizados com auxílio do pacote estatístico R (R CORE TEAM, 2014).

### 5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapeamento colorido Doppler foi um método não invasivo, de fácil execução e que não apresentou alterações em nenhum dos animais avaliados, sendo facilmente evidenciada a artéria supra testicular, assim como foi relatado por outros autores, em outras espécies e no homem (SOUZA et al., 2014; STRINA et al., 2016).

A velocidade do fluxo sanguíneo apresentou média  $13,8 \pm 4,77$  cm/s.

Diferentes fatores que podem influenciar o fluxo sanguíneo. Entre as causas fisiológicas o principal pode ser considerado a termorregulação (COSTA et al., 2015). Além disso, diferentes patologias podem acometer o testículo e alterar o fluxo sanguíneo (SCHURICH et al., 2009).

O valor médio para o índice de pulsatilidade (PI) foi de  $0,27 \pm 0,15$  e o índice de resistência (RI) apresentou média de  $0,37 \pm 0,12$ .

Segundo Pozor & McDonnel (2004) os índices calculados são os melhores indicadores para o fluxo sanguíneo, sendo o valor de RI o de maior relevância. Os órgãos de maior necessidade de demanda contínua de sangue terão aporte de vasos com baixos PI e RI (CARVALHO et al. 2008), ou seja, o maior aporte sanguíneo é reflexo do maior metabolismo no tecido irrigado (STRINA et al., 2016).

No trabalho realizado por Portugal (2014), utilizando 12 touros de diferentes raças pelo período de um ano, realizando mensurações quinzenais observou-se valores médios de PI de 0,80 e RI de 0,54. Ao separar os touros em

dois grupos segundo a qualidade de espermograma (superior e inferior), observou-se que os reprodutores com qualidade superior apresentaram menores valores de PI e RI.

A determinação de RI da artéria supra testicular pode auxiliar na determinação do potencial reprodutivo, considerando que Piggera et al. (2008) em seus estudos verificaram correlação entre homens e a contagem anormal de espermatozoides.

A média verificada para temperatura retal e temperatura escrotal foi de  $40,13 \pm 0,54$  e  $35,14 \pm 0,71^\circ \text{C}$ , respectivamente.

A média para batimentos cardíacos e a espessura de pele escrotal foi de  $91,03 \pm 11,33$  BPM e  $5,8 \pm 1,07$  cm, respectivamente.

Foi observada correlação significativa e positiva entre as variáveis de PI e RI ( $r=0,934$ ). Os valores apresentados se referem à resistência que o fluxo sanguíneo recebe da perfusão do sangue no vaso sanguíneo.

Amso et al. (2001) e Ginther & Utt (2004) verificaram em seus estudos alta correlação entre PI e RI.

Os PI e RI são compostos pelas correlações entre velocidade diastólica, sistólica e média,  $RI=[(VSM-VDF)/VSM]$ ,  $PI=(VSM-VDF)/\text{velocidade média}$  e são independentes do ângulo de incidência e apresenta-se associados à hemodinâmica do tecido irrigado pela artéria correspondente (GINTHER & MATTHEW, 2004).

Estes índices possibilitam a comparação do fluxo da sístole e diástole e permite avaliações de trombose, estenose, nos vasos periféricos com fluxo de resistência elevado e favorecem dados sobre a resistência circulatória do tecido estudado (CARVALHO et al., 2008).

De modo fácil, pode-se afirmar que quanto menores forem estes índices, maior a perfusão vascular do tecido ou local avaliado (GINTHER & UTT, 2004), por isso, alta resistência propõe baixo metabolismo e baixa resistência propõe alto metabolismo (CARVALHO et al., 2008).

De outro modo, o aumento dos PI e RI, mostram aumento da resistência e diminuição da perfusão dos tecidos distais (GINTHER & MATTHEW, 2004). O RI é correlacionado com a perfusão tecidual em caso de condescendência vascular normal. Diversas mudanças teciduais (podem levar a uma diminuição ou aumento no RI (PORTUGAL, 2014).



A correlação entre VM e TM ( $r=0,471$ ) foi significativa e positiva, isso se deve provavelmente ao fato do aumento da velocidade média do fluxo sanguíneo, que sucintamente, aumentou a temperatura da bolsa escrotal que estavam sendo irrigadas com maior proporção.

Portugal (2014) verificou em seu estudo, que a temperatura da superfície escrotal e o fluxo sanguíneo testicular tiveram interação.

Além disso, é de conhecimento que a vascularização e a temperatura da superfície escrotal são importantes fatores envolvidos na produção espermática em mamíferos domésticos. A temperatura tecidual ideal, mantida e controlada pelos mecanismos da termorregulação, a vascularização, é responsável pela perfusão e aporte nutricional dos tecidos, que são importantes para a correta função dos testículos e formação de seu produto final as células espermáticas (PORTUGAL, 2014).

Da mesma forma, os resultados de correlação entre HT e TM ( $r=0,357$ ) também foram consideráveis, por aumentar os batimentos cardíacos, como fator compensatório para ter o maior fluxo sanguíneo, aumentando também a temperatura escrotal.

Para as demais variáveis não houve correlação ( $P>0,05$ ).

Apesar dos resultados obtidos, não foi possível realizar comparações com outros autores, haja vista, a escassez de trabalhos sobre a hemodinâmica testicular em bovinos.

Portanto, os processos reprodutivos ainda carecem de estudos e as informações existentes, vêm sendo aplicadas como conhecimento básico.

#### **5.4 CONCLUSÃO**

Foi observada correlação significativa e positiva entre as variáveis PI x RI; VM x TM e HT x TM.

Os valores apresentados podem contribuir no futuro para detecção de eventuais anormalidades, onde o sistema Doppler pode fornecer informações para o entendimento da termorregulação testicular.

## 5.5 REFERÊNCIAS

- AMSO, N.N.; WATERMEYER, S.R.; PUGH, N. et al. Quantification of power Doppler energy and its future potential. **Fertility and Sterility**, Philadelphia, v.76, n.3, p.583-587, 2001.
- BARBOSA, R.T.; MACHADO, R.; BERGAMASCHI, M.A.C.M. A importância do exame andrológico em bovinos, **Circular Técnica** 41, EMBRAPA, dezembro de 2005. Disponível em <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/47256/1/Circular41.pdf>. Acesso em 16/01/2017.
- CARVALHO, C.F.; CHAMMAS, M.C.; CERRI, G.G. Princípios físicos do Doppler em ultra-sonografia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.3, p.872-879, 2008.
- COSTA, C.F.; COSTA FILHO, L.C.C.; DE SOUZA, C.C. et al. Seleção de touros para reprodução a campo: novas perspectivas. **Revista Brasileira Reprodução Animal**. Belo Horizonte: v.39, n.1, p.22-31, 2015.
- GERHARD-HERMAN, M.; GARDIN, J.M.; JAFF, M. et al. Guidelines for noninvasive vascular laboratory testing: a report from the American **Society of Echocardiography and the Society for Vascular Medicine and Biology**, v.11, n.3, p.183-200, 2006.
- GINTHER, O.J.; MATTHEW, D. UTT, M.S. Doppler Ultrasound in Equine Reproduction: Principles, Techniques, and Potential. **Journal of Equine Veterinary Science**, Maryland Heights, v.24, n.12, p.516-526, 2004.
- HERZOG, K.; BOLLWEIN, H. Application of Doppler ultrasonography in cattle reproduction. **Reproduction in Domestic Animals**, v.42, p51-58, 2007.
- KASTELIC, J.P. Understanding and evaluating bovine testes. **Theriogenology**, v.81, p.18-23, 2014.
- KASTELIC, J.P.; BRITO, L.F.C. Ultrasonography for Monitoring Reproductive Function in the Bull. **Reproduction in Domestic Animals**, v.47, p.45-51, 2012.
- LEÃO, J.M.; LIMA, J.A.M.; PÔSSAS, F.P.; PEREIRA, L.G.R. Uso da termografia infravermelha na pecuária de precisão. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, n. 79, p. 97-109, 2015.

MIDDLETON, W.D., THORNE, D.A., MELSON, G.L. Color Doppler ultrasound of the normal testis, **American Journal of Roentgenology**, v.152, p.2, p.293-297, 1989.

PACHECO, A. **Efeito da idade e de fazenda sobre as características seminais, medidas testiculares e morfométricas e suas repetibilidades em touros da raça guzerá**. 2005 90f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2005.

PIGGERA, G.M.; MITTERBERG, M.; BASTSCH, G. et al. Assessment of the intratesticular resistive index by colour Doppler ultrasonography measurements as a predictor of spermatogenesis. **BJU International**, v.101, p.722-726, 2008.

PIMENTEL, C.A. Avaliação da fertilidade masculina em bovinos, **Anais... 1º Simpósio de Reprodução em Bovinos**, Embrapa, Pelotas, 2008. Disponível em [http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/livro/1\\_simposio\\_reproducao\\_bovinos.pdf#page=7](http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/livro/1_simposio_reproducao_bovinos.pdf#page=7), acesso em 19/01/2017.

PORTUGAL, E.S. **Termografia e ultrassonografia Doppler do plexo pampiniforme e termografia do escroto de touros: correlação com a qualidade do sêmen**. 2014. 80f. Tese (Doutorado em Clínica Médica) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2014.

R CORE TEAM. **R. A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2014.

SCHURICH, M.; AIGER, F.; FRAUSCHER, F. PALLWEIN, L. The role of ultrasound in assessment of male fertility. **European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology**, v.144, n.1, p.S192-S198, 2009.

SILVA, A.L.M. **Optimização do manejo reprodutivo de uma exploração de bovinos em regime extensivo**. 2011. 74f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, 2011.

SILVEIRA, T.S.; SIQUEIRA, J.B.; GUIMARÃES, S.E.F. et al. Maturação sexual e parâmetros reprodutivos em touros da raça Nelore criados em sistema extensivo. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.39, n.3, p.503-511, 2010.

SOUZA, M.B.; SILVA, L.D.M. Ultrassonografia bidimensional, Doppler e contrastada para avaliação testicular: do homem ao animal. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.38, n.2, p.S86-S91, 2015.

STENGEL, J.W.; REMER, E.M. Sonography of the Scrotum: Case-Based Review, **American Journal of Roentgenology**, v.190, n.60, p.S35-S41, 2008.

## 6. ANEXOS

### 6.1 Anexo

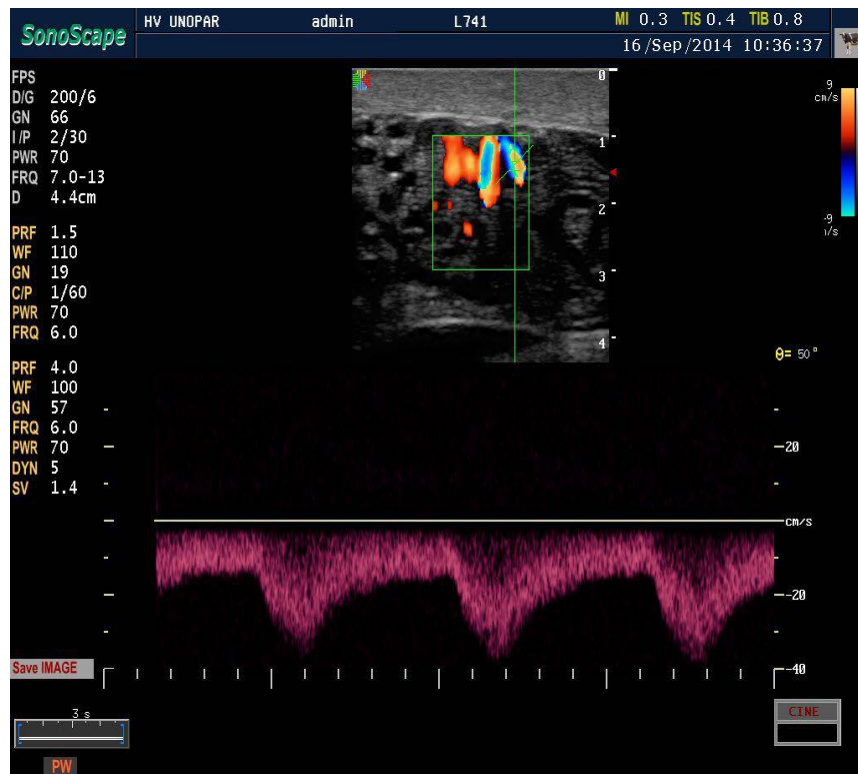


Figura 1 - Imagem ultrassonográfica em modo Doppler colorido da artéria supra testicular em touro jovem da raça Aberdeen Angus.

Fonte: Arquivo pessoal.

## 6.2 Anexo

## Certificado do Comitê de Ética para Uso de Animais




**Universidade Norte do Paraná**  
 CREDENCIADA PELO DECRETO FEDERAL DE 03/07/97 - D. O. U. Nº 126, DE 04/07/97.  
**COMITÊ DE ÉTICA PARA O USO DE ANIMAIS - CEA**


**CERTIFICADO**

Certificamos que a proposta intitulada "Utilização da ultrassonografia doppler e termografia infravermelha testicular, como métodos complementares ao exame andrológico, para seleção de touros jovens da raça Aberdeen Angus", registrada com o nº 008/16, sob a responsabilidade de Flavio Guiselli Lopes - que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata, para fins de pesquisa científica - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovada pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) da Universidade Norte do Paraná (UNOPAR) em reunião de 30/06/2016.

Finalidade	( ) Ensino (X) Pesquisa Científica
Vigência da autorização	23/06/2016 a 31/12/2017
Espécie/Linhagem/Raça	Bovina/Aberdeen Angus
Nº de animais	60
Peso/Idade	550 kg/ 18 a 24 meses
Sexo	Macho
Origem	Município de Arapongas - Paraná

Arapongas, 30 de junho de 2016.

  
 Profª Drª. Fabíola Cristine de Almeida do Rego Grecco  
 Vice Presidente do CEA

  
 Profª. Drª. Neide Mariko Tanaka  
 Presidente do CEA