

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**TERMOGRAFIA E ULTRASSONOGRAFIA DOPPLER DO
PLEXO PAMPINIFORME E TERMOGRAFIA DO ESCROTO
DE TOUROS: CORRELAÇÃO COM A QUALIDADE DO
SÊMEN**

Elói dos Santos Portugal

Médico Veterinário

2014

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**TERMOGRAFIA E ULTRASSONOGRAFIA DOPPLER DO
PLEXO PAMPINIFORME E TERMOGRAFIA DO ESCROTO
DE TOUROS: CORRELAÇÃO COM A QUALIDADE DO
SÊMEN**

Elói dos Santos Portugal

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Marques

Tese a apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Medicina Veterinária (Clínica Médica Veterinária).

2014

P853t Portugal, Elói dos Santos
Termografia e ultrassonografia Doppler do plexo pampiniforme e termografia do escroto de touros: correlação com a qualidade do sêmen / Elói dos Santos Portugal. -- Jaboticabal, 2014
xix, 75 p.: il.; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014

Orientador: Luiz Carlos Marques

Banca examinadora: Cezinande Meira, Gilson Hélio Toniollo, Lindsay Unno Gimenez, Lúcia Helena Rodrigues

Bibliografia

1. Doppler. 2. Índices. 3. Touros. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 619:616-073:636.29

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Campus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: TERMOGRAFIA E ULTRASSONOGRAFIA DOPPLER DO PLEXO PAMPINIFORME E TERMOGRAFIA DO ESCROTO DE TOUROS: CORRELAÇÃO COM A QUALIDADE DO SÊMEN

AUTOR: ELÓI DOS SANTOS PORTUGAL

ORIENTADOR: Prof. Dr. LUIZ CARLOS MARQUES

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM MEDICINA VETERINÁRIA, Área: CLÍNICA MÉDICA VETERINÁRIA, pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. LUIZ CARLOS MARQUES

Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Profa. Dra. LINDSAY UNNO GIMENES

Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Prof. Dr. CEZINANDE DE MEIRA

Departamento de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária / Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu


Prof. Dr. GILSON HELIO TONIOLLO

Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Profa. Dra. LÚCIA HELENA RODRIGUES

Médica Veterinária / Sertãozinho/SP

Data da realização: 07 de fevereiro de 2014.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Elói dos Santos Portugal - nascido em São Simão, São Paulo, em 21 de abril de 1967. Graduado em Medicina Veterinária pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal - SP, março de 1990 a dezembro de 1994. Realizou o Programa de Aprimoramento Profissional (Residência Médico Veterinária) na Clínica Cirúrgica de Grandes Animais de fevereiro de 1995 a fevereiro de 1997, no Hospital Veterinário Governador Laudo Natel da FCAV, UNESP, Campus Jaboticabal. De 1999 a 2001 cursou o Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Cirurgia Veterinária. Desde agosto de 2006 leciona a disciplina de Diagnóstico por Imagem em universidades privadas do estado de São Paulo. Em março de 2010, iniciou o Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, na área de Clínica Médica, sendo contemplado com o auxílio à pesquisa pela FAPESP.

“A verdade não é o que se demonstra, mas o que se simplifica. De que serve discutir as ideologias? Se todas se demonstram, também todas se opõem, e semelhantes discussões fazem duvidar da salvação do homem. Ainda que o homem, por todo o lado, à nossa volta, revele as mesmas necessidades.”

Antoine de Saint-Exupéry - Terra dos Homens.

Dedico esta tese a minha família: pai, mãe e irmãos.
Exemplos de honestidade, educação e integridade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por tudo que me concedeu nesta caminhada de quatro anos - detalhes são desnecessários. Humildemente reconheço minhas falhas e recebo a dádiva do próximo passo – onipresença.

A minha família pelo crédito e apoio incondicional – privilégio.

Ao meu orientador, Professor Luiz Carlos Marques pela orientação, por aceitar o desafio do projeto inicial, pelo crédito a minha ideia, confiança em meu trabalho, paciência e apoio constante em todos os momentos. Nós de fato sabemos tudo o que passamos, o quanto aprendemos um com o outro, como tudo se concretiza e ao mesmo tempo se renova.

Ao Professor Luciano Andrade Silva da FZEA – USP, Campus de Pirassununga - SP, pela “coorientação”. Pelo incentivo, dedicação, ajuda e apoio. Por confiar na realização deste trabalho, pelo conhecimento repassado de modo claro e objetivo. Pela oportunidade de aprendizado, convivência e amizade.

A Dra. Lúcia Helena Rodrigues, por acreditar, incentivar e propiciar a realização deste trabalho junto à iniciativa privada. Pelo seu “brilho nos olhos” que nos motiva quando falamos em ciência.

Ao pessoal do “Centro de Colheita e Processamento de Sêmen Lagoa da Serra Ltda” – CEO Vladimir Walk, Gerente de Produção e Logística Gerson Sanches, Gerente Ricardo Abreu, aos Médicos Veterinários Marcelo Almeida e Athos Pastore, aos funcionários Carlos Silva, Luana Cansian, Otávio Detling, José Augusto Martins (o “Seu Zé”, companheiro inseparável de longas horas) e toda equipe da CRV - pelo crédito, oportunidade, suporte e fundamental ajuda.

Ao Professor Flávio Meirelles da FZEA – USP, Campus de Pirassununga - SP, amigo e incentivador para que eu realizasse o doutorado.

A FAPESP pelo auxílio financeiro para o desenvolvimento do projeto e desta tese – exemplo de eficiência, agilidade e suporte.

Aos Professores - Gener Tadeu Pereira e João Ademir, pela amizade, paciência e suporte. Muito obrigado.

Ao Médico Veterinário Guilherme Motta, pela amizade, suporte, dedicação e responsabilidade e competência durante toda a realização deste trabalho.

Ao colega Marcelo Zorzenon, ex-aluno e amigo, a colega Annita Morais Girardi, amiga e colaboradora – ambos foram os parceiros de longas horas e meses de experimento. Vocês vivenciaram junto a mim, *in loco*, este trabalho. Obrigado pela ajuda incondicional, paciência, dedicação, responsabilidade e apoio.

Ao Médico Veterinário Fábio Pinaffi por sua importante ajuda, disponibilidade e dedicação ao final desta caminhada.

Aos Professores que participaram da minha banca de qualificação e defesa, pelas sugestões e ajuda na formatação final desta tese.

Aos funcionários da sessão de pós-graduação e biblioteca do Campus de Jaboticabal. Especialmente a Claudemir Soares - pela importante ajuda com os “papers” e Luciane Ribeiro pela correção das referências – muito obrigado.

Citar nomes torna-se complexo, entretanto agradeço a todos os meus amigos e colegas que me conhecem ou não, de “longa data”. Cada um de vocês bem sabe que me foi dado “um pouco de tudo”, de “pequenas partes” vindas de todos nos momentos em que eu mais precisei. A vocês que - independente das circunstâncias – permaneceram e permanecem de modo verdadeiro ao meu lado, me incentivando e sempre acreditando em todo trabalho realizado em minha vida e também nestes quatro anos, tenham a certeza de que as palavras e gestos de amizade jamais serão esquecidos - muito obrigado - *omnia vincit veritas*.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	xii
ABSTRACT	xiii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xiv
LISTA DE FIGURAS	xv
LISTA DE TABELAS	xvii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Métodos de diagnóstico por imagem utilizados na avaliação do escroto e testículos.....	3
2.1.1. Ultrassonografia.....	3
2.1.2. Termografia Infravermelha	7
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1. Local, grupos e período.....	10
3.2. Avaliação da TA, TIV e TR.....	11
3.2.1. Análise das imagens termográficas.....	16
3.3. Avaliação US Doppler	20
3.4. Espermogramas.....	23
3.5. Análise estatística	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1. Resultados da Correlação de Pearson para os Grupos A e B	25
5. CONCLUSÕES.....	46
6. REFERÊNCIAS	47
7. APÊNDICES	56
7.1. APÊNDICE A - Médias TIV, US Doppler, TA. Espermogramas e TR: Grupo A	56
7.2. APÊNDICE B - Médias TIV, US Doppler, TA. Espermogramas e TR: Grupo B	59



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal




CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo nº 023362/10 do trabalho de pesquisa intitulado "**Avaliação testicular em touros pela termografia infravermelha e ultrasonografia Doppler: correlação com a qualidade do sêmen**", sob a responsabilidade do Prof. Dr. Luiz Carlos Marques está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal, adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação (COBEA) e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), em reunião ordinária de 25 de Novembro de 2010.

Jaboticabal, 29 de Novembro de 2010.


Prof. Dr. Jeffrey Frederico Lui
Presidente - CEUA


Med. Vet. Maria Alice de Campos
Secretária - CEUA

TERMOGRAFIA E ULTRASSONOGRRAFIA DOPPLER DO PLEXO PAMPINIFORME E TERMOGRAFIA DO ESCROTO DE TOUROS: CORRELAÇÃO COM A QUALIDADE DO SÊMEN.

RESUMO - O Brasil possui o maior rebanho bovino comercial do mundo e chegou a 212,8 milhões de cabeças em 2011. Foram comercializadas 12,3 milhões de doses de sêmen bovino em 2012. O efetivo de fêmeas bovinas em idade reprodutiva é 61,4 milhões e a utilização de duas doses de sêmen por vaca estima-se que 10% do rebanho nacional está sendo inseminado. A fertilidade é uma importante característica nos sistemas produtivos e o macho de grande importância. Utilizando a termografia infravermelha (TIV) e ultrassonografia Doppler a termorregulação e o fluxo sanguíneo foram avaliados em touros. Dois grupos de seis touros foram avaliados por um ano e os dados obtidos da termografia – temperatura global do plexo (TGP), temperatura global do escroto (TGE), temperatura do plexo esquerdo (TPE), temperatura do plexo direito (TPD), temperatura do escroto esquerdo (TEE), temperatura do escroto direito (TED) e da ultrassonografia Doppler – velocidade sistólica máxima (VSM), velocidade diastólica final (VDF), índice de pulsatilidade (IP), índice de resistência (IR) e a temperatura ambiental (TA) foram correlacionados com os espermogramas. Foram observadas correlações positivas e negativas entre as variáveis da TIV e US Doppler com as variáveis dos espermogramas e conclui-se que a TIV permite a observação de alterações precoces da temperatura do plexo e escroto; a US Doppler demonstrou correlações entre a VDF, IR e IP com qualidade do sêmen; de acordo com este estudo touros com qualidade de sêmen superior apresentaram menor impedância vascular das artérias testiculares.

Palavras-Chave: Ultrassom, Doppler, índices, temperatura, touros, espermograma.

**THERMOGRAPHY AND DOPPLER ULTRASONOGRAPHY OF THE
PAMPINIFORM PLEXUS AND THERMOGRAPHY OF THE SCROTUM OF BULLS:
CORRELATION WITH SEMEN QUALITY.**

ABSTRACT - Brazil has the largest commercial cattle herd in the world and reached 212,8 million head in 2011. 12,3 million doses of bovine semen were sold in 2012. Effective from cows of reproductive age is 61,4 million and the use of two doses of semen per cow is estimated that 10 % of the national herd is being inseminated. Fertility is an important feature in production systems and the bull has great importance. Using infrared thermography (IRT) and Doppler ultrasonography thermoregulation and blood flow were evaluated in bulls. Two groups of six bulls were evaluated for a year and the data of thermography - global temperature plexus (GTP), global temperature of the scrotum (GTE), temperature of the left plexus (TLP), temperature of the right plexus (TRP), temperature the left scrotum (TLE), temperature of the right scrotum (TRE) and Doppler ultrasonography - peak systolic velocity (PSV), end diastolic velocity (EDV), pulsatility index (PI), resistance index (RI) and room temperature (RT) were correlated with semen analyzes. Positive and negative correlations were found between the variables of IRT and US Doppler variables of semen analyzes and concludes that IRT allows observation of early changes of the plexus and scrotal temperature; Doppler US demonstrated correlations between EDV, RI and IP with semen quality; according to this study bulls with superior quality of semen showed lower vascular impedance of the testicular arteries.

Keywords: Ultrasound, Doppler, indices, temperature, bulls, sperm count.

LISTA DE ABREVIATURAS

Ca ²⁺	Cálcio
CCPS	Centro de Colheita e Processamento de Sêmen
CO ₂	Dióxido de carbono
CONC.....	Concentração espermática
DMA	Defeitos Maiores
DME	Defeitos Menores
IA.....	Inseminação Artificial
IC.....	Intervalo de Confiança
IP	Índice de Pulsatilidade
IR.....	Índice de Resistência
K+.....	Potássio
M	Média
MOTI	Motilidade espermática
O ₂	Oxigênio
ON.....	Óxido nítrico/monóxido de nitrogênio
TA.....	Temperatura Ambiente
TAF	Temperatura Ambiente Final
TAI.....	Temperatura Ambiente Inicial
TEE	Temperatura do Escroto Esquerdo
TGE.....	Temperatura Global do Escroto
TGP.....	Temperatura Global do Plexo pampiniforme
TIV.....	Termografia Infravermelha
TPD.....	Temperatura do Plexo pampiniforme Direito
TPE	Temperatura do Plexo pampiniforme Esquerdo
TR	Temperatura Retal
US	Ultrassonografia
US Doppler.....	Ultrassonografia Doppler
VDF	Velocidade Diastólica Final
VSM	Velocidade Sistólica Máxima

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Visão dos touros do Grupo A em descanso prévio a termografia infravermelha.....13
- Figura 2.** Visão dos touros do Grupo B em descanso prévio a termografia infravermelha.....13
- Figura 3.** Região posterior de um touro do Grupo A, destacando o escroto, a ser avaliado através da termografia infravermelha.....14
- Figura 4.** Imagem termográfica da região posterior do touro da figura 3.....14
- Figura 5.** Touro do Grupo B posicionado e contido em tronco individual, para aferição da temperatura retal, prévio ao exame ultrassonográfico.....15
- Figura 6.** Tela do software FLIR Quick Report 1.2 com imagem termográfica da região posterior de um touro do Grupo B.17
- Figura 7.** Imagem termográfica de um touro do Grupo B. Demarcação da área do plexo pampiniforme para obtenção dos valores da temperatura global do plexo (TGP) e temperatura global do escroto (TGE)18
- Figura 8.** Imagem termográfica de um touro do Grupo B. Demarcação da área do plexo pampiniforme do lado esquerdo e direito, para obtenção dos valores da temperatura do plexo esquerdo (TPE) e do plexo direito (TPD).....18
- Figura 9.** Imagem termográfica de um touro do Grupo B. Demarcação da área escrotal esquerda para obtenção dos valores da temperatura do escroto lado esquerdo (TEE).19
- Figura 10.** Imagem termográfica de um touro do Grupo B. Demarcação das áreas do plexo pampiniforme, lado esquerdo (TPE) e direito (TPD), área escrotal esquerda (TEE) e área escrotal direita para obtenção dos valores da temperatura do escroto lado direito (TED).19
- Figura 11.** Ultrassonografia Doppler, posição do examinador e do transdutor sobre o plexo pampiniforme direito de touro do Grupo B. Vista lateral direita.....21
- Figura 12.** Imagem ultrassonográfica de um segmento da artéria testicular esquerda e do traçado da onda Doppler do touro nº4, Grupo A.22
- Figura 13.** Imagem ultrassonográfica de um segmento da artéria testicular direita e do traçado da onda Doppler do touro nº4, Grupo B.22
- Figura 14.** Termograma de touro do Grupo A demonstrando a discreta assimetria na distribuição da temperatura da superfície do escroto direito. Nota-se o

- declínio da temperatura da parte superior para a inferior na região do plexo pampiniforme ao escroto.27
- Figura 15.** Termograma de touro do Grupo A demonstrando simetria na distribuição da temperatura da superfície do plexo pampiniforme e escroto. Nota-se o declínio da temperatura da parte superior para a inferior na região do plexo ao escroto.27
- Figura 16.** Termograma de touro do Grupo B demonstrando assimetria na distribuição da temperatura da superfície do plexo e escroto. Nota-se a acentuada área de aumento da temperatura na superfície dos plexos e maior parte do escroto direito.30
- Figura 17.** Termograma de touro do Grupo B demonstrando assimetria na distribuição da temperatura da superfície do plexo e escroto. Nota-se a área de aumento da temperatura na superfície dos plexos esquerdo e baixa temperatura no escroto direito.30
- Figura 18.** Velocidade diastólica final média (VDF M) do fluxo sanguíneo em uma porção aleatória da artéria testicular nos plexos pampiniformes de touros (lado esquerdo e direito), dos grupos: A e B, durante os 26 momentos analisados. Observa-se predomínio de valores maiores para a VDF média do grupo controle.40
- Figura 19.** Média do índice de pulsatilidade (IP M) em uma porção aleatória da artéria testicular nos plexos pampiniformes de touros (lado esquerdo e direito) dos grupos, tratado e controle, durante os 26 momentos analisados. Observa-se predomínio de valores maiores para a média do IP do grupo B42
- Figura 20.** Média do índice de resistência (IR M) em uma porção aleatória da artéria testicular nos plexos pampiniformes de touros (lado esquerdo e direito) dos grupos, tratado e controle, durante os 26 momentos analisados. Observa-se predomínio de valores maiores, exceto momentos 19 e 26, para a média do IR do grupo B42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre as variáveis da termografia infravermelha e espermograma para o Grupo A; $p \leq 0,05$ significativo a 5% pelo teste t-Student.	25
Tabela 2. Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre as variáveis da termografia infravermelha e espermograma para o Grupo B; $p \leq 0,05$ significativo a 5% pelo teste t-Student.	28
Tabela 3. Intervalo de Confiança (IC) das médias (°C) das variáveis da termografia infravermelha dos Grupos A e B.....	31
Tabela 4. Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre a TA e o espermograma para o Grupo A; $p \leq 0,05$ significativo a 5% pelo teste t-Student.	32
Tabela 5. Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre a TR e o espermograma para o Grupo A; $p \leq 0,05$ significativo a 5% pelo teste t-Student.	32
Tabela 6. Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre a TA e o espermograma para o Grupo B; $p \leq 0,05$ significativo a 5% pelo teste t-Student.	33
Tabela 7. Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre a TR e o espermograma para o Grupo B; $p \leq 0,05$ significativo a 5% pelo teste t-Student.	33
Tabela 8. Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre as variáveis da US Doppler e espermograma para o Grupo A; $p \leq 0,05$ significativo a 5% pelo teste t-Student.	35
Tabela 9. Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre as variáveis da US Doppler e do espermograma para o Grupo B; $p \leq 0,05$ significativo a 5% pelo teste t-Student.....	36
Tabela 10. Intervalo de Confiança (IC) das médias das variáveis US Doppler dos Grupos A e B.....	39
Tabela 1A. Médias das variáveis da TIV do Grupo A durante os 26 momentos avaliados.	57
Tabela 2A. Médias das variáveis da US Doppler do Grupo A durante os 26 momentos avaliados. VSM e VDF em cm/s.	57
Tabela 3A. Médias das temperaturas ambientais do Grupo A durante os 26 momentos avaliados.	58
Tabela 4A. Médias das variáveis dos espermogramas do Grupo A durante os 26 momentos avaliados. Valores da concentração espermática (CONC)	

em milhões de espermatozoides, motilidade espermática (MOTI) % de espermatozoides, vigor espermático escore de 1-5, defeitos maiores (DMA) e menores (DME) em %.	58
Tabela 5A. Médias das temperaturas retais do Grupo A durante os 26 momentos avaliados.	60
Tabela 1B. Médias das variáveis da TIV do Grupo B nos 26 momentos avaliados.	60
Tabela 2B. Médias das variáveis da US Doppler do Grupo B nos 26 momentos avaliados. VSM e VDF em cm/s.	60
Tabela 3B. Médias das temperaturas ambientais do Grupo B nos 26 momentos avaliados.	61
Tabela 4B. Médias das variáveis dos espermogramas do Grupo B nos 26 momentos avaliados. Valores da concentração espermática (CONC) em milhões de espermatozoides, motilidade espermática (MOTI) % de espermatozoides, vigor espermático escore de 1-5, defeitos maiores (DMA) e menores (DME) em %.	61
Tabela 5B. Médias das temperaturas retais do Grupo B durante os 26 momentos avaliados.	61

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui atualmente o maior rebanho bovino comercial do mundo. Em 2011, o efetivo de bovinos foi de 212,8 milhões de cabeças. Comparando-se os anos de 2011 e 2010 houve crescimento de 1,6% do efetivo nacional (IBGE, 2011).

No ano de 2008 somente 6% do total de fêmeas em reprodução estavam sendo inseminadas no País (BARBOSA, R. T.; MACHADO, R., 2008). Em 2012 foram comercializadas 12,3 milhões de doses de sêmen bovino, destas 6,5 milhões nacionais e 5,8 milhões importadas (ASBIA, 2012). Se considerarmos o efetivo de 61,4 milhões de fêmeas bovinas em idade reprodutiva (ANUALPEC, 2012) e a utilização de duas doses de sêmen por vaca pode-se estimar que 10% do rebanho nacional está sendo inseminado.

A fertilidade é uma das mais importantes características a ser considerada, tanto nos sistemas produtivos de carne quanto nos de leite (BARBOSA, R. T.; MACHADO, R.; BERGAMSCHI, M. A. C. M., 2005) sendo o macho de grande importância em qualquer programa de melhoramento. A taxa de concepção em programas de inseminação artificial (IA) pode depender, em parte, da qualidade e quantidade dos espermatozoides produzidos por um touro em um centro de colheita e processamento de sêmen (CCPS) (HAHN et al., 1999).

Fotoperíodo, temperatura, umidade relativa do ar, nutrição, doenças infecciosas e parasitárias, são fatores que podem afetar negativamente a produção animal (CHEMINEAU, 1994) e as variações sazonais ocorridas com a produção espermática e qualidade do sêmen não podem ser atribuídas somente ao aumento da temperatura ambiental (BRITO et al., 2002b).

É bem estabelecido que, em animais com escroto, o testículo é geralmente de 2 a 6°C mais frio que a temperatura abdominal, condição esta, essencial para a espermatogênese normal (WAITES, 1970; SETCHELL, 1978; COULTER e KASTELIC, 1994) e a temperatura testicular elevada tem efeito adverso sobre a espermatogênese e fertilidade (BARTH e OKO, 1989). O escroto, testículos e vascularização testicular têm função na manutenção da temperatura testicular abaixo da temperatura central do corpo (SETCHELL, 1978; COULTER e KASTELIC,

1994) e os testículos nos bovinos são mantidos abaixo da temperatura corporal central através de um processo de oposição de gradientes de temperatura complementares (KASTELIC, COOK e COULTER, 1997).

Apesar do efetivo crescimento do rebanho bovino brasileiro e da comercialização do sêmen, demonstrados em números, fica explícito o potencial de crescimento favorável deste setor e de acordo com Brito et al. (2002a) a elucidação de fatores que afetam a qualidade e produção do sêmen é de extrema importância para a indústria da IA.

Neste contexto, as tecnologias de diagnóstico por imagem podem ser utilizadas na avaliação clínica da termorregulação e no diagnóstico preditivo e efetivo de afecções escrotais e testiculares em touros.

Portanto, neste estudo avaliou-se o potencial e viabilidade da termografia infravermelha (TIV) e ultrassonografia (US) Doppler como métodos complementares dos exames de rotina em CCPS. Deste modo os dados obtidos através das duas técnicas nas avaliações escrotais e das artérias testiculares foram correlacionados com as temperaturas ambientais e espermogramas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Métodos de diagnóstico por imagem utilizados na avaliação do escroto e testículos

2.1.1. Ultrassonografia

Desde 1980 a US tem sido utilizada em equinos e bovinos e permitiu um dos passos mais importantes para o estudo e compreensão de eventos anatomofisiológicos em tempo real (PIERSON e ADAMS, 1995).

Entretanto, poucos estudos demonstrando o desenvolvimento do manejo reprodutivo de touros têm sido realizados (EILTS e PECHMAN, 1988), comparado à utilização da técnica em fêmeas equinas ou bovinas. Destes estudos cerca de 95% são direcionados à fisiologia reprodutiva das fêmeas (GRIFFIN e GINTHER, 1992 e RIBADU e NAKAO, 1999). Hahn et al. (1999) sugerem que devido à complexidade da reprodução e do arranjo anatômico interno do sistema reprodutor feminino, não surpreende que a maioria dos estudos sejam sobre fêmeas e afirmam que existem muitos estudos sobre a reprodução de machos onde a US poderia ter sido incluída como um elemento útil.

As aplicações clínicas da US na medicina veterinária são amplamente conhecidas e inúmeros profissionais utilizam a tecnologia diariamente (POZOR, 2005). A US utiliza ondas sonoras de alta frequência para produzir imagens em variados cortes dos tecidos e órgãos internos e externos. As ondas são produzidas por vibrações de cristais piezelétricos localizados no transdutor, na verdade um transceptor, que atua emitindo pulsos e recebendo ecos. As vibrações dos cristais são determinadas por pulsos de corrente elétrica. A proporção de ondas sonoras refletidas dos tecidos de volta ao transdutor é convertida em corrente elétrica e exibida como um ponto na tela do equipamento em vários tons de cinza e do preto ao branco (RANTANEN e EWING, 1981).

Na atualidade a maioria dos equipamentos de US utilizados para diagnósticos em bovinos é em modo B e de tempo real. Nesta modalidade a imagem é uma exposição bidimensional de pontos cujo brilho é proporcional à amplitude dos ecos refletidos e retornados ao transdutor e o tempo real se refere à capacidade de movimentos da imagem, por exemplo, batimentos cardíacos ou movimentos fetais (RIBADU e NAKAO, 1999).

A US têm a vantagem de ser um método não invasivo (RIBADU e NAKAO, 1999; ARAVINDAKSHAN et al., 2000; MONINA et al., 2000) de modo que exames do trato reprodutivo do animal podem ser repetidos (RIBADU e NAKAO, 1999) sem prejudicar seu potencial reprodutivo (ZALESKY, 1993; RIBADU e NAKAO, 1999); apresenta imagem da arquitetura interna dos tecidos moles e pode fornecer informações de características anormais do testículo e epidídimo complementando o exame clínico (AHMAD, NOAKES e SUBANDRIO, 1991) aumentando as chances de diagnóstico de enfermidades focais e multifocais como: cicatrizes, neoplasias e abscessos (PECHMAN e EILTS, 1987).

Portanto, a US é uma ferramenta apropriada para a avaliação das afecções testiculares e escrotais de touros e pode ser realizada com equipamentos portáteis fornecendo informações acerca da estrutura testicular que de outra maneira não se poderia obter a campo (PECHMAN e EILTS, 1987).

Diversos autores, utilizando a US no modo B em tempo real realizaram estudos avaliando o sistema reprodutivo de touros. Eilts e Pechman (1988) descreveram as características morfológicas do testículo e Cartee et al. (1989) determinaram a correlação da US com circunferência testicular, peso e volume e Weber, Hilt e Woods (1988) realizaram a varredura das glândulas sexuais acessórias.

Gabor et al. (1998) sugeriram que o padrão ultrassonográfico do testículo tem alta correlação com a área dos túbulos seminíferos indicando que a tecnologia tem potencial considerável para a avaliação da função testicular em touros.

Bailey et al. (1998) compararam a confiabilidade da US e paquímetro na mensuração do comprimento e largura testicular e demonstraram a confiabilidade do uso de paquímetro e US para o procedimento, entretanto, para a mensuração do

comprimento testicular, a utilização do paquímetro foi mais fácil e demonstrou maior grau de precisão.

Heath et al. (2002) utilizando touros clinicamente normais, realizaram estudo para determinar se agulha de biópsia aspirativa era prejudicial à função testicular. A US foi um dos métodos selecionados para avaliar os animais e pôde detectar áreas hiperecóticas que correspondiam às áreas de penetração da agulha de biópsia.

Koivisto et al. (2002) utilizaram a US, como exame complementar, para avaliar o funículo espermático e o parênquima testicular de um bovino com varicocele.

Barth et al. (2008) utilizaram a US para determinar a relação de fibrose testicular e baixa qualidade do sêmen em touros e concluíram que houve indicações de que durante o processo ativo que leva à fibrose a espermatogênese foi prejudicada.

Afora a US em modo B, existe a US Doppler que pode ser utilizada na avaliação testicular de touros.

A US Doppler têm apresentado um impacto crescente na medicina e na ciência há mais de duas décadas, mas é uma iniciante em relação à teriogenologia e pesquisas com animais (GINTHER e UTT, 2004) e até o momento, não foi compilado na literatura consultada nenhuma descrição da US em modo Doppler na avaliação testicular de touros.

A US Doppler sobrepõem à imagem em modo B, informações do fluxo sanguíneo, produzindo imagem com informações anatômicas, funcionais e em tempo real (GINTHER e UTT, 2004) tornando-se método de escolha para avaliar a vascularização dos vários órgãos, incluso os testículos. Na medicina humana esta tecnologia é utilizada para avaliar o fluxo sanguíneo da artéria testicular e no diagnóstico de afecções testiculares associadas às alterações do fluxo sanguíneo, como a torção do funículo espermático, infarto testicular ou varicocele (Aydos et al., 1993; Sidhu, 1999; Pavlica e Barozzi, 2001; Sriprasad et al., 2001; citados por POZOR; 2004).

Sabe-se que suprimento sanguíneo adequado é crucial para a função testicular e que lesões vasculares afetam significativamente a espermatogênese e o volume testicular e podem ocasionar danos permanentes na produção espermática

do testículo afetado e do contralateral (Paduch et al., 1997; Oguzkurt et al., 1998; Tarhan et al., 2000; Bergh et al., 2001; Kass et al., 2001; Viguera et al., 2004; citados por POZOR, 2007).

A representação das imagens na US Doppler é constituída de maneira resumida de dois modos básicos: o modo espectral e o modo colorido. O modo espectral, utilizado para avaliações dos vasos sanguíneos, produz na tela uma representação gráfica da dinâmica vascular em forma de onda senoidal onde cada ciclo representa um ciclo cardíaco completo. As análises dessa onda permitem encontrar dados relacionados às velocidades do ciclo cardíaco e características do fluxo sanguíneo, por exemplo: volume por minuto. Em vasos de pequeno calibre e tortuosos, onde cortes longitudinais não são possíveis, este modo permite a utilização de índices para mensurar a hemodinâmica do órgão ou tecido e os mais utilizados são o índice de resistência (IR) e índice de pulsatilidade (IP). O modo colorido sobrepõe à imagem no modo B as regiões coloridas referentes às velocidades do fluxo sanguíneo de um tecido ou órgão; desta forma a extensão da área vascularizada pode ser estimada e avaliada de modo subjetivo em tempo real e objetivo por análises das imagens gravadas, permitindo uma melhor avaliação funcional da estrutura avaliada (SILVA, 2010).

Pozor (2004) concluiu que a caracterização do fluxo sanguíneo testicular do garranhão pela US Doppler é possível, e provavelmente vai se tornar uma ferramenta útil para a avaliação objetiva dos testículos do garranhão, particularmente nos casos de doenças escrotais. De modo análogo, esta tecnologia pode vir a ser utilizada, com frequência e na rotina, para a avaliação testicular de touros, tornando-se uma importante aliada do médico veterinário.

Portanto, estudos devem ser realizados em touros para obtenção de dados e melhor verificação da viabilidade da US Doppler como instrumento auxiliar de diagnóstico de afecções funiculares e testiculares que possam influenciar negativamente a produção de sêmen de alta qualidade.

2.1.2. Termografia Infravermelha (TIV)

A TIV é uma técnica moderna, não invasiva e segura de visualização do perfil térmico (KNÍŽKOVÁ et al., 2007). O sistema é capaz de obter a temperatura corporal mensurando a radiação infravermelha emitida pela superfície do corpo (ARORA et al., 2008) e não requer contato físico direto com a superfície monitorada, possibilitando a leitura à distância da distribuição de temperatura (SPEAKMAN e WARD, 1998).

Originalmente projetada para uso militar (CARMELIET e JAIN, 2000) e industrial (COLAK et al., 2008) a termografia tem inúmeras aplicações não só na indústria, mas também na medicina humana e veterinária, principalmente para fins de diagnóstico (Yang e Yang, 1992; Denoix, 1994; Hilsberg et al., 1997; Harper, 2000; Embaby et al., 2005; Markel e Vainer, 2005; citados por KNÍŽKOVÁ et al., 2007) havendo um crescente interesse da utilização da técnica em ambas as áreas (Mazur e Eugeniusz-Herbut, 2006, citados por COLAK et al., 2008).

Na oncologia médica o uso da termografia baseia-se no fato de que os tumores geralmente têm aumentos no suprimento sanguíneo, na angiogênese e taxa metabólica, determinando incrementos dos gradientes de temperatura em relação ao tecido normal adjacente (CARMELIET e JAIN, 2000) e a detecção destes pontos quentes e gradientes infravermelhos podem ajudar a identificar e diagnosticar a malignidade (ARORA et al., 2008).

Durante estudo clínico prospectivo de 92 pacientes para demonstrar a eficácia de um sistema digital de imagem infravermelho, não invasivo, para a detecção do câncer de mama, Arora et al. (2008) demonstraram que a TIV é um exame complementar útil na detecção do câncer da mama com sensibilidade de 97%.

Na medicina veterinária, variados estudos utilizando a TIV foram conduzidos em diversas espécies; como exemplos: o monitoramento da temperatura do testículo em lhamas (*Lama glama*) após biópsia testicular (HEATH et al., 2002); a determinação da frequência real de concepção gemelar ou tripla e quantificação da perda fetal pré e pós-implantação em pandas gigantes (*Ailuropoda melanoleuca*) (DURRANT et al., 2006); a perda do isolamento térmico resultante da queda e

escassa cobertura de penas em galinhas poedeiras (COOK et al., 2006); a determinação da temperatura da superfície do revestimento de fêmeas elandes (*Taurotragus oryx*) em cativeiro (KOTRBA et al., 2007); diferenciação de tumor, inflamação e hematoma em ratos (POLJAK-BLAZI et al., 2009); a avaliação de répteis em cativeiro e seus ambientes (FLEMING, 2009); as mudanças de temperatura da pele como um indicador de estresse em coelhos experimentalmente infectados por *Eimeria intestinalis* (VADLEJCH et al., 2010), dentre outras aplicações.

Em bovinos, utilizando a TIV, Merkal et al. (1973) mapearam os aumentos de temperatura cutânea desenvolvidos por respostas de hipersensibilidade à tuberculina; Nikkhah et al. (2005) monitoraram a temperatura dos cascos em vacas leiteiras buscando indicativos de laminite.

Kunc et al. (2007) utilizaram a TIV como ferramenta de diagnóstico para avaliação indireta e não-invasiva da condição de tetos e úberes; Stewart et al. (2007) utilizaram como método não-invasivo de mensuração do estresse em vacas leiteiras; Schaefer et al. (2007) como indicador precoce do complexo de doença respiratória em bezerros.

Stewart et al. (2008) avaliaram a temperatura ocular, através da TIV, em bovinos submetidos à descorna, buscando correlação da mesma com batimentos cardíacos, comportamento e dor; Colak et al. (2008) avaliaram a detecção precoce de mastite.

Montanholi et al. (2008) avaliaram em vacas leiteiras a aplicação da TIV como um indicador de calor, produção de metano e no estudo da temperatura da pele em resposta a eventos fisiológicos; Rainwater-Lovett et al. (2009) avaliaram a TIV como ferramenta no monitoramento de bovinos infectados com o vírus da febre aftosa; Gatto et al. (2010) estudaram a aplicação da TIV no diagnóstico de acidose ruminal subaguda em vacas leiteiras.

Purohit et al. (1985) realizaram a termografia do escroto em bovinos para estabelecer o padrão de distribuição da temperatura na superfície escrotal de touros clinicamente normais comparando-os com touros em outras condições testiculares.

Kastelic, Coulter e Cook (1995) determinaram, em bovinos, através da TIV a temperatura da superfície escrotal (TSE) e com termístores a temperatura escrotal subcutânea, temperatura intratesticular e temperatura intraepidídimo.

No passado, a mensuração da temperatura da superfície escrotal só foi possível através da implantação de dispositivos termístores fora ou abaixo da pele escrotal. Isto é difícil e potencialmente impreciso devido às mudanças no contorno da pele, alterações do fluxo sanguíneo, indução de inflamação nos pontos de contato além, das temperaturas aferidas por tais métodos representarem apenas o ponto em que o termístor estiver fixado (COULTER, SENGER e BAILEY, 1988). Estes autores também sugerem que a TIV permite aferição rápida, fácil e precisa da temperatura sobre toda a superfície escrotal, sem entrar em contato, e parece ter grande potencial para ajudar a expandir a compreensão da função escrotal e testicular.

Kastelic et al. (1996), determinaram os efeitos da hora do dia, intervalo após a alimentação, decúbito prolongado, a umidade relativa do escroto e temperatura ambiental que podem influenciar a mensuração da TSE, para validar a técnica (TIV) como uma ferramenta de pesquisa clínica.

De acordo com o autor o entendimento dos fatores ambientais que afetam a mensuração da TSE, através da TIV, permite ao operador obter resultados válidos perante variadas condições a qualquer hora do dia, porém, antes da alimentação e, ao menos, uma hora após o animal levantar-se do decúbito. A bolsa escrotal deve estar seca e, se molhada ou úmida, deve ser limpa, e ao menos 30 minutos devem ser esperados para a TSE voltar ao normal.

Deste modo a técnica é adequada, o suficiente, para que avaliações válidas possam ser realizadas em condições de campo, respeitando as condições previamente descritas.

Lunstra e Coulter (1997) avaliaram as relações entre padrões infravermelhos da TSE e fertilidade no acasalamento de bovinos em monta natural; os resultados sugeriram que os touros com padrões anormais de temperatura escrotal apresentaram maior TSE e alcançaram taxas de prenhez significativamente menores quando utilizados em monta natural. A TIV da superfície escrotal detectou a termorregulação testicular anormal e parecia prever a redução da fertilidade nos

touros que apresentaram qualidade do sêmen aceitável e tamanho normal dos testículos.

Anbar (1998), Ring e Ammer (2000), Nass et al. (2001), Arena et al. (2003), citados por KERR (2004), têm sugerido que os sistemas atualmente disponíveis não são comparáveis aos anteriormente utilizados, considerando os avanços das câmeras infravermelhas e do processamento digital das imagens obtidas. Os equipamentos para mensuração de emissões de infravermelho eram capazes de resolver variações de temperatura de 0,5 a 1°C e em alguns equipamentos era necessário o contato com o paciente (ARORA et al., 2008).

Atualmente as câmeras digitais infravermelhas são capazes de detectar variações de temperatura em 0,08°C ou mais e não requerem qualquer contato com o paciente (JONES, 1998).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local, grupos e período

O trabalho foi realizado no CCPS “Lagoa da Serra Ltda”, localizado na Rodovia Carlos Tonanni, km 88, município de Sertãozinho, Estado de São Paulo. Inicialmente 12 touros hígidos, doadores de sêmen, previamente triados pelos espermogramas, foram selecionados pelos técnicos da empresa. O grupo de 12 animais foi subdividido em dois grupos de seis animais: Grupo A, espermogramas com qualidade do sêmen superior permitindo regularmente a congelação do ejaculado e Grupo B, espermogramas com qualidade de sêmen inferior em relação ao Grupo A. Sendo o Grupo B composto de animais com maior frequência de problemas relacionados à concentração espermática, motilidade espermática, vigor espermático, defeitos (maiores e menores) e que não permitiam a congelação regular do ejaculado. A raça e idade dos touros, neste experimento, não foram levadas em consideração para seleção e avaliação dos grupos.

O estudo foi conduzido de novembro de 2011 a outubro de 2012. A cada semana um grupo experimental foi avaliado, de modo que a repetição da colheita de dados dos mesmos animais ocorresse quinzenalmente, perfazendo um total de 26 observações por grupo, totalizando 52 semanas experimentais. Nestes mesmos momentos foram obtidos os dados da TIV, US Doppler, temperatura ambiental (TA) e temperatura retal (TR).

3.2. Avaliação da TA, TIV e TR

A TA foi aferida no início (antes da TIV) e no final dos exames (após a US Doppler) dos grupos, por termômetro digital de máxima e mínima, modelo 7665 (Incoterm – Porto Alegre, Rio Grande do Sul) e quatro valores de TA foram obtidos, sendo estes: temperatura ambiental inicial (TAI) - mínima e máxima; temperatura ambiental final (TAF) – mínima e máxima. A temperatura ambiental inicial média (TAI M) foi obtida somando-se os valores das temperaturas ambientais, mínima e máxima, no início de cada avaliação e dividindo o valor encontrado na soma por dois, de modo análogo obteve-se a temperatura ambiental final média (TAF M) somando-se os valores das temperaturas ambientais, mínima e máxima, no final de cada avaliação. Deste modo obtiveram-se dois valores de temperatura média, um inicial e outro final, para cada momento avaliado nas 52 semanas.

Para avaliação termográfica, os animais foram conduzidos dos piquetes para uma área coberta (área de colheita) com piso cimentado e alocados em troncos de contenção paralelos (Figuras 1 e 2). O conjunto - plexo e escroto – foi inspecionado buscando possíveis alterações morfológicas, sujidades e umidade. Seguido de um período de repouso, mínimo de trinta minutos, o conjunto de cada touro era avaliado pela TIV (Termovisor T300 - FLIR Systems, Inc., Portland, Oregon).

As imagens do plexo e escroto foram obtidas na posição caudal de acordo com a metodologia descrita por Kastelic et al. (1996), salvas no termógrafo e posteriormente transferidas para o computador no qual foram visualizadas e analisadas através do software - FLIR Quick Report 1.2 (FLIR Systems, Inc.,

Portland, Oregon), buscando encontrar alterações de temperatura das superfícies dos plexos e do escroto (Figuras 3 e 4).

Após o exame pela TIV, para aferição da temperatura retal (TR) com termômetro clínico e posterior realização da US Doppler, o animal foi transferido para outro tronco de contenção individual (Figura 05).



Figura 1. Visão dos touros do Grupo A em descanso prévio a a termografia infravermelha.



Figura 2. Visão dos touros do Grupo B em descanso prévio a termografia infravermelha.



Figura 3. Região posterior de um touro do Grupo A, destacando o escroto, a ser avaliado através da termografia infravermelha.

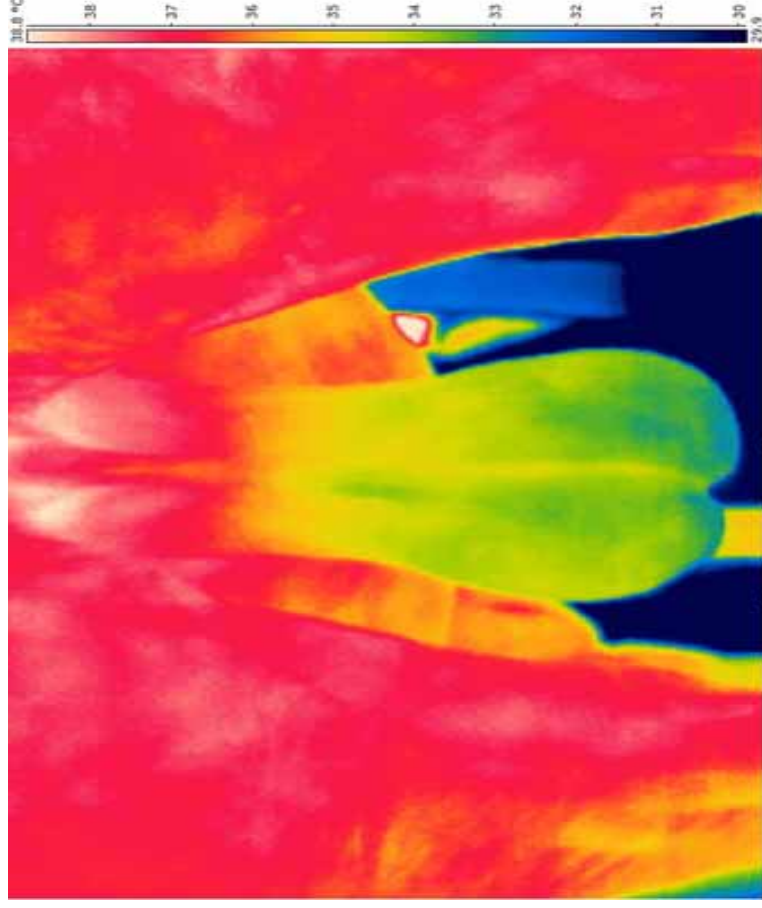


Figura 4. Imagem termográfica da região posterior do touro da figura 3.



Figura 5. Touro do Grupo B posicionado e contido em tronco individual, para aferição da temperatura retal, prévio ao exame ultrassonográfico.

3.2.1. Análise das imagens termográficas

As imagens termográficas obtidas foram transferidas para o computador e analisadas através do software - FLIR Quick Report 1.2 (FLIR Systems, Inc., Portland, Oregon). A análise permitiu, de acordo com as possibilidades do software utilizado, obter as temperaturas das superfícies das áreas dos plexos e escroto. Foram avaliadas seis áreas da imagem termográfica sendo - o conjunto dos plexos pampiniformes e o conjunto do escroto; plexos pampiniformes (lado esquerdo e direito) e escroto (lado esquerdo e direito), separados.

Para a avaliação destas áreas e obtenção dos valores numéricos de temperatura a imagem termográfica foi aberta no software FLIR Quick Report 1.2 (Figura 06). Procurando incluir a maior área possível das partes a serem analisadas, foi realizada a demarcação das áreas. Inicialmente do plexo pampiniforme - temperatura global do plexo pampiniforme (TGP) e depois do escroto - temperatura global do escroto (TGE) (Figura 07). Deste modo foram obtidos quatro valores de temperaturas, mínima e máxima e duas médias, uma para cada área demarcada. Em seguida foram realizadas as avaliações individuais para os lados do plexo pampiniforme e escroto – esquerdo e direito respectivamente.

Conforme descrição anterior à área do plexo esquerdo foi demarcada entre a borda lateral e o limite da prega cutânea - temperatura do plexo pampiniforme esquerdo (TPE); a mesma demarcação foi realizada no plexo direito - temperatura do plexo pampiniforme direito (TPD) (Figura 08). O mesmo procedimento foi realizado na área escrotal esquerda e direita, respectivamente, obtendo-se deste modo à temperatura do escroto esquerdo (TEE) (Figura 09) e temperatura do escroto direito (TED) (Figura 10). Nestas análises com os lados (esquerdo e direito) separados foram obtidos oito valores de temperaturas (mínima e máxima) e quatro médias, uma para cada área respectivamente. As temperaturas médias de todas as áreas demarcadas foram calculadas automaticamente pelo software e mostradas na tela do programa. Deste modo validaram-se as imagens termográficas em valores numéricos para análises posteriores.

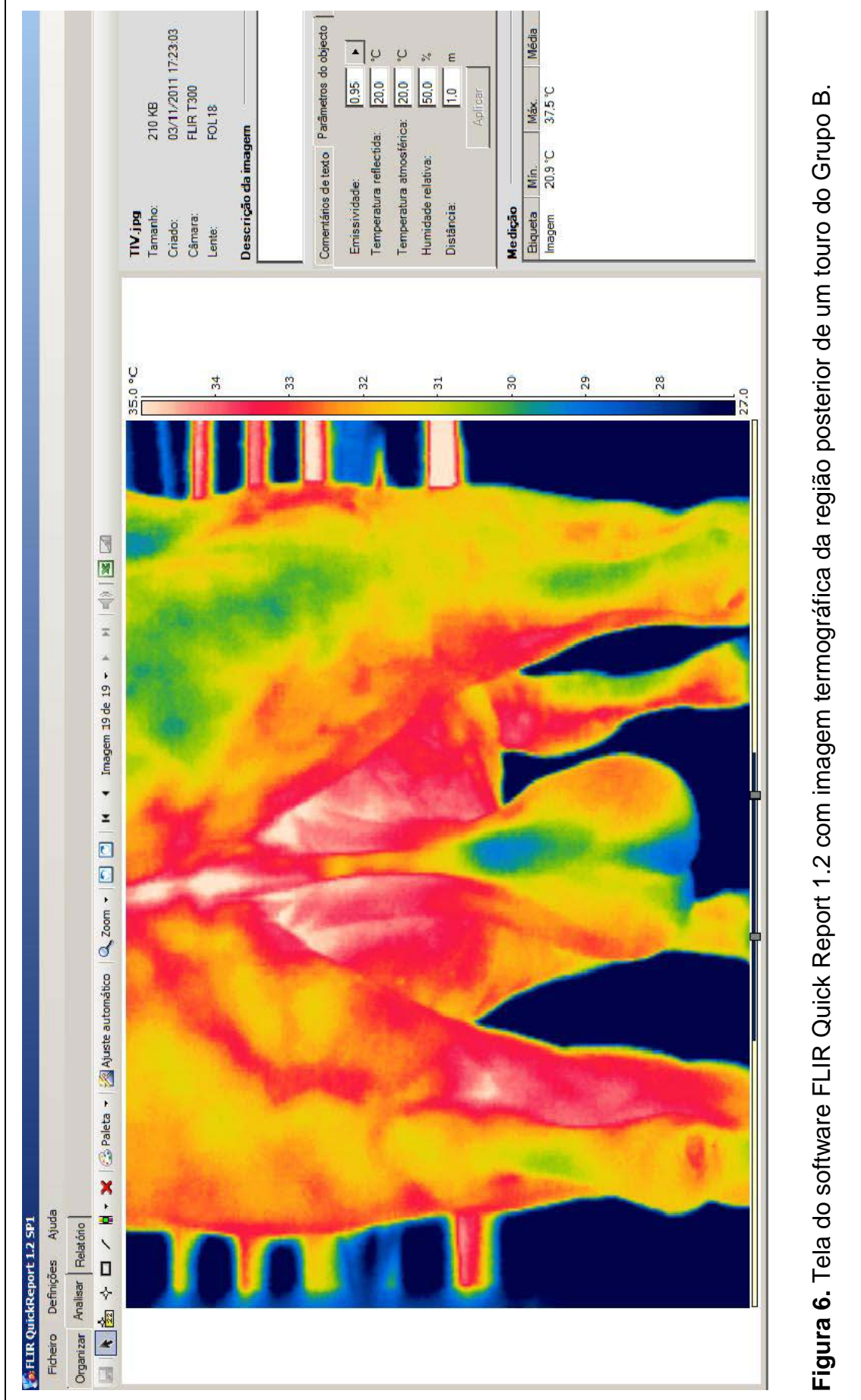


Figura 6. Tela do software FLIR Quick Report 1.2 com imagem termográfica da região posterior de um touro do Grupo B.

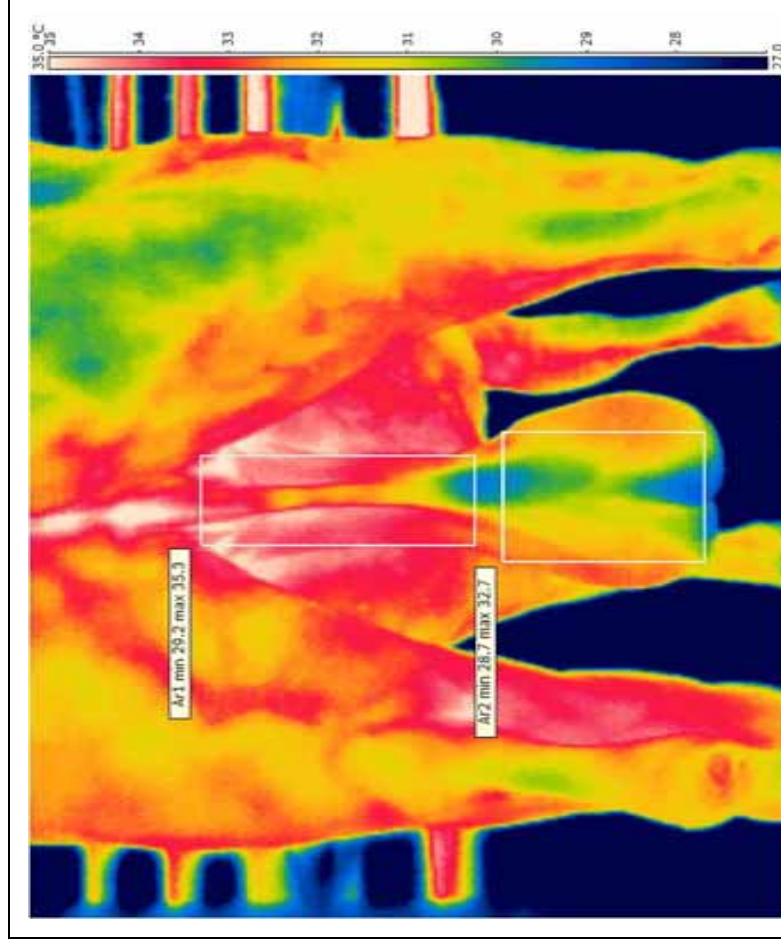


Figura 7. Imagem termográfica de um touro do Grupo B. Demarcação da área do plexo pampiniforme para obtenção dos valores da temperatura global do plexo (TGP) e temperatura global do escroto (TGE).

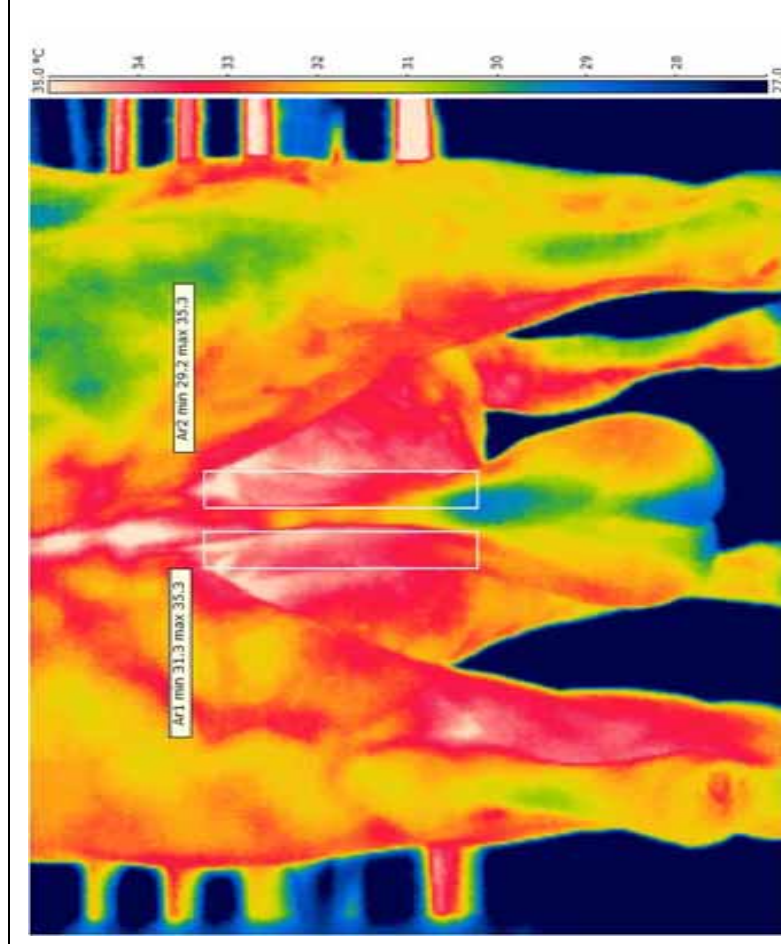


Figura 8. Imagem termográfica de um touro do Grupo B. Demarcação da área do plexo pampiniforme do lado esquerdo e direito, para obtenção dos valores da temperatura do plexo esquerdo (TPE) e do plexo direito (TPD).

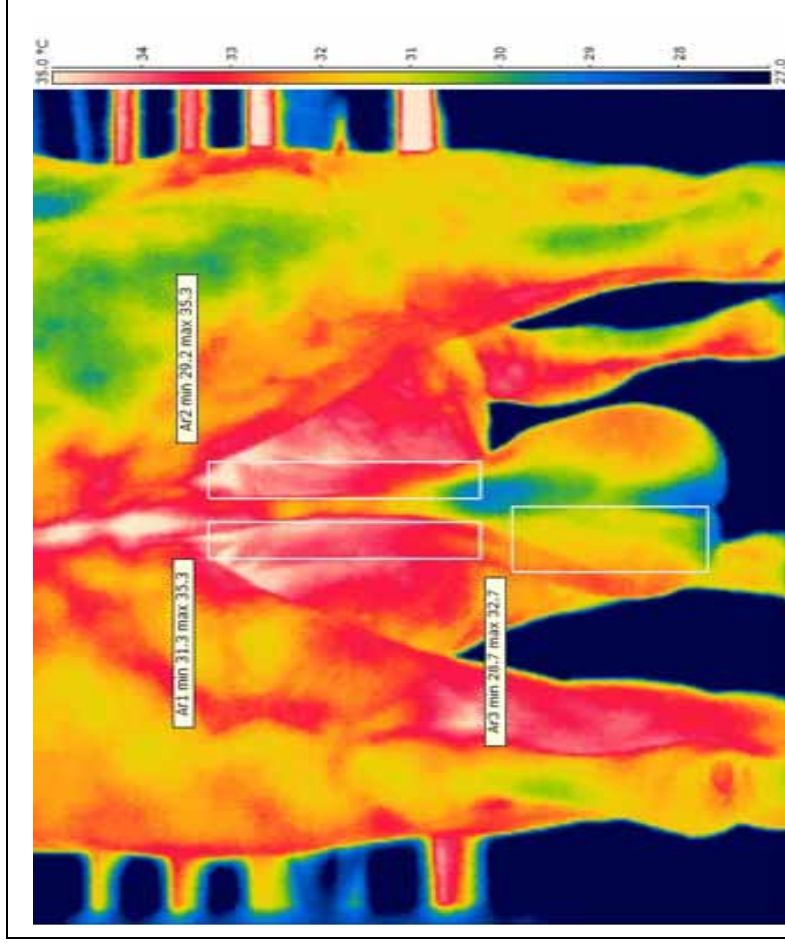


Figura 9. Imagem termográfica de um touro do Grupo B. Demarcação da área escrotal esquerda para obtenção dos valores da temperatura do escroto lado esquerdo (TEE).

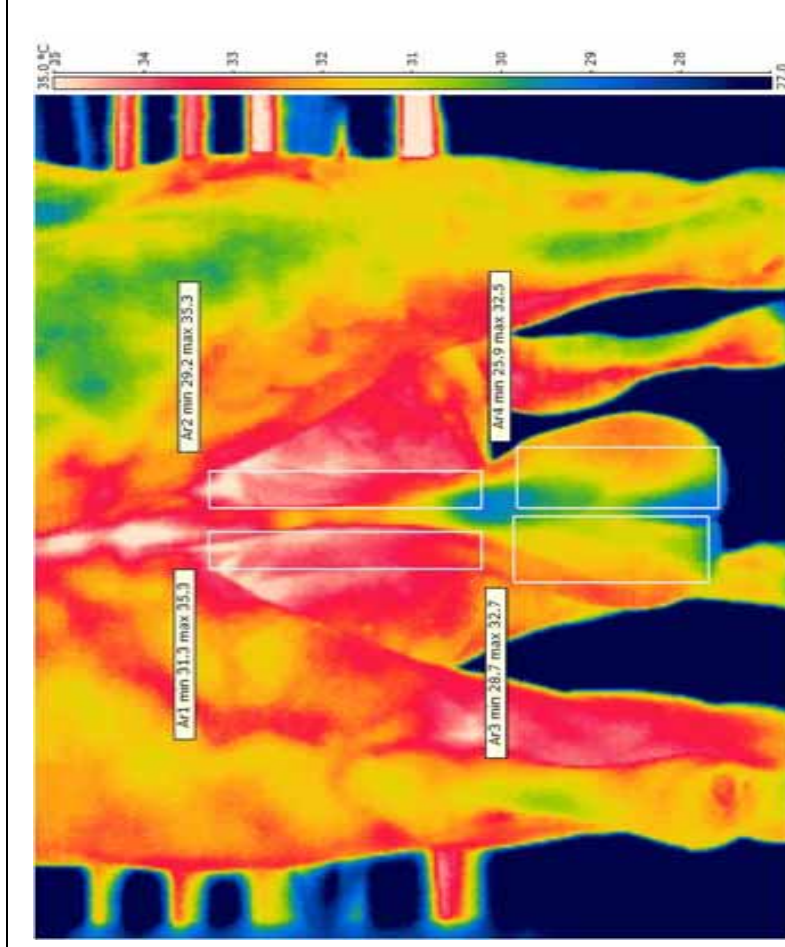


Figura 10. Imagem termográfica de um touro do Grupo B. Demarcação das áreas do plexo pampiniforme, lado esquerdo (TPE) e direito (TPD), área escrotal esquerda (TEE) e área escrotal direita para obtenção dos valores da temperatura do escroto lado direito (TED).

3.3. Avaliação US Doppler

Após a aferição da temperatura retal (TR) era realizada a US Doppler em modo espectral (US MyLab™30 Vet. - Esaote, Genova, Itália) com transdutor linear de 4 a 13 MHz (megahertz) de uma porção aleatória da artéria testicular. A frequência de varredura utilizada em modo B foi de 12MHz e em modo Doppler espectral de 5MHz.

A técnica ultrassonográfica foi conduzida de acordo com a metodologia descrita por Pozor (2004) para a “avaliação testicular de garranhões”, adaptada para bovinos. O equipamento de ultrassom previamente ligado, em modo-B, foi configurado para profundidade de varredura de seis centímetros, medida escolhida como padrão dos exames, sendo esta eficiente para a obtenção de excelentes imagens da artéria testicular. Em seguida foi ativado o modo Doppler espectral e escolhida à opção de mensuração automática dos parâmetros a serem encontrados (exceto o ângulo de velocidade – mensuração manual) existindo, portanto, uma padronização dos exames.

O touro permanecia contido e gel de contato para US foi espalhado sobre a pele da região do plexo pampiniforme. O transdutor era posicionado na região média do para a localização aleatória de uma porção da artéria testicular que possibilitasse varredura em modo Doppler espectral (Figura 11).

Normalmente era buscada uma porção longitudinal da artéria testicular de ao menos um centímetro, preferencialmente angulada entre 20 e 60 graus que possibilitasse a formação adequada da imagem e que fornecesse automaticamente os valores numéricos das variáveis necessárias. Obtida à imagem e de acordo com os parâmetros numéricos, esta foi “congelada” para em seguida ser realizada a correção manual do ângulo de fluxo, visto na tela do equipamento como uma barra horizontal. A correção era realizada girando esta barra, através de botão no painel do equipamento, para que esta ficasse ajustada de modo paralelo às paredes do vaso estudado (Figuras 12 e 13).

Deste modo, foram obtidas quatro medidas de fluxo sanguíneo - velocidade sistólica máxima (VSM), velocidade diastólica final (VDF), índice de resistência (IR)

{ $IR=[(VSM-VDF)/VSM]$ }, índice de pulsatilidade (IP) [$IP=(VSM-VDF)/\text{velocidade média}$] - das artérias testiculares do lado esquerdo e direito. A VSM e a VDF foram expressas em cm/s (centímetros/segundo).



Figura 11. Ultrassonografia Doppler, posição do examinador e do transdutor sobre o plexo pampiniforme direito de touro do Grupo B. Vista lateral direita.

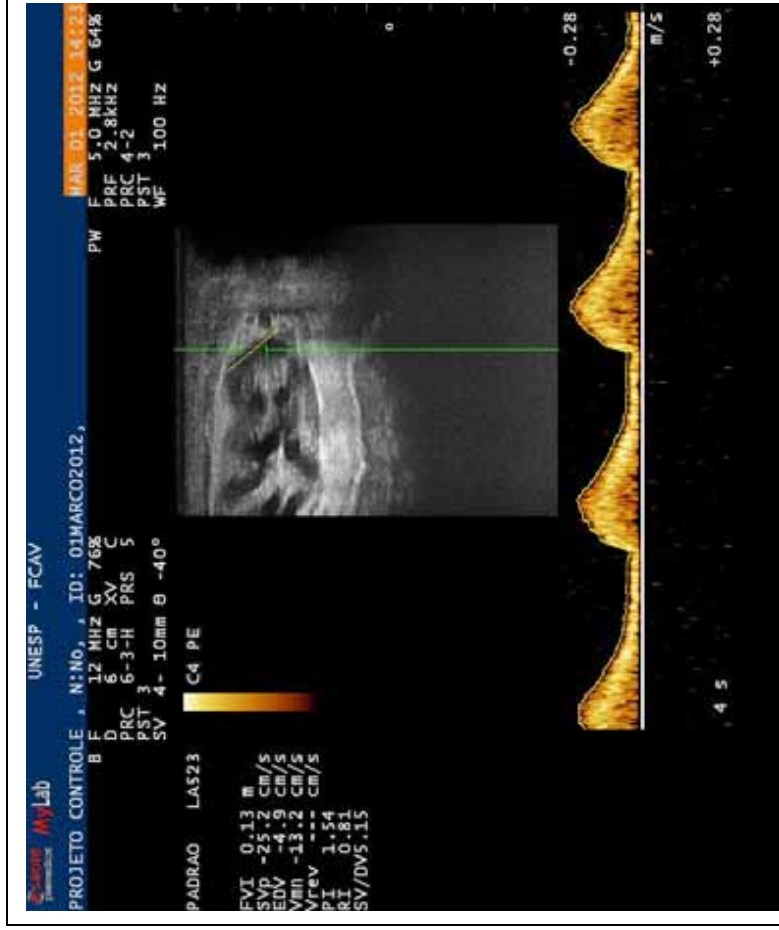


Figura 12. Imagem ultrassonográfica de um segmento da artéria testicular esquerda e do traçado da onda Doppler do touro nº4, Grupo A.

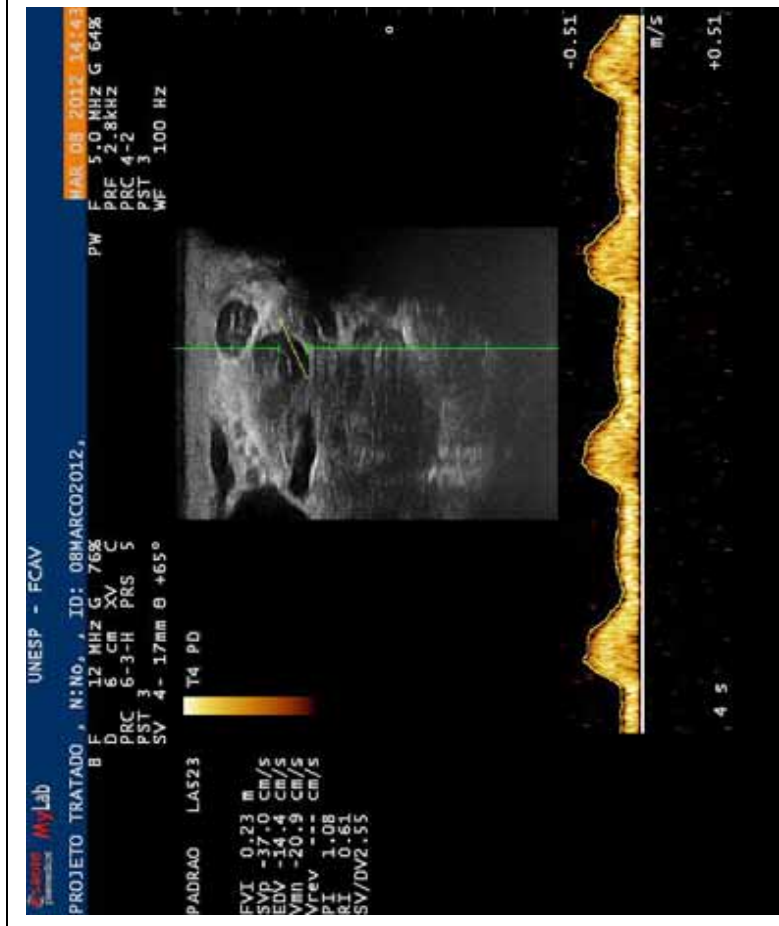


Figura 13. Imagem ultrassonográfica de um segmento da artéria testicular direita e do traçado da onda Doppler do touro nº4, Grupo B.

3.4. Espermogramas

A análise física e morfológica das células espermáticas foi realizada no laboratório do CCPS, como exame de rotina após colheita de sêmen dos touros. O sêmen “*in natura*” foi colhido em frasco graduado e pequenas alíquotas retiradas para as análises. Uma gota era colocada em lâmina aquecida, levada ao microscópio (Olympus BH2 - 20x), para verificação do turbilhonamento. A concentração espermática foi obtida por equipamentos especializados. Utilizando o diluidor automático - Hamilton Microlab 500 – retirava-se uma alíquota de 125 microlitros (μL) do ejaculado e diluía-se a mesma em 10mL de meio isotônico. Desta amostra outra alíquota de 125 μL era retirada e rediluída em 10mL de meio isotônico. A solução final levava-se ao contador automático - Beckman Z1™ COULTER COUNTER® - onde era obtida a concentração espermática ($\times 10^6/\text{mL}$). Para a análise morfológica retirava-se uma alíquota do ejaculado e diluía-se no mesmo volume em solução de Hancock. Uma gota desta solução era colocada entre lâmina e lamínula e examinada ao microscópio - Olympus BH2 – aumento de 1000x em imersão, para verificação dos defeitos - maiores e menores. O ejaculado total era pesado e diluído em Tris-Gema (1/1) e uma amostra era retirada e diluída em solução de citrato de sódio 2,94% para verificação do vigor e motilidade espermática.

3.5. Análise estatística

Foram calculadas correlações de Pearson entre as variáveis da TIV, US Doppler e temperatura ambiental, com as variáveis dos espermogramas e o intervalo de confiança (IC) das variáveis da TIV, US Doppler. Um valor de $p \leq 0,05$ foi considerado significativo. A análise estatística foi realizada no programa SAS, versão 9.2. (SAS Institute Inc, 2002-2008, Cary, NC, USA).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

É de conhecimento que temperatura e vascularização, dentre outros, são importantes fatores envolvidos na produção espermática em mamíferos domésticos. A temperatura tecidual adequada, mantida e controlada pelos mecanismos da termorregulação, a vascularização, responsável pela perfusão e aporte nutricional dos tecidos, são de extrema importância para a correta função dos testículos e formação de seu produto final as células espermáticas. Na espécie bovina, devido sua importância econômica e inserção dentro da cadeia alimentar humana, a produção de sêmen e os fatores que a influenciam foram e continuam sendo motivos de estudos variados.

No trabalho desenvolvido buscou-se, principalmente, o estudo destas duas variáveis: temperatura e vascularização, e tanto quanto sabemos, este é o primeiro estudo associando a TIV e US Doppler, comparando temperatura e perfusão testicular e sua provável correlação com as características seminais de touros normais e doadores de sêmen.

Para cada grupo avaliado os valores da TIV, US Doppler, TA, TR e espermogramas foram submetidos à análise de correlação de Pearson e das variáveis da TIV e US Doppler obtiveram-se os intervalos de confiança (IC). Os resultados da análise de correlação, dos IC e das médias foram agrupados em tabelas. Inicialmente estão apresentadas as análises de correlação de Pearson entre os espermogramas e TIV, US Doppler, TA, TR e IC. Posteriormente, em dois anexos, as médias das variáveis da TIV, US Doppler, TA e espermogramas, para cada grupo durante os momentos avaliados.

4.1. Resultados da Correlação de Pearson para os Grupos A e B

Os resultados obtidos da correlação de Pearson (r) entre TIV x espermograma, para o Grupo A, encontram-se distribuídos na Tabela 1 e os valores para $p \leq 0,05$ estão em negrito. Neste grupo dentre as variáveis da TIV somente a TGE e a TEE obtiveram correlações positivas com a concentração espermática.

Tabela 1. Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre as variáveis da termografia infravermelha e espermograma para o Grupo A; $p \leq 0,05$ significativo a 5% pelo teste t-Student.

TIV		Concentração	Motilidade	Vigor	DMA	DME
TGP	r	0,0334	0,1517	0,0450	-0,1127	-0,1475
	p	0,6945	0,0735	0,5674	0,1847	0,0819
TGE	r	0,1690	-0,0686	-0,0442	-0,0105	-0,0477
	p	0,0458	0,4203	0,6039	0,9015	0,5753
TPE	r	0,0629	0,1340	0,2416	-0,1005	-0,1394
	p	0,4602	0,1143	0,7769	0,2372	0,1004
TPD	r	0,0485	0,1446	0,0789	-0,1364	-0,1315
	p	0,5690	0,0881	0,3538	0,1079	0,1213
TEE	r	0,2042	-0,0741	-0,0853	-0,0629	-0,0484
	p	0,0155	0,3836	0,3162	0,4598	0,5699
TED	r	0,0901	-0,0568	-0,0297	-0,0789	-0,0406
	p	0,2894	0,5044	0,7276	0,3536	0,6337

TGP – Temperatura global do plexo pampiniforme; TGE – Temperatura global do escroto; TPE – Temperatura do plexo pampiniforme esquerdo; TPD – Temperatura do plexo pampiniforme direito; TEE – Temperatura do escroto esquerdo; TED – Temperatura do escroto direito; DMA – Defeitos maiores; DME – Defeitos menores.

A imagem termográfica proporciona um mapa quantitativo e qualitativo da temperatura na superfície avaliada que pode estar relacionado com o fluxo sanguíneo e condições patológicas distintas (HILDEBRANDT, RASCHNER e AMMER, 2010).

Foram observadas imagens termográficas simétricas e assimétricas em relação à distribuição de temperatura nas áreas avaliadas para os touros dos dois grupos estudados. A tendência a um padrão de simetria na distribuição de temperatura na área do plexo pampiniforme e escroto, demonstrando o decréscimo da temperatura da parte superior para a parte inferior, como descrito por Lunstra e Coulter (1997) foi observada com maior frequência no Grupo A, entretanto, alguns animais deste grupo apresentaram discreta assimetria na distribuição de temperatura (Figuras 14 e 15). O fato de utilizarmos animais hípidos no estudo sugere ser a causa da simetria também encontrada nos animais do Grupo B.

A correlação positiva da TGP com a concentração espermática observada para o Grupo A e mostrada na Tabela 1, provavelmente se deve ao declínio da temperatura ambiental nos períodos mais frios das avaliações, quando supostamente os animais avaliados sustentaram o aquecimento dos plexos pampiniformes e testículos para manter a espermatogênese normal. Todavia, não foram encontradas na literatura explicações biológicas que pudessem formular uma hipótese ou explicar a correlação positiva apenas da TEE com a concentração espermática, obtida neste estudo.

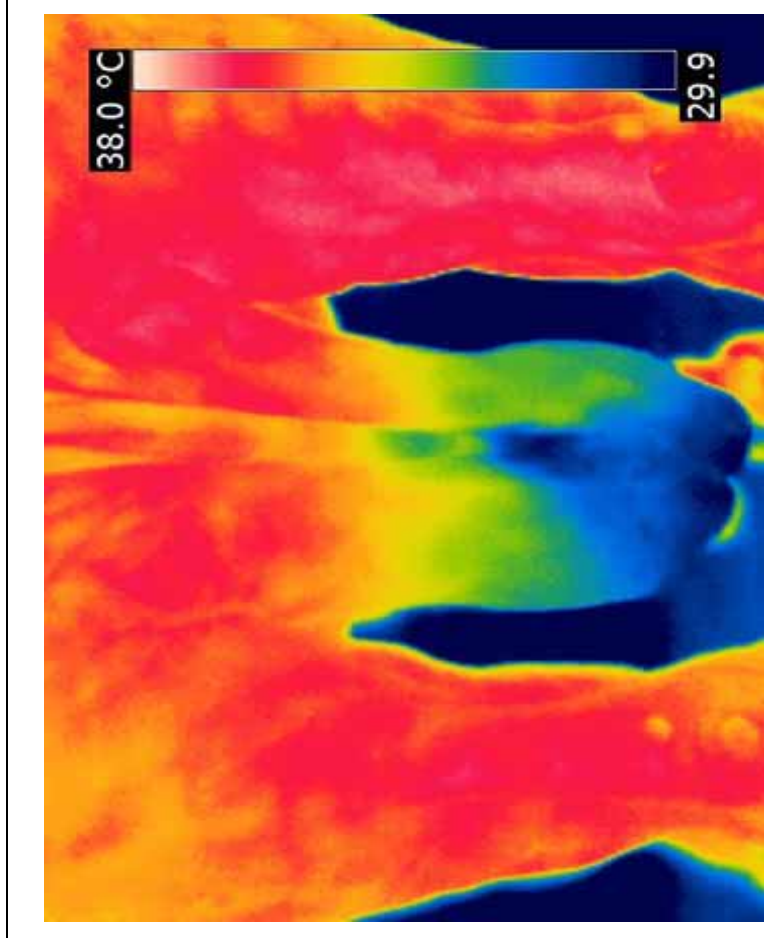


Figura 14. Termograma de touro do Grupo A demonstrando a discreta assimetria na distribuição da temperatura da superfície do escroto direito. Nota-se o declínio da temperatura da parte superior para a inferior na região do plexo pampiniforme ao escroto.

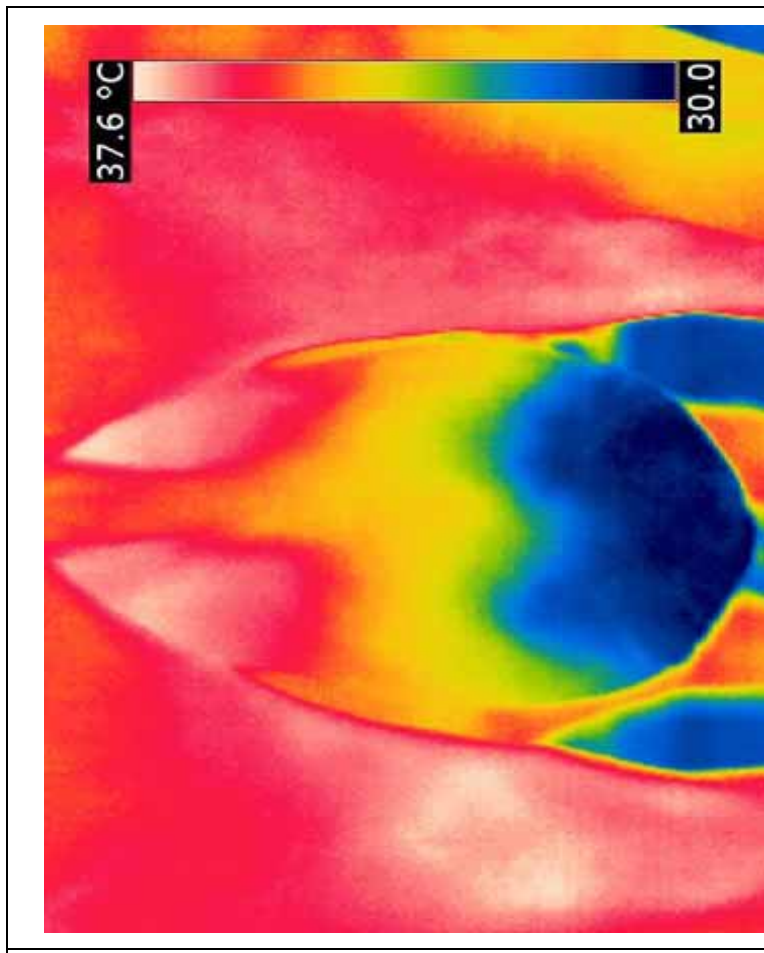


Figura 15. Termograma de touro do Grupo A demonstrando simetria na distribuição da temperatura da superfície do plexo pampiniforme e escroto. Nota-se o declínio da temperatura da parte superior para a inferior na região do plexo do escroto.

Para o Grupo B os resultados obtidos da correlação de Pearson (r) entre TIV x espermograma encontram-se distribuídos na Tabela 2 e os valores para $p \leq 0,05$ estão em negrito. Neste grupo dentre as variáveis da TIV a TGP, TPE e TPD, obtiveram correlações negativas com a concentração espermática.

Tabela 2. Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre as variáveis da termografia infravermelha e espermograma para o Grupo B; $p \leq 0,05$ significativo a 5% pelo teste t-Student.

TIV		Concentração	Motilidade	Vigor	DMA	DME
TGP	r	-0,1995	-0,0296	-0,0189	-0,0844	-0,0453
	p	0,0140	0,7179	0,8172	0,3025	0,5800
TGE	r	-0,0679	-0,0671	-0,0654	-0,0027	-0,0452
	p	0,4071	0,4129	0,4247	0,9728	0,5814
TPE	r	-0,1929	-0,0271	-0,0274	-0,1153	-0,0333
	p	0,0176	0,7407	0,7380	0,1586	0,6841
TPD	r	-0,2057	-0,0449	-0,0282	-0,0438	-0,0624
	p	0,0113	0,5833	0,7302	0,5927	0,4465
TEE	r	-0,1134	0,0191	-0,0156	-0,1248	-0,0817
	p	0,1656	0,8151	0,8485	0,1268	0,3186
TED	r	-0,0213	-0,1415	-0,1122	0,1024	-0,0300
	p	0,7946	0,0830	0,1698	0,2105	0,7139

TGP – Temperatura global do plexo pampiniforme; TGE – Temperatura global do escroto; TPE – Temperatura do plexo pampiniforme esquerdo; TPD – Temperatura do plexo pampiniforme direito; TEE – Temperatura do escroto esquerdo; TED – Temperatura do escroto direito; DMA – Defeitos maiores; DME – Defeitos menores.

Todos os tecidos são suscetíveis a danos pelo calor. Entretanto, os testículos são incomuns, considerando que embora tenham sua origem no interior da cavidade abdominal e em muitos mamíferos migram para o escroto durante o desenvolvimento fetal ou neonatal, eles são danificados se expostos às temperaturas abdominais (SETCHELL, 1998).

Em animais com escroto a condição essencial para uma espermatogênese normal é que o testículo permaneça de 2 a 6°C mais frio que a temperatura abdominal (WAITES, 1970; SETCHELL, 1978; COULTER e KASTELIC, 1994).

Na TIV, uma lesão frequentemente é relacionada com variações no fluxo sanguíneo levando alterações na temperatura da pele. A inflamação ocasiona hipertermia (GARAGIOLA e GIANI, 1990) e as áreas que indicam a inflamação ou o aumento da circulação são denominadas “áreas quentes” (*hot spots*). Estas são observadas com maior frequência diretamente na pele que recobre as lesões (CIUTACU, TANASE e MICLAUS, 2006). Enquanto a degeneração e má perfusão podem gerar um padrão de hipotermia (GARAGIOLA e GIANI, 1990) essas, denominadas “áreas frias” (*cold spots*), estão relacionadas com a redução no fluxo sanguíneo geralmente devido a edema, trombose, tecido cicatricial e aumento do estímulo nervoso (CIUTACU, TANASE e MICLAUS, 2006).

Durante as avaliações dos touros do Grupo B através da TIV, foi possível observar termogramas com alterações das temperaturas na área do plexo pampiniforme que se aproximavam da temperatura corpórea, sugerindo ser esta a provável causa da correlação negativa da TGP com a concentração espermática, mostrada na Tabela 2. As análises da TIV e os resultados estatísticos indicam que para esse grupo de touros as alterações estavam estabelecidas principalmente na região do plexo pampiniforme, sugerindo ineficiência nos mecanismos fisiológicos de termorregulação afetando os testículos e conseqüentemente a espermatogênese.

Setchell, Voglmayr e Hinks (1971), num estudo realizado em carneiros, observaram queda na concentração espermática após 20 dias quando os testículos foram submetidos ao aquecimento a 40°C durante três horas. Estes achados corroboram com as observações de Barth e Oko (1989) que relataram o efeito adverso da temperatura testicular elevada sobre a espermatogênese e fertilidade.

Neste grupo também foi possível notarmos maior frequência de assimetria na distribuição da temperatura na superfície do plexo e escroto (Figuras 16 e 17).

Normalmente quando pensamos na relação temperatura e sistema reprodutor masculino, temos a tendência em associarmos valores elevados de temperatura prejudicando a espermatogênese. Entretanto, o aumento ou queda excessiva da temperatura das áreas dos plexos e testículos, não favorece a espermatogênese adequada.

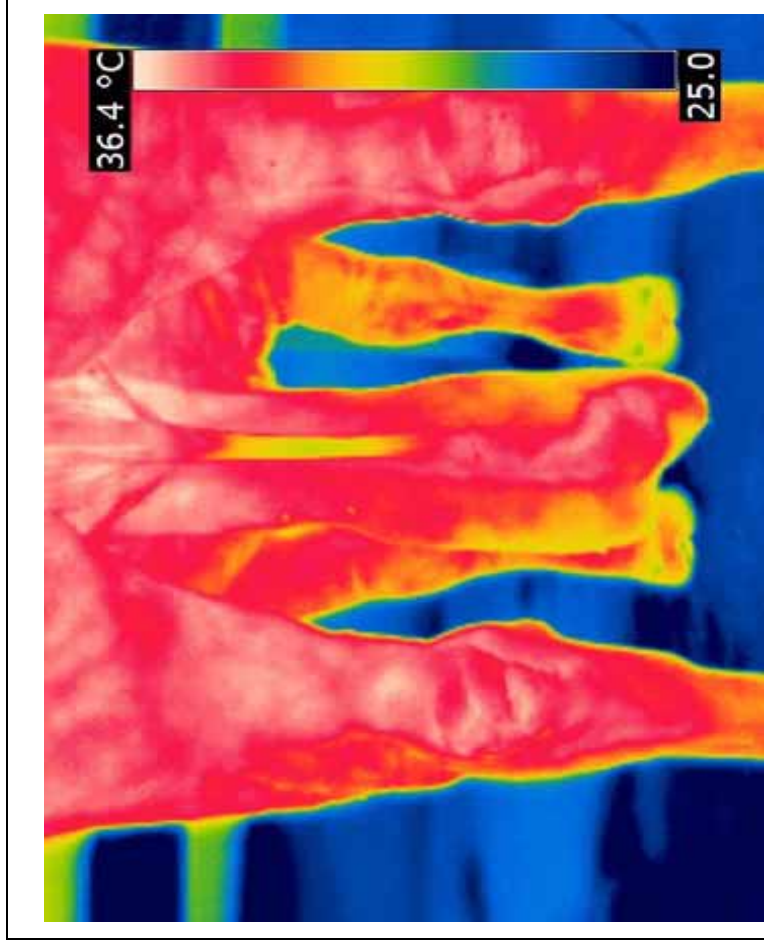


Figura 16. Termograma de touro do Grupo B demonstrando assimetria na distribuição da temperatura da superfície do plexo e escroto. Nota-se a acentuada área de aumento da temperatura na superfície dos plexos e maior parte do escroto direito.

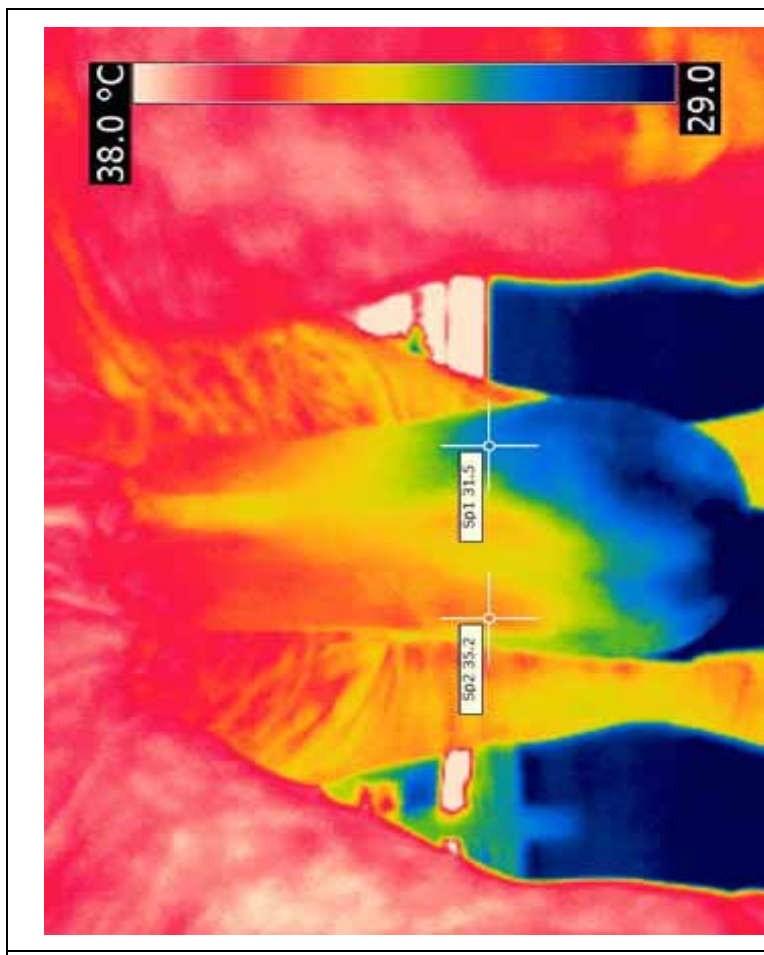


Figura 17. Termograma de touro do Grupo B demonstrando assimetria na distribuição da temperatura da superfície do plexo e escroto. Nota-se a área de aumento da temperatura na superfície dos plexos esquerdo e baixa temperatura no escroto direito.

Alterações na área testicular relacionadas a baixas temperaturas (“áreas frias”) também foram observadas (Figura 17) assemelhando-se aos relatos de Purohit et al. (1985) que descreveram que nos touros com degeneração testicular crônica e fibrose as temperaturas das áreas avaliadas pela TIV estavam reduzidas.

Barth (2006) relata que queimaduras do escroto por congelamento estão relacionadas a alterações na termorregulação ocasionando degeneração testicular e alterando na espermatogênese.

Os valores do intervalo de confiança (IC) a 95%, das variáveis da TIV para os grupos A e B, estão demonstrados na Tabela 3. Observou-se que para os grupos A e B os valores da TGE e TEE, destacados em negrito, para ambos os grupos não se encontram dentro do mesmo intervalo. Este fato sugere que pode haver diferença significativa da TGE e TEE entre os grupos avaliados, embora o delineamento experimental não permita ser categórico.

Tabela 3. Intervalo de Confiança (IC) das médias (°C) das variáveis da termografia infravermelha dos Grupos A e B.

TIV	Grupo A	Grupo B
TGP	34,3; 34,7	34,2; 34,7
TGE	32,4; 32,8	32,9; 33,3
TPE	34,5; 34,9	34,6; 35,0
TPD	34,4; 34,9	34,5; 34,9
TEE	32,4; 32,8	33,1; 33,5
TED	32,3; 32,7	32,7; 33,1

TGP – Temperatura global do plexo pampiniforme; TGE – Temperatura global do escroto; TPE – Temperatura do plexo pampiniforme esquerdo; TPD – Temperatura do plexo pampiniforme direito; TEE – Temperatura do escroto esquerdo; TED – Temperatura do escroto direito. °C – graus centígrados.

Apesar da pequena diferença entre os valores da TGE e TEE, estes não se interseam e para ambos os grupos estudados estão dentro dos limites de 2 a 6°C abaixo da temperatura abdominal considerados normais e sugeridos por Waites(1970); Setchell (1978); Coulter e Kastelic (1994).

Para o Grupo A os resultados obtidos da correlação de Pearson (r) entre TA x espermograma e TR x espermograma encontram-se distribuídos na Tabela 4 e Tabela 5 respectivamente. Os valores para $p \leq 0,05$ estão em negrito. A TAF apresentou correlação negativa com os defeitos maiores (Tabela 4), enquanto a TR apresentou correlações negativas com a motilidade e defeitos menores (Tabela5).

Tabela 4. Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre a TA e o espermograma para o Grupo A; $p \leq 0,05$ significativo a 5% pelo teste t-Student.

TA		Concentração	Motilidade	Vigor	DMA	DME
TAI	r	-0,0200	-0,0482	-0,1390	-0,1605	0,0917
	p	0,8139	0,5716	0,1013	0,0582	0,2808
TAF	r	-0,0198	-0,0298	-0,1272	-0,1737	0,0701
	p	0,8160	0,7261	0,1340	0,0401	0,4102

TA – Temperatura ambiental. TAI – Temperatura ambiental inicial; TAF – Temperatura ambiental final; DMA – Defeitos maiores; DME – Defeitos menores.

Tabela 5. Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre a TR e o espermograma para o Grupo A; $p \leq 0,05$ significativo a 5% pelo teste t-Student.

		Concentração	Motilidade	Vigor	DMA	DME
TR	r	-0,0372	-0,1717	-0,1230	0,1154	-0,1793
	p	0,6625	0,0424	0,1475	0,1744	0,0340

TR - Temperatura retal; DMA – Defeitos maiores; DME – Defeitos menores.

Os resultados obtidos da correlação de Pearson (r) entre TA x espermograma e TR x espermograma para o Grupo B encontram-se distribuídos nas Tabelas 6 e 7. Os valores para $p \leq 0,05$ estão em negrito. Não foram observadas correlações

significativas para a TAI ou TAF (Tabela 6). Para a TR ocorreu uma correlação negativa com a concentração (Tabela 7).

Tabela 6. Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre a TA e o espermograma para o Grupo B; $p \leq 0,05$ significativo a 5% pelo teste t-Student.

TA		Concentração	Motilidade	Vigor	DMA	DME
TAI	r	-0,0555	-0,1129	-0,0705	0,0052	-0,0605
	p	0,4985	0,1672	0,3892	0,9491	0,4599
TAF	r	-0,1025	-0,1222	-0,0548	0,0126	-0,0542
	p	0,2102	0,1349	0,5033	0,8771	0,5082

TA – Temperatura ambiental. TAI – Temperatura ambiental inicial; TAF – Temperatura ambiental final; DMA – Defeitos maiores; DME – Defeitos menores.

Tabela 7. Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre a TR e o espermograma para o Grupo B; $p \leq 0,05$ significativo a 5% pelo teste t-Student.

		Concentração	Motilidade	Vigor	DMA	DME
TR	r	-0,4190	-0,0510	-0,0878	-0,0704	0,0375
	p	0,0001	0,5339	0,2832	0,3903	0,6468

TR - Temperatura retal; DMA – Defeitos maiores; DME – Defeitos menores.

Estudos sobre a influência da temperatura ambiental na espermatogênese remontam desde a primeira metade do século XX (GABALDI e WOLF, 2002).

Considerando a constituição do Grupo A, animais com sêmen de qualidade superior, a correlação negativa observada da TAF com os defeitos maiores (Tabela 4) não era esperada e sim o oposto. Portanto, não foi encontrada na literatura explicação biológica para o aumento ou diminuição da TAF e consequente diminuição ou aumento dos defeitos maiores, respectivamente, bem como a correlação negativa da TR e defeitos menores (Tabela 5). Para o Grupo B não foram observadas correlações significativas em relação as TAI e TAF com o espermograma (Tabela 6).

Entretanto, a correlação negativa da TR com a motilidade (Tabela 5) para o Grupo A e da TR com a concentração (Tabela 7) para o Grupo B é semelhante aos achados de Silva et al. (2011) obtidos em ovinos onde o aumento da temperatura retal afetou negativamente a motilidade e concentração espermática, respectivamente.

Porém, deve-se ressaltar que a temperatura é apenas um, dentre inúmeros fatores, que podem afetar a espermatogênese.

Os resultados obtidos da correlação de Pearson (r) entre US Doppler x espermograma para o Grupo A encontram-se distribuídos na Tabela 6 e os valores para $p \leq 0,05$ estão em negrito. Para as variáveis da US Doppler as correlações significativas ocorreram entre a VSM E, VSM D, VSM M, IP E, IR E e motilidade espermática; IP E, IP D, IP M, IR E, IR D, IR M e vigor espermático; IP E, IR E e defeitos maiores.

Tabela 8. Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre as variáveis da US Doppler e espermograma para o Grupo A; $p \leq 0,05$ significativo a 5% pelo teste t-Student.

US Doppler		Concentração	Motilidade	Vigor	DMA	DME
VSM E	r	0,0510	0,1709	0,1268	-0,1584	0,0030
	p	0,5493	0,0434	0,1354	0,0616	0,9713
VSM D	r	0,0428	0,2005	0,1231	0,0046	0,0210
	p	0,6153	0,0175	0,1472	0,9569	0,8050
VSM M	r	0,0612	0,2368	0,1615	-0,1140	0,0139
	p	0,4720	0,0048	0,0565	0,1796	0,8704
VDF E	r	-0,0467	-0,0514	-0,0585	0,0420	0,0382
	p	0,5832	0,5463	0,4918	0,6216	0,6535
VDF D	r	-0,0477	0,1361	-0,0590	0,0349	0,0240
	p	0,5750	0,1087	0,4881	0,6820	0,7780
VDF M	r	-0,0562	0,0447	-0,0699	0,0460	0,0374
	p	0,5094	0,5996	0,4113	0,5892	0,6601
IP E	r	0,0943	0,2478	0,2393	-0,1855	-0,0270
	p	0,2676	0,0032	0,0044	0,0282	0,7511
IP D	r	0,0995	0,0746	0,2607	-0,0963	0,0287
	p	0,2420	0,3809	0,0019	0,2575	0,7361
IP M	r	0,1036	0,1011	0,2677	-0,1156	-0,0323
	p	0,2229	0,2343	0,0014	0,1737	0,7045
IR E	r	0,1113	0,2196	0,2444	-0,1893	-0,0330
	p	0,1905	0,0091	0,0036	0,0251	0,6982
IR D	r	0,0902	0,0468	0,2264	-0,0773	-0,0291
	p	0,2888	0,5824	0,0071	0,3634	0,7882
IR M	r	0,1164	0,1524	0,2675	-0,1548	-0,0285
	p	0,1705	0,0721	0,0014	0,0677	0,7326

VSM – Velocidade sistólica máxima; VDF – Velocidade diastólica final; IP – Índice de pulsatilidade; IR – Índice de resistência; E- Esquerdo; D – Direito; M – Média; DMA – Defeitos maiores; DME – Defeitos menores.

Os resultados obtidos da correlação de Pearson (r) entre US Doppler x espermograma para o Grupo B encontram-se distribuídos na Tabela 7 e os valores para $p \leq 0,05$ estão em negrito. Para as variáveis da US Doppler as correlações significativas ocorreram entre a VSM E e concentração espermática; IP D e motilidade espermática; VSM E, VSM M, IP E, IP D, IP M, IR D, IR M e defeitos maiores.

Tabela 9. Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre as variáveis da US Doppler e do espermograma para o Grupo B; $p \leq 0,05$ significativo a 5% pelo teste t-Student.

US Doppler		Concentração	Motilidade	Vigor	DMA	DME
VSM E	r	-0,2308	-0,1158	-0,1301	0,1947	-0,0197
	p	0,0043	0,1568	0,1113	0,0185	0,8100
VSM D	r	0,0511	0,0039	0,0336	0,0371	0,1439
	p	0,5331	0,9620	0,6816	0,6503	0,0778
VSM M	r	-0,1367	-0,0851	-0,0741	0,1608	0,0715
	p	0,0941	0,3196	0,3654	0,0485	0,3827
VDF E	r	-0,0580	-0,0569	-0,0461	0,0194	-0,0334
	p	0,4787	0,4873	0,5734	0,8130	0,6835
VDF D	r	0,0538	0,1299	0,1132	-0,1248	0,0724
	p	0,5111	0,1118	0,1663	0,1266	0,3768
VDF M	r	-0,0134	0,0249	0,0241	-0,0484	0,0127
	p	0,8698	0,7609	0,7687	0,5551	0,8766
IP E	r	-0,1249	-0,0667	-0,0930	0,1674	0,0233
	p	0,1263	0,4157	0,2557	0,0399	0,7764
IP D	r	-0,0227	-0,1664	-0,1402	0,1948	0,0188
	p	0,7814	0,0411	0,0858	0,0165	0,8184
IP M	r	-0,0466	-0,1533	-0,1311	0,1989	0,0184
	p	0,5694	0,0602	0,1084	0,0143	0,8225
IR E	r	-0,1489	-0,0318	-0,0562	0,1590	0,0271
	p	0,0679	0,6981	0,4929	0,0511	0,7404
IR D	r	-0,0364	-0,1252	-0,0897	0,1653	-0,0057
	p	0,6567	0,1255	0,2730	0,0424	0,9439
IR M	r	-0,1072	-0,0878	-0,0824	0,1861	0,0132
	p	0,1899	0,2832	0,3140	0,0221	0,8715

VSM – Velocidade sistólica máxima; VDF – Velocidade diastólica final; IP – Índice de pulsatilidade; IR – Índice de resistência; E- Esquerdo; D – Direito; M – Média.

O fluxo sanguíneo é definido como o transporte de um volume por unidade de tempo: mL/tempo; L/tempo. A velocidade sanguínea é definida como a distância percorrida por uma quantidade de sangue por unidade de tempo: mm/tempo; cm/tempo e descreve a rapidez com que a fração de ejeção percorre o sistema arterial (REECE, 2006).

No traçado do gráfico espectral, obtido pela ultrassonografia Doppler, a VSM é representada pelo ponto mais elevado e a VDF pelo ponto mais baixo do gráfico, antes do início da próxima sístole (SILVA, 2010).

A correlação positiva da VSM (esquerda, direita e média) com a motilidade espermática observada no Grupo A (Tabela 6) sugere que os valores da VSM, para este grupo de touros, são normais e o fluxo sanguíneo testicular eficiente e adequado corroborando com uma espermatogênese normal. Esta hipótese é sustentada pela qualidade superior dos espermogramas destes animais, principalmente se comparados aos do Grupo B.

Para o Grupo B ocorreu uma correlação negativa entre a VSME e concentração espermática (Tabela 7); este achado pode sugerir baixa perfusão tecidual nas áreas perfundidas pela artéria avaliada, decorrente de lesões, por exemplo - fibroses e danos vasculares, não favorecendo o fluxo adequado dos componentes sanguíneos com os tecidos locais. Neste mesmo grupo foi observada correlação positiva entre a VSM (esquerda e média) e defeitos maiores (Tabela 7) sugerindo que a hipótese supracitada é consistente, pois se a perfusão tecidual fosse adequada à porcentagem de defeitos maiores supostamente diminuiria.

De acordo com os resultados obtidos para o Grupo A (Tabela 6) observa-se que ocorreram correlações positivas do IP e IR (esquerdos) com a motilidade espermática, IP e IR (esquerdo, direito e média) com o vigor espermático e correlações negativas do IP e IR (esquerdos) com os defeitos maiores.

Os índices de pulsatilidade e resistência são determinados pelas correlações entre as velocidades sistólica, diastólica e média, $IR = [(VSM - VDF) / VSM]$, $IP = (VSM - VDF) / \text{velocidade média}$ e são independentes do ângulo de incidência e segundo Ginther e Matthew (2004), estão relacionados a hemodinâmica do tecido suprido pela artéria correspondente.

Estes permitem a comparação do fluxo durante a sístole e diástole e auxiliam na avaliação de estenose, trombose, nos vasos periféricos com fluxo de resistência aumentada (CARVALHO, CHAMMAS e CERRI, 2008) e promovem informações sobre a resistência circulatória do tecido estudado. De modo prático, podemos afirmar que quanto menores forem estes índices, maior a perfusão vascular do tecido ou região avaliada (GINTHER e UTT, 2004), portanto, baixa resistência sugere alto metabolismo e alta resistência sugere baixo metabolismo (CARVALHO, CHAMMAS e CERRI, 2008).

Portanto, de acordo com as observações dos autores supracitados baixos valores de IP e IR favorecem o aporte sanguíneo, logo, suposto tenderiam estes índices, em relação às variáveis do espermograma, a se correlacionarem negativamente com as mais desejáveis e positivamente com as indesejáveis. Entretanto esta tendência não foi observada para o Grupo A e não foram encontrados na literatura dados que elucidassem o real motivo. Do ponto de vista da correlação de menores valores destes índices com uma melhor perfusão tecidual os resultados encontrados neste estudo ratificam as afirmações anteriores.

De modo oposto o aumento dos valores do IP ou IR indicam aumento da resistência e diminuição da perfusão dos tecidos distais (GINTHER e MATTHEW, 2004). Essa afirmação corrobora com as observações encontradas para o Grupo B (Tabela 7) onde ocorreu a correlação negativa do IP (direito) com a motilidade espermática e correlações positivas do IP (esquerdo, direito e média) e IR (direito e média) com os defeitos maiores.

O IR é correlacionado com a perfusão tecidual em caso de complacência vascular normal. Diferentes alterações teciduais podem levar a um aumento ou diminuição no IR. Em pacientes humanos onde o espermograma apresentava maior frequência de defeitos, comparados a pacientes com uma contagem normal de espermatozoides a mensuração do IR demonstrou aumento da resistência vascular testicular (SCHURICH et al., 2009).

De modo semelhante, Zelli et al.(2013) encontraram em cães uma correlação negativa do IP e IR com a motilidade espermática e sugerem uma explicação com base nas observações de Hsu et al. (1994) onde a diminuição do fluxo sanguíneo arterial para o testículo ocasionou baixa de energia resultando na diminuição da

espermatogênese e que a relação inversa desses índices com o fluxo sanguíneo explicaria esta correlação.

Os valores do intervalo de confiança (IC) a 95%, das variáveis da US Doppler para os grupos A e B, estão demonstrados na Tabela 8. Destacados em negrito os IC onde não ocorreram interseções.

Tabela 10. Intervalo de Confiança (IC) das médias das variáveis US Doppler dos Grupos A e B.

US Doppler	Grupo A	Grupo B
VSM (cm/s)	25,23; 26,78	25,03; 26,50
VDF (cm/s)	11,49; 12,50	9,09; 9,96
IP	0,63; 0,68	0,81; 0,87
IR	0,52; 0,55	0,61; 0,64

VSM – Velocidade sistólica máxima; VDF – Velocidade diastólica final; IP – Índice de pulsatilidade; IR – Índice de resistência.

De acordo com os intervalos de confiança (IC) encontrados para as variáveis da US Doppler (Tabela 8) observou-se que para os grupos A e B os valores da VSM para ambos os grupos se intersejam. Este fato sugere que pode não haver diferença significativa da VSM entre os grupos. De modo oposto, os valores da VDF, IP e IR não se intersejam sugerindo que pode haver diferença significativa para estas variáveis entre os grupos, embora o delineamento experimental não permita ser categórico.

Pedro, Pedro e Fernandes (2006) afirmam que a VSM pode estar aumentada num local devido a uma estenose ou a tortuosidade, mesmo sem lesão e diminuída pela presença de estenose a montante ou estenose suboclusiva.

Kutzler et al. (2011) avaliaram o fluxo testicular em camelídeos hígidos, divididos em dois grupos: animais férteis e inférteis, utilizando a ultrassonografia Doppler. Os autores relataram que a VSM nas artérias suprategesticulares foi superior nos machos férteis quando comparados com machos inférteis, além da semelhança anatômica vascular do plexo pampiniforme entre camelídeos e bovinos.

Portanto, considerando que neste estudo os grupos dos touros avaliados foram estabelecidos por animais hígidos e não inférteis, é provável ser esta a causa da não diferença do IC da VSM entre os grupos.

Os valores do IC das médias da VDF (Tabela 8) para o grupo A permaneceram acima dos valores do grupo B; a VDF média também foi maior para o grupo A em 24 dos 26 momentos avaliados (Figura 18), assemelhando-se as observações de Kutzler et al. (2011) realizadas na comparação entre os grupos de camelídeos férteis x inférteis, onde a VDF foi maior para o grupo de camelídeos férteis. Entretanto, Kutzler et al. (2011) não sugeriram ou elucidaram prováveis motivos para esta observação.

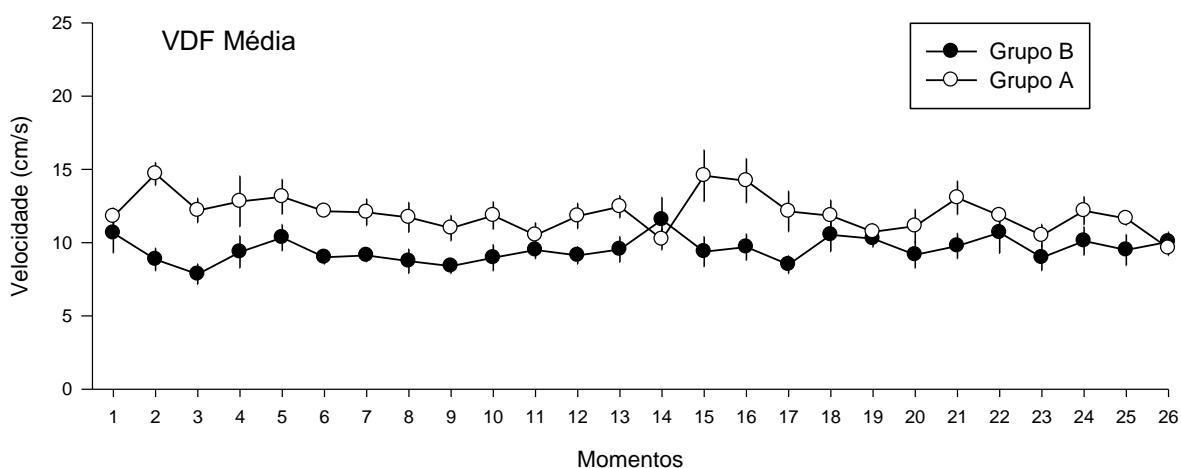


Figura 18. Velocidade diastólica final média (VDF M) do fluxo sanguíneo em uma porção aleatória da artéria testicular nos plexos pampiniformes de touros (lado esquerdo e direito), dos grupos: A e B, durante os 26 momentos analisados. Observa-se predomínio de valores maiores para a VDF média do grupo controle.

O colágeno e a elastina são componentes que permitem a contração e expansão vascular durante os batimentos cardíacos. Estruturalmente o sistema arterial contém colágeno e elastina principalmente, e pouca complacência, resistindo ao fluxo sanguíneo. A complacência do sistema vascular tem ampla variação (REECE, 2006), inclusive entre indivíduos.

A VSM e a VDF estão associadas com a complacência e a resistência vascular renal (Bude e Rubin, 1999; Tublin et al., 1999; Murphy e Tublin, 2000; Tublin e Bude, 2003; Krumme, 2006; citados por GAO et al., 2011) e são altamente dependentes da distensão das pequenas artérias (GAO et al., 2011).

Saunders et al. (1998) relataram que não somente a resistência, mas sim a impedância vascular (combinação de resistência e complacência) altera o formato da onda Doppler espectral e Bude e Rubin (1999) demonstraram que a VDF diminui com a redução da complacência vascular.

Gao et al. (2011) sugerem que a diminuição da distensão vascular reduz o efeito sobre o fluxo de sangue nos vasos renais durante a sístole e diástole, mas com efeito particular sobre a VDF e Langer (2007) citado por Gao (2011) infere a fibrose intersticial ou a rigidez da própria artéria, como prováveis fatores para elucidar o resultado da baixa complacência vascular.

Considerando as afirmações supracitadas podemos sugerir que processos semelhantes relacionados à fibrose intersticial e alterações vasculares, ocasionados pelos mais diversos fatores, podem ocorrer na região dos plexos e testículos resultando em alterações nos mecanismos de controle da impedância vascular refletindo nos valores da VSM e VDF.

Novamente faz-se a ressalva que os touros utilizados não eram inférteis, entretanto os resultados sugerem que valores menores da VDF parecem estar relacionados aos animais com sêmen de qualidade inferior.

Os ICs para o IP e IR dos grupos avaliados (Tabela 8) foram menores para os touros do Grupo A. Os gráficos das médias do IP e IR para os 26 momentos avaliados demonstram curvas semelhantes e ambos permaneceram com valores menores para o Grupo A na maioria dos momentos avaliados (Figuras 19 e 20).

Amso et al. (2001) e Ginther e Utt (2004) afirmaram que o IP e o IR possuem uma alta correlação, fato observado neste estudo, entretanto, considerando as

análises de correlação podemos afirmar que o IP foi mais sensível que o IR na avaliação do Grupo B, visto que todos os seus valores (esquerdo, direito e média) se correlacionaram com os defeitos maiores (Tabela 7).

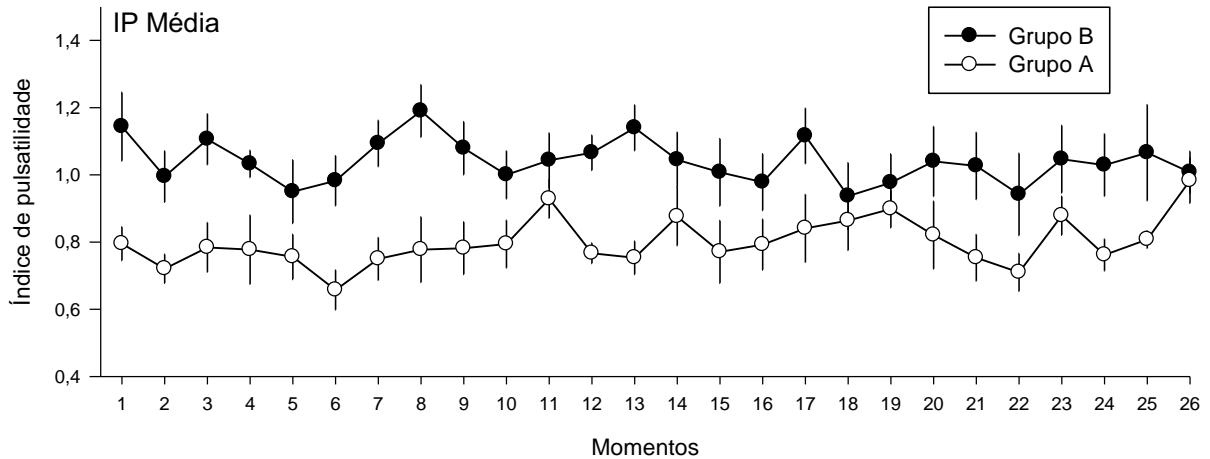


Figura 19. Média do índice de pulsatilidade (IP M) em uma porção aleatória da artéria testicular nos plexos pampiniformes de touros (lado esquerdo e direito) dos grupos, tratado e controle, durante os 26 momentos analisados. Observa-se predomínio de valores maiores para a média do IP do grupo B.

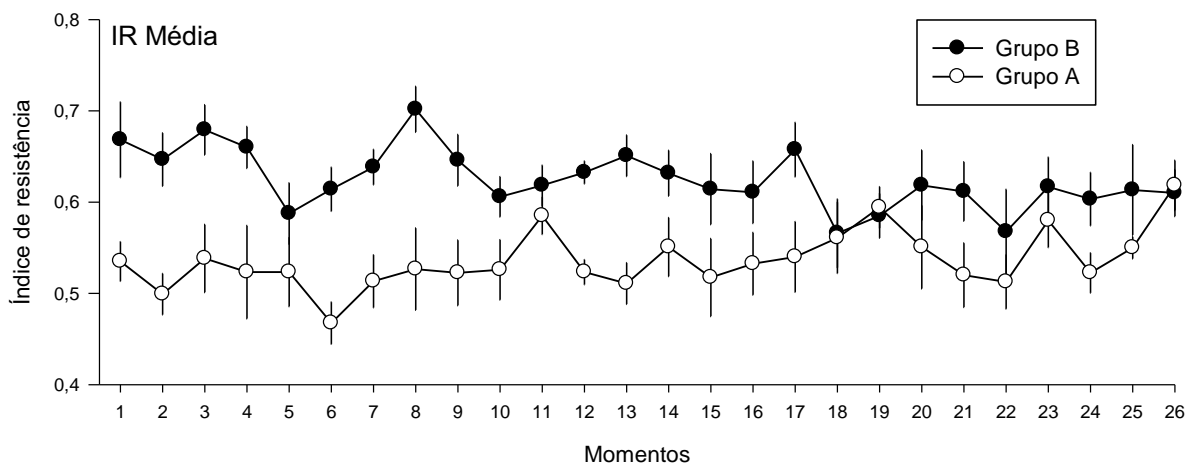


Figura 20. Média do índice de resistência (IR M) em uma porção aleatória da artéria testicular nos plexos pampiniformes de touros (lado esquerdo e direito) dos grupos, tratado e controle, durante os 26 momentos analisados. Observa-se predomínio de valores maiores, exceto momentos 19 e 26, para a média do IR do grupo B.

É sabido que o fluxo de sangue estável, provido pela artéria testicular, é a principal via de transporte dos nutrientes, hormônios e produtos de secreção para os testículos, necessário para os processos metabólicos, espermatogênese (BERGH e DAMBER, 1993) e remoção de resíduos (DAMBER e JANSON, 1978).

O aporte sanguíneo adequado para os testículos é crucial para a sua função (SETCHELL, 1990; POZOR, 2007) logo, alterações que diminuam o fluxo sanguíneo (POZOR, 2007; KUTZLER et al., 2011; ZELLI et al., 2013) ocasionam isquemia (ZELLI et al., 2013) alteram os mecanismos de termorregulação e consequente deterioração da espermatogênese podendo resultar em infertilidade (KUTZLER et al., 2011) e afetar de modo permanente a produção de espermatozoides de ambos os testículos ou o contralateral, além de alterar volume testicular (POZOR, 2007).

Afora do controle neural e endócrino, o diâmetro dos vasos menores pode ser controlado por metabólitos locais, como adenosina, pH, K^+ , Ca^{2+} , O_2 , CO_2 , ON (óxido nítrico) e citocinas (REECE, 2006).

A pressão capilar e tensão de oxigênio nos túbulos seminíferos (SETCHELL, 1990) e testículos são notavelmente baixas, portanto, a espermatogênese é adaptada a um ambiente de “semi hipóxia” e com a vantagem de evitar danos ao espermatozoide por radicais livres de oxigênio (MAX, 1992, SETCHELL et al., 1994; AITKEN, 1999).

Reyes et al. (2012) afirmam que em homens expostos à hipóxia ou condições que prejudicam o fluxo sanguíneo testicular, o aumento da temperatura e a produção de espécies reativas de oxigênio são dois eventos que poderiam, em parte, explicar as alterações na função endócrina celular e diminuição da produção de espermatozoides. Estas condições induzem a ativação dos mecanismos de defesa antioxidantes e ativação da apoptose e danos de DNA nas células germinativas em desenvolvimento.

Na espécie humana, OLIVEIRA (2013) sugere que a inflamação da parede vascular desempenha importante função na patogenia e progressão da doença cardiovascular aterosclerótica com diminuição da biodisponibilidade do ON e aumento do estresse oxidativo, promovendo vasoconstrição crônica.

Aliadas as afirmações supracitadas, os valores do IR e IP encontrados neste estudo corroboram com as afirmações de Ginther e Utt (2004), Ginther e Matthew

(2004), Carvalho, Chammas e Cerri (2008) e Schurich et al. (2009) que relacionaram índices menores a melhor perfusão vascular do tecidual e índices maiores a resistência vascular aumentada.

Bude e Rubin (1999) afirmaram que diversos estudos atribuíram as variações do IR ao aumento da resistência vascular não considerando a complacência vascular e demonstraram o aumento do IR relacionando estas duas variáveis.

De acordo com essas premissas, em relação ao IP e IR, este estudo sugere que os touros do Grupo A apresentaram melhor impedância vascular, melhor perfusão tecidual em relação ao Grupo B sugerindo que valores menores do IP e IR estão relacionados a touros com sêmen de qualidade superior.

No decorrer deste estudo foi observado sensibilidade dolorosa na área do plexo pampiniforme esquerdo durante as avaliações pela US Doppler, para alguns touros de ambos os grupos, suscitando hipóteses a respeito da provável causa deste achado.

Seguida as análises estatísticas foram observadas correlações significativas e diferenças no IC para o lado esquerdo do plexo pampiniforme e testículo dos touros estudados. Grupo A: TIV - TEE com a concentração espermática (Tabela 1) e IC da TEE entre os grupos (Tabela 3); US Doppler – IP E, IR E com motilidade espermática, vigor espermático e defeitos maiores (Tabela 6). Grupo B: IC da TEE entre os grupos (Tabela 3).

Na espécie humana a varicocele do lado esquerdo apresenta frequência de 90% comparada à varicocele bilateral (10%). A drenagem da veia testicular esquerda na veia renal, o ângulo de inserção e a maior frequência da ausência de válvulas na veia testicular esquerda em relação à direita são alguns fatores atribuídos a este achado (RAJEEV e RUPIN, 2005).

Afecções congênitas como hipoplasia testicular, criptorquidismo, hérnia escrotal ou inguinal podem ocorrer em touros e com maior frequência do lado esquerdo (BARTH, 2006).

Wyrost et al. (1990) citado por ROZA et al. (2012) encontrou em bovinos de um a 10 dias de idade diferenças na drenagem da veia testicular esquerda, alternando a drenagem para a veia ilíaca circunflexa profunda ou para a veia ilíaca comum, enquanto a veia testicular direita drenava na veia cava caudal.

Roza et al. (2012) observou em 31 caprinos da raça Saanen que 100% das veias testiculares direitas drenavam para a veia cava caudal, enquanto a veia testicular esquerda variou a drenagem entre a veia cava caudal (16 animais), veia ilíaca comum (14 animais) e veia ilíaca externa esquerda (um animal).

Considerando as afirmações supracitadas referentes a afecções ou variações anatômicas, podemos suscitar a hipótese da relação destas com os achados observados nos touros dos grupos avaliados e nas correlações significativas encontradas para o lado esquerdo. Entretanto, são necessários outros estudos para avaliar e elucidar a diferença anatômica da inserção das veias testiculares em touros adultos e a correlação destas com as alterações da temperatura e vasculatura do plexo pampiniforme e testículos.

Apesar dos resultados observados neste estudo estarem expostos de forma segmentada, estes corroboram com o intrínseco modelo da interação entre temperatura e fluxo sanguíneo testicular. Demonstram a validade das ferramentas utilizadas, bem como suas limitações. Suscitam hipóteses em relação a complexos mecanismos de controle testicular da temperatura e fluxo sanguíneo, vários destes em estudo ou estudados, principalmente na espécie humana, entretanto com raras menções em touros. Portanto, existem inúmeras hipóteses a serem elucidadas e este estudo inédito, associando termografia e ultrassonografia Doppler, pode contribuir com uma parcela deste vasto tema na espécie bovina.

5. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos deste estudo conclui-se que:

- A termografia infravermelha permite a observação de alterações precoces da temperatura do plexo e escroto;
- A ultrassonografia Doppler demonstrou correlações entre a VDF, IR e IP com qualidade do sêmen demonstrando ser útil na avaliação andrológica de touros.
- Touros com qualidade de sêmen superior apresentaram menor impedância vascular das artérias testiculares.

6. REFERÊNCIAS

AITKEN, R. J. The human spermatozoon: a cell in crisis? **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 115, p. 1–7, 1999.

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.

AMSO, N. N.; WATERMEYER, S. R.; PUGH, N.; O'BRIEN, S.; D'ANGELO, A. Quantification of power Doppler energy and its future potential. **Fertility and Sterility**, Philadelphia, v. 76, n. 3, p. 583-587, 2001.

ANUALPEC, 2012: anuário da pecuária brasileira. São Paulo: Informa Economics FNP, 2012. 378 p.

ARAVINDAKSHAN, J. P.; HONARAMOOZ, A.; BARTLEWSKI, P. M.; BEARD, A. P.; PIERSON, R. A.; RAWLINGS, N. C. Pattern of gonadotropin secretion and ultrasonographic evaluation of developmental changes in the testis of early and late maturing bull calves. **Theriogenology**, Philadelphia, v. 54, n. 3, p. 339-354, 2000.

ARORA, N., MARTINS, D., RUGGERIO, D., TOUSIMIS, E., SWISTEL, A. J., OSBORNE, M. P., SIMMONS, R. M. Effectiveness of a noninvasive digital infrared thermal imaging system in the detection of breast cancer. **The American Journal of Surgery**, Philadelphia, v. 196, n. , p. 523–526, 2008.

ASBIA (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL). **Index ASBIA**: importação, exportação e comercialização de sêmen. [Uberaba], 2012. p. 5.

BAILEY, T. L.; HUDSON, R. S.; POWE, T. A.; RIDDEL, M. G.; WOLFE, D. F.; CARSON, R. L. Caliper and ultrasonographic measurements of bovine testicles and a mathematical formula for determining testicular volume and weight *in vivo*. **Theriogenology**, Philadelphia, v. 49, n. , p. 581-594, 1998.

BARBOSA, R. T.; MACHADO, R. **Panorama da inseminação artificial em bovinos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. 28 p. (Documentos, 84). Disponível em:
<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPPE/18193/1/Documentos84.pdf>>
Acesso em: 24 fev. 2014.

BARBOSA, R. T.; MACHADO, R.; BERGAMSCHI, M. A. C. M. **A importância do exame andrológico em bovinos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 13 p. (Circular Técnica, 41). Disponível em:
<<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/47256/1/Circular41.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2014.

BARTH, A. B.; ALISIO, L.; AVILÉS, M.; ARTEAGA, A. A.; CAMPBELL, J. R.; HENDRICK, S. H. Fibrotic lesions in the testis of bulls and relationship to semen quality. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 106, p. 274–288, 2008.

BARTH, A. D. Congenital and Acquired Abnormalities of the Scrotum, Testes, and Epididymides of Bulls. **Large Animal Veterinary Rounds**, Saskatoon, v. 6, n. 4, [não paginado], 2006.

BARTH, A. D.; OKO, R. J. **Abnormal morphology of bovine spermatozoa**. Ames, IA: Iowa State University Press, 1989. p. 285.

BERGH, A.; DAMBER, J. E. Vascular controls in testicular physiology. In: KRETZER, D. de (Ed.). **Molecular biology of the male reproductive system**. San Diego: Academic Press, 1993. p. 439–468.

BRITO, L. F. C.; SILVA, A. E. D. F.; RODRIGUES, L. H.; VIEIRA, F. V.; DERAGON, L. A. G.; KASTELIC, J. P. Effect of age and genetic group on characteristics of the scrotum, testes and testicular vascular cones, and on sperm production and semen quality in AI bulls in Brazil. **Theriogenology**, Philadelphia, v. 58, n. , p. 1175-1186, 2002a.

BRITO, L. F. C.; SILVA, A. E. D. F.; RODRIGUES, L. H.; VIEIRA, F. V.; DERAGON, L. A. G.; KASTELIC, J. P. Effects of environmental factors, age and genotype on sperm production and semen quality in *Bos indicus* and *Bos taurus* AI bulls in Brazil. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 70, n. , p. 181-190, 2002b.

BUDE, R. O.; RUBIN, J. M. Relationship between the resistive index and vascular compliance and resistance. **Radiology**, Oak Brook, v. 211, n. 2, p. 411-417, 1999.

CARMELIET, P.; JAIN, R. K. Angiogenesis in cancer and other diseases. **Nature**, London, v. 407, n. , p. 249-257, 2000.

CARTEE, R. E.; GRAY, B. W.; POWE, T. A.; HUDSON, R. S.; WHITESIDE, J. Preliminary implications of B-mode ultrasonography of the testicles of beef bulls with normal breeding soundness examinations. **Theriogenology**, Philadelphia, v. 31, n. , p. 1149-1157, 1989.

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.

CHEMINEAU, P. Medio ambiente y reproduction animal. **Revista Mundial de Zootecnia**, Rome, v. 77, n. , p. 2–14, 1994.

CIUTACU, O.; TANASE, A.; MICLAUS, I. Digital infrared thermography in assessing soft tissues injuries on sport equines. **Buletin USAMV-CN.**, Cluj-Napoca, v. 63, n. , p. 228-233, 2006.

COLAK, A.; POLAT, B.; OKUMUS, Z.; KAYA, M.; YANMAZ, L. E.; HAYIRLI, A. Short communication: early detection of mastitis using infrared thermography in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 91, n. , p. 4244–4248, 2008.

COOK, N. J.; SMYKOT, A. B.; HOLM, D. E.; FASENKO, G.; CHURCH, J. S. Assessing feather cover of laying hens by infrared thermography. **The Journal of Applied Poultry Research**, Cary, v. 15, n. , p. 274–279, 2006.

COULTER, G. H.; SENGER, P. L.; BAILEY, D. R. C. Relationship of scrotal surface temperature measured by infrared thermography to subcutaneous and deep testicular temperature in the ram. **Journal of Reproduction and Fertility**, Cambridge, v. 84, n. , p. 417-423, 1988.

COULTER, G. H.; KASTELIC, J. P. Testicular thermoregulation in bulls. In: TECHNICAL CONFERENCE ON ARTIFICIAL INSEMINATION AND REPRODUCTION, 15., 1994, Columbia. **Proceedings...** Milwaukee, WI: National Association of Animal Breeders, 1994. p. 1-14.

DAMBER, J. E.; JANSON, P. O. Testicular blood flow and testosterone concentration in spermatic venous blood of anaesthetized rats. **Journal Reproduction Fertility**, Cambridge, v. 52, n. , p. 265–269, 1978.

DURRANT, B. S.; RAVIDA, N.; SPADY, T.; CHENG, A. New technologies for the study of carnivore reproduction. **Theriogenology**, Philadelphia, v. 66, n. , p. 1729–1736, 2006.

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

FLEMING, G. F. Hot or cold: the use of thermography in reptile husbandry and management. In: NORTH AMERICAN VETERINARY CONFERENCE, 2009, [S.I.]. **Proceedings...** Gainesville: NAVC, 2009. p. 1781-1782.

GAO, J.; RUBIN, J. M.; XIANG, D-Y.; WEN, H.; YONG, H. A.; JOHN, W.; AMELIA, N. G.; ROBERT, M. Doppler parameters in renal transplant dysfunction correlations with histopathologic changes. **Journal Ultrasound Medicine**, Laurel, v. 30, n. , p. 169–175, 2011.

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

GÁBOR, G.; SASSER, R. G.; KASTELIC, J. P.; MÉZES, M.; FALKAY, G.; BOZÓ, S.; CSÍK, J. V.; BÁRÁNY, I.; HIDAS, A.; SZÁSZ JUNIOR, S.; BOROS, G. Computer analysis of video and ultrasonographic images for evaluation of bull testes. **Theriogenology**, Philadelphia, v. 50, n. , p. 223-228, 1998.

GARAGIOLA, U.; GIANI, E. The use of telethermography in the management of sport injuries. **Sport Medicine**, Auckland, v. 10, n. , p. 267–272, 1990.

GATTO, M.; GIANESELLA, M.; MORGANTE, M. Applicazione della termografia nella diagnosi di acidosi ruminale subacuta della vacca da latte. **Large Animals Review**, Cremona, v. 16, n. , p. 7-12, 2010.

GINTHER, O. J., MATTHEW D. UTT. Doppler Ultrasound in Equine Reproduction: Principles, Techniques, and Potential. **Journal of Equine Veterinary Science**, Maryland Heights, v.24, n.12, p.516-526, 2004.

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, n. , p. 953–972, 1992.

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.

HEATH, A. M.; PUGH, D. G.; SARTIN, E. A.; NAVARRE, B.; PUROHIT, R. C. Evaluation of the safety and efficacy of testicular biopsies in llamas. **Theriogenology**, Philadelphia, v. 58, n. , p. 1125-1130, 2002.

HILDEBRANDT, C.; RASCHNER, C.; AMMER, K. An overview of recent application of medical infrared thermography in sports medicine in Austria. **Sensors**, Basel, v. , n. 10, p. 4700-4715, 2010.

HSU, H. S.; CHANG, L. S.; CHEN, M. T.; WEI, Y. H. Decreased blood flow and defective energy metabolism in the varicocele-bearing testicles of rats. **European Urology**, v. 25, p. 71–75, 1994.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Produção da pecuária municipal**. Rio de Janeiro, 2011. v. 39, p. 18.

JONES, B. F. A reappraisal of the use of infrared thermal image analysis in medicine. **IEEE Transactions on Medical Imaging**, Piscataway, v. 17, n. , p. 1019 –1027, 1998.

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

KASTELIC, J. P.; COOK, R. B.; COULTER, G. H.; WALLINS, G. L.; ENTZ, T. Environmental factors affecting measurement of bovine scrotal surface temperature with infrared thermography. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 41, n. , p. 153- 159, 1996.

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**, Amsterdam, v. 45, n. , p. 255-261, 1997.

KERR, J. **Review of the effectiveness of infrared thermal imaging (thermography) for population screening and diagnostic testing of breast cancer**. Christchurch: New Zealand Health Technology Assessment (NZHTA), v. 3, 60 p. (Tech Brief Series, 3), 2004.

KNÍŽKOVÁ, I.; KUNC, P.; GÜRDİL, G. A. K.; PINAR, Y.; SELVI, K. Ç. Applications of infrared thermography in animal production. **Journal of the Faculty of Agriculture**, Higashi-ku, v. 22, n. 3, p. 329-336, 2007.

KOIVISTO, M. B.; LUVIZOTTO, M. C. R.; NOGUEIRA, G. P.; VICENTE, W. R. R.; COSTA, M. T. A. Testosterone concentration in a bovine *Bos indicus* with bilateral varicocele. Case report. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 27-31, 2002.

KOTRBA, R.; KNÍŽKOVÁ, I.; KUNC, P.; BARTOŠ, L. Comparison between the coat temperature of the eland and dairy cattle by infrared thermography. **Journal of Thermal Biology**, Kidlington, v. 32, n. , p. 355–359, 2007.

KUNC, P.; KNÍŽKOVÁ, I.; PŘIKRYL, M., MALOUN, J. Infrared thermography as a tool to study the milking process: a review. **Agricultura Tropica et Subtropica**, Prague, v. 40, n. 1, p. 29-32, 2007.

KUTZLER, M.; TYSON, R.; GRIMES, M.; TIMM, K. Determination of testicular blood flow in camelids using vascular casting and color pulsed-wave doppler ultrasonography. **Veterinary Medicine International**, New York, v. 2011, n. , p. 1-7, 2011.

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

MAX, B. This and that hair pigments, the hypoxic basis of life and the Virgilian journey of the spermatozoon. **Trends in Pharmacological Sciences**, v. 13, p. 272–276, 1992.

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.

- MONINA, M. I., HERITIER, J. M., DELLA CROCE, M. R., GALETTI, E. J. R., IERACE, A. J. M., JUAN, F. M., OLIVARES, M. D., PECHIN, G., ROSSETTO, L., VERA, O. A., VERNA, M., VÉSPOLI PUCHEU, M. V. Evaluación ultrasonográfica de las gonadas del toro. **Ciência Veterinária**. Facultad de Ciencias Veterinarias, UNLPam, p.91-102, 2000.
- MONTANHOLI, Y. R., ODONGO, N. E., SWANSON, K. C., SCHENKEL, F. S., McBRIDE, B. W., MILLER, S. P. Application of infrared thermography as an indicator of heat and methane production and its use in the study of skin temperature in response to physiological events in dairy cattle (*Bos taurus*). **Journal of Thermal Biology**, v.33, p.468–475, 2008.
- NIKKHAH, A., PLAIZIER, J. C., EINARSON, M. S., BERRY, R. J., SCOTT, S. L., KENNEDY, A. D. 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.
- OLIVEIRA, M. I. M. dos S. **É possível retardar o envelhecimento vascular? Estado da arte**. 2013. 44 f. Dissertação (Mestrado em Medicina) - Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2013.
- PECHMAN, R. D., EILTS, B. E. B-Mode ultrasonography of the bull testicle. **Theriogenology**, Philadelphia v.27, p. 431-441, 1987.
- PEDRO, M. M., PEDRO, L. M., FERNANDES, J. F. Fatores de risco. **Sociedade portuguesa de cardiologia**, nº2, ano 1, p.62-67, julho-setembro 2006.
- PIERSON, R. A., ADAMS, G. P. Computer – Assisted image analysis, diagnostic ultrasonography and ovulation induction: strange bed fellows. **Theriogenology**, Philadelphia v.43, p.105-112, 1995.
- POLJAK-BLAZI, M., KOLARIC, D., JAGANJAC, M., ZARKOVIC, K., SKALA, K., ZARKOVIC, N. Specific thermographic changes during Walker 256 carcinoma development: Differential infrared imaging of tumour, inflammation and haematoma. **Cancer Detection and Prevention**, v.32, p.431–436, 2009.
- POZOR, M. A., McDONNELL, S. M. Color Doppler ultrasound evaluation of testicular blood flow in stallions. **Theriogenology**, Philadelphia v.61, p.799–810, 2004.
- POZOR, M. A. Diagnostic applications of ultrasonography to stallion's reproductive tract. **Theriogenology**, Philadelphia v.64, p.505-509, 2005.
- 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., CARSON, R.L., WOLFE, D.F., WALKER, D.F. Thermography of the bovine scrotum. **American Journal of Veterinary Research**, Schaumburg, v. 46, n. 11, p. 2388-2392, 1985.

RAINWATER-LOVETT, K.; PACHECO, J. M.; PACKER, C.; RODRIGUEZ, L. L. Detection of foot-and-mouth disease virus infected cattle using infrared thermography. **The Veterinary Journal**, London, v. 180, n. , p. 317–324, 2009.

RAJEEV, K.; RUPIN, S. Varicocele and male infertility: current status. **Journal Obstetrics Gynecology India**, New Delhi, v. 55, n. 6, p. 505-516, 2005.

RANTANEN, N. W.; EWING, R. L. Principles of ultrasound application in animals. **Veterinary Radiology**, Hoboken, v. 22, n. , p.196–203, 1981.

REECE, W. O. **Dukes**: fisiologia dos animais domésticos. 12. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 2006. 926 p.

REYES, J. G.; FARIAS, J. G.; HENRIQUEZ-OLAVARRIETA, S.; MADRID, E.; PARRAGA, M.; ZEPEDA, A. B.; MORENO, R. D. The hypoxic testicle: physiology and pathophysiology. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, New York, v. 2012, n. , p. 1-15, 2012.

RIBADU, A. Y.; NAKAO, T. Bovine reproductive ultrasonography: A review. **Journal of Reproduction and Development**, Sendai, v. 45, n. 1, p. 13–28, 1999.

ROZA, M. dos S.; SCHERER, P. O.; ABIDU-FIGUEIREDO, M. Anatomia das veias testiculares em caprinos da raça Saanen recém-natos. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 10, n. 2, p. 177-181, 2012.

SAUNDERS, H. M.; BURNS, P. M.; NEEDLEMAN, L.; JI-BIN, LIU; BOSTON, R.; WORTMAN, J. A.; CHAN, L. Hemodynamic factors affecting uterine artery doppler waveform pulsatility in sheep. **Journal Ultrasound Medicine**, Laurel, v. 17, n. , p. 357–368, 1998.

SCHAEFER, A. L.; COOK, N. J.; CHURCH, J. S.; BASARAB, J.; PERRY, B.; MILLER, C.; TONG, A. K. W. The use of infrared thermography as an early indicator of bovine respiratory disease complex in calves. **Research in Veterinary Science**, London, v. 83, n. , p. 376–384, 2007.

SCHURICH, M.; AIGNER, F.; FRAUSCHER, F.; PALLWEIN, L. The role of ultrasound in assessment of male fertility. **European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology**, Shannon, v. 144, n. , p. 192-198, 2009.

SETCHELL, B. P.; VOGLMAYR, 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**, Cambridge, v. 24, p. 81-89, 1971.

SETCHELL, B. P. The scrotum and thermoregulation. In: SETCHELL, B. P. **The mammalian testis**. Ithaca, NY: Cornell University Press, 1978. p. 90-108.

SETCHELL, B. P. The parkes lecture heat and the testis. **Journal of Reproduction and Fertility**, Cambridge, v. 114, n. , p. 179-194, 1998.

SETCHELL, B. P. Local control of testicular fluids. **Reproduction Fertility and Development**, Collingwood, v. 2, n. 3, p. 291-309, 1990.

SETCHELL, B. P.; MADDOCKS, S.; BROOKS, D. E. Anatomy, vasculature, innervation, and fluids of the male reproductive tract. In: Knobil, E., Neill, J.D. (Eds.), **The Physiology of Reproduction**, 2^{ed}. Raven Press, New York, pp. 1063– 1175, 1994.

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.

SILVA, J. V. C.; MAIA, M. S.; MOURA, C. E. B.; MEDEIROS, I. M.; LIMA, C. A. C.; FILHO, V. S. C. Efeito da temperatura retal e temperatura escrotal sobre a qualidade espermática em ovinos. **5° Simpósio Internacional sobre Caprinos e Ovinos de Corte - 5° SINCORTE, Feira Nacional do Agronegócio da Caprino-ovinocultura de Corte - FENACORTE 2011**, 24 a 28 de outubro de 2011 - João Pessoa - Paraíba – Brasil.

SPEAKMAN, J. R.; WARD, S. Infrared thermography: principles and applications. **Zoology: Analysis of Complex Systems**, [Philadelphia], v. 101, n. , p. 224-232, 1998.

STEWART, M.; WEBSTER, J. R.; VERKERK, G. A.; SCHAEFER, A. L.; COLYN, J. J.; STAFFORD, K. J. Non-invasive measurement of stress in dairy cows using infrared thermography. **Physiology e Behavior**, Philadelphia, v. 92, n. , p. 520–525, 2007.

STEWART, M.; STAFFORD, K. J.; DOWLING, S. K.; SCHAEFER, A. L.; WEBSTER, J. R. Eye temperature and heart rate variability of calves disbudded with or without local anaesthetic. **Physiology e Behavior**, Philadelphia, v. 93, n. , p. 789–797, 2008.

VADLEJCH, J.; KNÍŽKOVÁ, I.; MAKOVCOVÁ, K.; FECHTNER, J.; LANGROVA, I. Short communication: Is thermal profile changed in rabbit infected with *Eimeria intestinalis*? **Veterinay Parasitology**, Amsterdam, v. 171, n. 3-4, p. 343-345, 2010.

WAITES, G. M. H. Temperature regulation and the testis. In: BURGER, H. et al. [Ed.]. **The testis**. New York: Academic Press, 1970. v. 1, p. 241-265.

WEBER, J. A.; HILT, C. J.; WOODS, G. L. Ultrasonographic appearance of bull accessory sex glands. **Theriogenology**, Philadelphia, v. 29, n. 6, p. 1347-1355, 1988.

ZALESKY, D. D. Using ultrasound technology in reproduction management. In: RANGE BEEF COW SYMPOSIUM, 13., 1993, Cheyenne, WE. **Proceedings...** Lincoln: University of Nebraska, 1993. Disponível em: <<http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1222&context=rangebeefcowsymp>>. Acesso em: 24 fev. 2014.

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**, London, v. 95, n. , p. 632–637, 2013.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Médias da TIV, US Doppler, TA e espermogramas - Grupo A.

As médias das variáveis da TIV, US Doppler, TA e espermogramas estão distribuídas nas Tabelas 1A, 2A, 3A, 4A e 5A, respectivamente.

Tabela 1A. Médias das variáveis da termografia infravermelha do Grupo A durante os 26 momentos avaliados.

TIV °C	MOMENTOS																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
TGP	35,7	34,6	34,0	35,2	35,0	34,3	34,9	35,0	34,4	35,8	35,8	35,8	34,7	34,5	32,8	33,9	33,7	34,3	32,2	33,8	33,9	34,3	36,3	31,9	34,5	36,5
TGE	33,2	32,4	31,7	33,0	33,2	32,2	33,1	33,3	32,7	33,6	33,7	33,7	32,7	32,7	31,2	32,1	32,2	32,3	30,8	31,4	31,8	32,2	34,3	30,5	32,6	35,2
TPE	35,8	34,9	34,2	35,2	35,1	34,4	35,0	35,2	34,7	35,9	35,9	35,8	34,7	34,6	33,0	34,3	34,0	34,7	32,7	33,9	34,2	34,6	36,4	32,0	34,7	36,7
TPD	35,9	34,8	34,2	35,4	35,2	34,5	35,1	35,1	34,5	36,0	35,9	35,9	34,8	34,7	33,0	34,0	33,6	34,3	32,2	33,9	34,1	34,3	36,3	32,1	34,8	36,7
TEE	33,1	32,4	31,9	33,0	33,3	32,2	33,3	33,4	32,8	33,5	33,6	33,9	32,7	32,7	31,2	32,3	32,1	32,4	30,8	31,5	31,9	32,4	34,3	30,8	32,6	34,8
TED	33,1	32,4	31,6	33,0	33,1	32,0	33,0	33,2	32,8	33,5	33,6	33,6	32,7	32,8	31,0	32,0	31,8	32,1	30,7	31,3	31,7	32,0	34,3	30,4	32,5	34,7

TIV – Termografia infravermelha; TGP – Temperatura global do plexo pampiniforme; TGE – Temperatura global do escroto; TPE – Temperatura do plexo pampiniforme esquerdo; TPD – Temperatura do plexo pampiniforme direito; TEE – Temperatura do escroto esquerdo; TED – Temperatura do escroto direito. °C – graus centígrados.

Tabela 2A. Médias das variáveis da US Doppler do Grupo A durante os 26 momentos avaliados. VSM e VDF em cm/s.

US DOPPLER	MOMENTOS																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
VSM E	23,7	32,9	28,8	28,2	28,3	24,4	25,8	25,1	24,6	24,7	25,3	24,2	27,6	24,7	34,0	34,9	26,0	29,9	26,2	25,1	27,4	26,1	25,9	27,5	27,7	28,0
VSM D	27,2	26,2	25,4	26,8	25,9	22,8	22,5	25,1	21,7	25,3	25,9	25,4	23,1	21,3	25,4	27,3	26,2	25,1	26,7	24,9	26,3	23,3	24,4	24,4	24,5	23,2
VSM M	25,4	29,5	27,1	27,5	27,1	23,6	24,1	25,1	23,1	25,0	25,6	24,8	25,3	23,0	29,7	31,1	26,1	27,5	26,4	25,0	26,8	24,7	25,2	25,9	26,1	25,6
VDF E	11,5	16,2	12,4	13,0	13,5	11,6	12,1	11,9	11,1	10,8	9,5	11,6	13,5	10,4	16,3	15,7	11,2	12,3	10,1	11,4	13,1	12,2	11,0	13,2	12,1	10,5
VDF D	12,1	13,2	12,0	12,7	12,7	12,7	12,0	11,6	10,9	12,9	11,6	12,1	11,4	10,1	12,9	12,8	13,1	11,4	11,4	10,8	13,0	11,5	10,0	11,2	11,2	8,7
VDF M	11,8	14,7	12,2	12,8	13,1	12,2	12,1	11,7	11,0	11,9	10,5	11,8	12,5	10,2	14,6	14,2	12,1	11,8	10,7	11,1	13,1	11,9	10,5	12,2	11,7	9,6
IPE	0,72	0,70	0,82	0,80	0,77	0,73	0,78	0,75	0,85	0,87	1,00	0,76	0,76	0,90	0,82	0,81	0,87	0,91	0,94	0,80	0,76	0,73	0,86	0,74	0,83	1,00
IP D	0,87	0,74	0,75	0,76	0,75	0,59	0,73	0,80	0,72	0,72	0,85	0,78	0,74	0,85	0,72	0,78	0,81	0,82	0,86	0,84	0,75	0,69	0,90	0,79	0,79	0,97
IP M	0,80	0,72	0,78	0,78	0,76	0,66	0,75	0,78	0,78	0,79	0,93	0,77	0,75	0,88	0,77	0,79	0,84	0,86	0,90	0,82	0,75	0,71	0,88	0,76	0,81	0,98
IRE	0,52	0,50	0,56	0,52	0,53	0,50	0,53	0,51	0,54	0,56	0,61	0,52	0,52	0,58	0,53	0,54	0,57	0,58	0,62	0,54	0,52	0,52	0,57	0,50	0,56	0,62
IRD	0,56	0,50	0,52	0,52	0,52	0,44	0,50	0,54	0,50	0,49	0,56	0,53	0,50	0,53	0,51	0,53	0,51	0,54	0,57	0,57	0,52	0,51	0,59	0,54	0,54	0,62
IRM	0,54	0,50	0,54	0,52	0,52	0,47	0,51	0,53	0,52	0,53	0,59	0,52	0,51	0,55	0,52	0,53	0,54	0,56	0,59	0,55	0,52	0,51	0,58	0,52	0,55	0,62

VSM – Velocidade sistólica máxima; VDF – Velocidade diastólica final; IP – Índice de pulsatilidade; IR – Índice de resistência; E- Esquerdo; D – Direito; M – Média.

Tabela 3A. Médias das temperaturas ambientais do Grupo A durante os 26 momentos avaliados.

TA °C	MOMENTOS																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
TAI M	30,0	28,4	25,6	30,4	30,8	28,3	29,4	30,0	31,3	31,4	28,9	29,9	26,6	26,5	25,1	21,9	21,3	26,3	19,5	26,2	27,4	26,9	33,4	23,3	27,3	32,9
TAF M	31,8	29,8	28,2	30,5	31,9	29,3	27,3	31,5	30,3	31,6	30,1	28,1	28,2	24,8	23,9	20,2	20,5	25,7	21,3	26,9	28,2	29,2	33,5	23,5	26,3	33,1

TA – Temperatura ambiental. TAI – Temperatura ambiental inicial; TAF – Temperatura ambiental final; M – Média; °C – graus centígrados.

Tabela 4A. Médias das variáveis dos espermogramas do Grupo A durante os 26 momentos avaliados. Valores da concentração espermática (CONC) em milhões de espermatozoides, motilidade espermática (MOTI) % de espermatozoides, vigor espermático escore de 1-5, defeitos maiores (DMA) e menores (DME) em %.

ESPERMOGRAMA	MOMENTOS																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
CONC	1428	1503	1794	1540	1654	1725	1666	1456	1142	1291	1342	1516	1387	1261	1449	1696	1782	1759	1465	1299	1396	1638	1621	1671	1508	2139
MOTI	68	71	69	63	66	75	67	67	62	64	62	64	67	68	73	68	67	65	67	67	65	65	65	59	62	65
VIGOR	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
DMA	6	6	8	10	6	8	8	8	7	10	10	8	10	11	10	10	11	11	10	8	10	11	11	10	8	9
DME	4	3	3	3	4	5	2	5	5	4	2	2	1	2	4	2	2	3	2	3	2	3	3	5	10	3

CONC – Concentração; MOTI – Motilidade; DMA – Defeitos maiores; DME – Defeitos menores.

Tabela 5A. Médias das temperaturas retais do Grupo A durante os 26 momentos avaliados.

TR °C	MOMENTOS																										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
TR M	38,4	38,3	38,4	38,3	38,2	38,2	38,6	38,5	38,4	38,5	38,3	38,5	38,5	38,4	38,4	38,2	38,1	38,2	38,4	38,3	38,1	38,1	38,4	38,1	38,4	38,3	38,3

TR – Temperatura retal; M – Média; °C – graus centígrados.

APÊNDICE B - Médias da TIV, US Doppler, TA e espermogramas - Grupo B.

As médias das variáveis da TIV, US Doppler, TA e espermogramas estão distribuídas nas Tabelas 1B, 2B, 3B, 4B e 5B, respectivamente.

Tabela 1B. Médias das variáveis da termografia infravermelha do Grupo B nos 26 momentos avaliados.

TIV °C	MOMENTOS																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
TGP	33,8	33,8	35,4	33,9	34,2	32,8	34,4	37,2	34,8	35,7	35,6	36,1	35,4	34,1	32,6	34,5	34,2	33,1	33,0	34,3	33,9	33,4	35,2	33,5	36,1	35,3
TGE	32,1	32,4	33,9	32,1	32,9	31,5	33,1	35,8	33,6	34,2	34,5	34,8	34,2	32,6	31,7	33,2	33,2	31,8	31,8	33,2	32,6	32,0	33,9	32,1	34,5	33,4
TPE	34,2	34,1	35,5	34,1	34,5	33,1	34,8	37,3	35,1	35,7	35,8	36,3	35,5	34,4	33,1	34,7	34,5	33,7	33,6	34,5	34,3	33,8	36,0	34,0	36,3	35,5
TPD	34,0	34,0	35,5	34,2	34,5	33,1	34,6	37,2	35,0	35,9	36,2	36,3	35,6	34,1	32,8	34,7	34,6	33,4	33,2	34,6	34,1	33,7	36,0	33,7	36,3	35,5
TEE	32,3	32,4	33,9	32,1	33,0	31,3	33,3	35,9	33,7	34,3	34,6	34,9	34,2	32,9	32,2	33,5	33,6	32,2	32,3	33,4	33,1	32,5	34,4	32,7	34,8	33,7
TED	31,9	32,2	33,8	32,0	32,7	31,3	32,9	35,9	33,5	34,1	34,5	34,8	34,2	32,4	31,3	33,1	32,8	31,3	31,5	32,9	32,3	31,6	33,6	31,8	34,3	33,1

TIV – Termografia infravermelha; TGP – Temperatura global do plexo pampiniforme; TGE – Temperatura global do escroto; TPE – Temperatura do plexo pampiniforme esquerdo; TPD – Temperatura do plexo pampiniforme direito; TEE – Temperatura do escroto esquerdo; TED – Temperatura do escroto direito. °C – graus centígrados.

Tabela 2B. Médias das variáveis da US Doppler do Grupo B nos 26 momentos avaliados. VSM e VDF em cm/s.

US DOPPLER	MOMENTOS																										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
VSM E	34,6	25,4	25,1	27,8	27,8	23,7	24,5	32,9	27,7	22,1	24,8	26,6	27,9	35,5	21,7	26,4	24,6	23,4	25,0	23,4	25,5	25,1	23,6	27,0	24,5	25,5	
VSM D	29,4	23,5	25,3	26,4	24,1	23,9	27,2	27,3	22,6	24,2	25,5	24,1	26,8	25,6	26,7	23,6	26,4	24,9	25,3	25,8	24,5	24,4	24,3	23,7	26,1	26,4	
VSM M	32,0	24,4	25,2	27,1	26,0	23,8	25,9	30,1	25,2	23,1	25,2	25,3	27,3	30,6	24,2	25,0	25,5	24,1	25,1	24,6	25,0	24,7	24,0	25,4	25,3	26,0	
VDF E	11,9	8,5	9,4	10,0	11,7	9,0	7,9	9,7	8,2	9,2	10,5	9,7	10,2	13,5	9,0	10,0	8,6	10,8	9,4	9,5	10,8	12,0	10,0	10,5	8,9	9,9	
VDF D	9,4	9,2	6,3	8,8	9,0	9,0	10,4	7,8	8,6	8,7	8,6	8,5	8,9	9,7	9,8	9,4	8,4	10,3	11,2	8,8	8,7	9,4	8,0	9,7	10,1	10,2	
VDF M	10,7	8,9	7,9	9,4	10,3	9,0	9,1	8,7	8,4	9,0	9,5	9,1	9,5	11,6	9,4	9,7	8,5	10,5	10,3	9,2	9,8	10,7	9,0	10,1	9,5	10,1	
IPE	1,20	1,03	0,98	0,97	0,94	1,00	1,18	1,17	1,11	1,11	0,94	0,96	1,02	1,09	1,06	0,98	0,99	1,04	0,86	1,06	0,97	0,92	0,83	0,94	1,04	1,12	1,01
IP D	1,09	0,96	1,23	1,09	0,96	0,97	1,00	1,21	1,05	1,06	1,13	1,11	1,19	1,14	1,04	1,04	0,97	1,19	1,02	0,89	1,12	1,13	1,06	1,16	1,02	1,01	1,01
IP M	1,14	1,00	1,11	1,03	0,95	0,98	1,09	1,19	1,08	1,00	1,04	1,07	1,14	1,05	1,01	0,98	1,12	0,94	0,98	1,04	1,03	0,94	1,05	1,03	1,07	1,01	
IR E	0,67	0,67	0,62	0,65	0,57	0,62	0,67	0,70	0,68	0,58	0,58	0,63	0,64	0,64	0,59	0,62	0,64	0,54	0,62	0,60	0,58	0,52	0,58	0,61	0,64	0,61	
IR D	0,66	0,63	0,74	0,67	0,60	0,61	0,61	0,70	0,61	0,64	0,66	0,64	0,66	0,63	0,64	0,60	0,68	0,59	0,55	0,64	0,64	0,62	0,65	0,59	0,59	0,61	
IR M	0,67	0,65	0,68	0,66	0,59	0,61	0,64	0,70	0,65	0,61	0,62	0,63	0,65	0,63	0,61	0,61	0,66	0,57	0,59	0,62	0,61	0,57	0,62	0,60	0,61	0,61	

VSM – Velocidade sistólica máxima; VDF – Velocidade diastólica final; IP – Índice de pulsatilidade; IR – Índice de resistência; E- Esquerdo; D – Direito; M – Média.

Tabela 3B. Médias das temperaturas ambientais do Grupo B nos 26 momentos avaliados.

TA °C	MOMENTOS																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
TAIM	28,8	27,1	29,6	25,9	27,6	24,0	27,9	33,1	28,3	30,9	31,4	31,8	29,8	26,0	23,8	26,9	25,8	25,2	24,2	28,7	26,8	27,0	30,7	27,1	32,8	30,8
TAFM	29,1	28,7	28,0	26,5	29,4	22,6	28,2	34,4	28,6	31,1	32,8	33,0	29,7	25,1	21,3	26,0	25,9	23,0	19,1	28,2	27,8	26,9	32,2	26,9	33,2	31,5

TA – Temperatura ambiental. TAI – Temperatura ambiental inicial; TAF – Temperatura ambiental final; M – Média.

Tabela 4B. Médias das variáveis dos espermogramas do Grupo B nos 26 momentos avaliados. Valores da concentração espermática (CONC) em milhões de espermatozoides, motilidade espermática (MOTI) % de espermatozoides, vigor espermático escore de 1-5, defeitos maiores (DMA) e menores (DME) em %.

ESPERMOGRAMA	MOMENTOS																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
CONC	1217	1025	1518	1266	1294	1243	1057	1283	1524	1215	1509	1415	1734	1322	1758	1904	1692	1781	1597	1616	1201	1691	1501	1676	1435	1515
MOTI	53	55	52	53	48	52	53	48	52	50	54	48	45	53	52	57	57	57	58	58	53	58	58	58	55	57
VIGOR	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5
DMA	33	36	32	30	24	19	18	23	38	25	39	35	50	39	36	29	29	25	22	23	23	29	16	30	19	32
DME	3	4	7	7	16	17	16	11	10	5	2	7	5	5	2	5	4	3	11	8	5	6	4	4	5	6

CONC – Concentração; MOTI – Motilidade; DMA – Defeitos maiores; DME – Defeitos menores.

Tabela 5B. Médias das temperaturas retais do Grupo B durante os 26 momentos avaliados.

TR °C	MOMENTOS																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
TRM	38,9	38,4	38,7	38,7	38,5	38,5	38,5	38,4	38,4	38,6	38,6	38,6	38,5	38,4	38,5	38,6	38,6	38,7	38,5	38,4	38,5	38,5	38,5	38,4	38,3	38,6

TR – Temperatura retal; M – Média; °C – graus centígrados.

