

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL  
UNIDADE ACADÊMICA DE MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E SAÚDE ANIMAL**

**RODRIGO FORMIGA LEITE**

**Termografia infravermelha de ovelhas com acidose láctica rumenal aguda**

**PATOS-PB  
2021**

**RODRIGO FORMIGA LEITE**

**Termografia infravermelha de ovelhas com acidose láctica rumenal aguda**

**Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Saúde Animal, da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência e Saúde Animal.**

**Prof. Dr. Eldinê Gomes de Miranda Neto**  
**Orientador**

**Patos-PB**  
**2021**

L533t Leite, Rodrigo Formiga.  
Termografia infravermelha de ovelhas com acidose láctica rumenal aguda / Rodrigo Formiga Leite. – Patos, 2021.  
75 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Saúde Animal) –  
Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2019.

"Orientação: Prof. Dr. Eldinê Gomes de Miranda Neto". Referências.

1. 1. Produção Animal. 2. Ovelhas – Acidose Láctica Rumenal Aguda. 3. Saúde e Nutrição Animal. 4. Termografia Infravermelha – Ovelhas. I. Miranda Neto, Eldinê Gomes de. II. Título.

CDU 636.033(043)

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL  
UNIDADE ACADÊMICA DE MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E SAÚDE ANIMAL**

**RODRIGO FORMIGA LEITE**

**Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Saúde Animal, da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência e Saúde Animal.**

APROVADO EM:...../...../.....

EXAMINADORES:

---

**Prof. Dr. Eldinê Gomes de Miranda Neto**

Universidade Federal de Campina Grande – Campus de Patos-PB  
Unidade Acadêmica de Medicina Veterinária

---

**Prof. Dr. Bonifácio Benício de Souza**

Universidade Federal de Campina Grande – Campus de Patos-PB  
Unidade Acadêmica de Medicina Veterinária

---

**Prof. Dr. Francisco Roserlândio Botão Nogueira**

Instituto Federal da Paraíba – Campus de Sousa-PB  
Curso de Medicina Veterinária

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as experiências e por me auxiliar nas mais difíceis;

Ao meu amigo e orientador, professor Eldinê Gomes de Miranda Neto, por todos os ensinamentos acadêmicos desde a graduação e pelo aprendizado de vida com seu exemplo de ser humano íntegro, dedicado e gentil;

Ao professor Bonifácio Benício de Souza, pelos ensinamentos e experiência repassados sempre de forma respeitosa e cordial aos seus alunos, contribuindo de forma singular para nossa formação profissional e pessoal;

Ao professor Francisco Roserlândio Botão Nogueira (Chicão), pela amizade, conversas e momentos de reflexão que me ajudaram a pensar melhor não só neste trabalho mas em tantos outros assuntos da medicina veterinária;

Aos meus filhos, Guilherme e João Miguel, por me proporcionarem o indescritível amor verdadeiro;

À minha esposa, Ana Flávia, pelo apoio durante este trabalho e pelos momentos harmoniosos de convivência;

Aos meus pais, Geraldo e Lena, pela força incondicional de sempre;

À tia Maria José, pelo apoio e força para todos os sobrinhos;

À minha irmã, Lili, por ser um pilar ético e moral pra mim;

Aos amigos do ambiente de trabalho: Renault Vidal (Doktor), Manoel Freitas, Pedro Ferreira (Don Pedrito de La Mancha), Evânio Siebra (Vaninho), Eliana, Jéssica Vieira (A

Doutora!), Elizângela, Francisco Cicupira (Chiquinho), Francisco Jarismar (Mazinho), Cândida Mariz (Candinha), Damião Júnior, Francimário, Ariclones Olinto, Lizziane Duarte, Louis Hélivio, Patricy Sales, Chico Léo, Ana Luisa Alves, Neto Vaqueiro, Luan Rodrigues, Fabrícia Filgueira, Mariana Lumack, Valter Silva e Ednaldo Júnior pelos bons momentos de convivência, sorrisos, percalços e pelo auxílio nas situações mais diversas;

A todo o apoio institucional do IFPB – Campus Sousa nas pessoas de Francisco Cicupira (Chiquinho), Francisco Jarismar (Mazinho), Hugo Vieira e Manoel Lima;

Ao meu amigo Ednaldo Faustino de Sousa (Branquinho), pela imensurável ajuda na execução deste trabalho;

Aos animais deste experimento que foram submetidos às circunstâncias do estudo, sem poder de escolha para não aceitá-lo; meu agradecimento especial e respeito!

Novamente a Deus, na certeza que Ele está no início e final de tudo.

Ainda que eu falasse línguas, as dos homens e dos anjos,  
se eu não tivesse o amor, seria como um sino ruidoso ou como um címbalo estridente.

Ainda que eu tivesse o dom da profecia, o conhecimento de todos os mistérios  
e de toda a ciência;  
ainda que eu tivesse toda a fé, a ponto de transportar montanhas,  
se não tivesse o amor, eu não seria nada.

Ainda que eu distribuísse todos os meus bens aos famintos,  
ainda que entregasse o meu corpo às chamas,  
se não tivesse o amor, nada disso me adiantaria.

O amor é paciente, o amor é prestativo; não é invejoso, não se ostenta,  
nem se incha de orgulho.  
Nada faz de inconveniente, não procura seu próprio interesse,  
não se irrita, não guarda rancor.

Não se alegra com a injustiça, mas se regozija com a verdade.

Tudo desculpa, tudo crê, tudo espera, tudo suporta.

O amor jamais passará.  
As profecias desaparecerão, as línguas cessarão, a ciência também desaparecerá.  
Pois o nosso conhecimento é limitado; limitada também é a nossa profecia.

Mas, quando vier a perfeição, desaparecerá o que é limitado.

Quando eu era criança, falava como criança, pensava como criança,  
raciocinava como criança.

Depois que me tornei adulto, deixei o que era próprio de criança.

Agora vemos como em espelho e de maneira confusa; mas depois veremos face a face.  
Agora o meu conhecimento é limitado, mas depois conhecerei como sou conhecido.

Agora, portanto, permanecem estas três coisas:  
a fé, a esperança e o amor  
A maior delas, porém, é o amor.

## RESUMO

Esta dissertação é composta por dois capítulos que abordam a termografia de infravermelho em ovinos. O primeiro capítulo é uma revisão de bibliográfica sobre os princípios e cuidados na produção de termogramas, com ilustrações na espécie ovina. O segundo capítulo refere-se a um estudo termográfico de ovelhas com acidose láctica rumenal onde a termografia infravermelha foi utilizada na tentativa de auxiliar no diagnóstico dessa disfunção digestiva. Foram realizados termogramas na região do flanco, com média térmica  $34,21 \pm 1,90$  °C, e na região ocular, com média de  $36,50 \pm 0,81$  °C. Não houve alteração na imagem termográfica nem na média térmica entre os animais controle e teste nas condições deste experimento.

Palavras-chave: Termografia; Ovinos; Acidose.

## **ABSTRACT**

This dissertation consists of two chapters that approach the infrared thermography in sheep. The first chapter is a bibliographical review on the principles and precautions in the production of thermograms, with illustrations in the sheep species. The second chapter refers to a thermographic study of sheep with ruminal lactic acidosis where infrared thermography was used in an attempt to help diagnose this digestive dysfunction. Thermograms were performed in the flank region, with a thermal mean of  $34.21 \pm 1.90$  °C, and in the ocular region, with an average of  $36.50 \pm 0.81$  °C. There was no changing in the formation of the thermographic image and in the thermal mean between the control and test animals under the conditions of this experiment.

Key words: Thermography; Sheep; Acidosis.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

|  |    |
|--|----|
| Figura 1: Ovino sem incidência solar direta.....   | 23 |
| Figura 2: Ovino com incidência solar direta.....   | 23 |
| Figura 3: Ovino com porção posterior da coxa úmida.....  | 24 |
| Figura 4: Ovino com gotas de água pelo corpo.....  | 24 |
| Figura 5: Ovino sem manipulação ou toques pelo corpo.....  | 24 |
| Figura 6: Ovino submetido a toques no flanco e garupa.....   | 24 |
| Figura 7: Imagem termográfica de ovino, captada às 07:00h, com temperatura da orelha semelhante à do corpo.....          | 25 |
| Figura 8: Imagem termográfica de ovino, captada às 22:00h, com temperatura da orelha diferente do restante do corpo..... | 25 |
| Figura 9: Imagem termográfica de ovino em condições normais.....   | 26 |
| Figura 10: Imagem termográfica da Figura 9, captada no mesmo momento, com alteração no termograma.....                   | 26 |
| Figura 11: Imagem termográfica de ovino sem foco.....  | 26 |
| Figura 12: Termograma de ovino após o animal se coçar em uma árvore.....   | 26 |
| Figura 13: Coleta de imagem termográfica com anteparo de madeira ao fundo.....   | 27 |

### CAPÍTULO II

|   |    |
|---|----|
| Figura 14: Ovelhas em baias individuais durante período de adaptação..... | 37 |
| Figura 15: Globo negro conectado ao datalogger.....                       | 38 |
| Figura 16: Captação da imagem termográfica infravermelha das ovelhas..... | 40 |
| Figura 17: Exame físico dos animais.....                                  | 40 |
| Figura 18: Coleta de fluido rumenal.....                                  | 41 |
| Figura 19: Análise dos infusórios vivos no fluido rumenal.....            | 42 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 20: Determinação do teor de cloretos no fluido rumenal.....   | 42 |
| Figura 21: Preparação da solução para contagem total de infusórios no fluido rumenal.....  | 43 |
| Figura 22: Preenchimento da câmara de Fuchs Rosenthal.....   | 43 |
| Figura 23: Confeção de esfregaço microbiológico do fluido rumenal.....   | 44 |
| Figura 24: Coloração pelo método de Gram (Violeta de genciana).....  | 44 |
| Figura 25: Esfregaço microbiológico corado pelo método de Gram.....  | 45 |
| Figura 26: Valores médios do ITGU ao longo do dia.....   | 47 |
| Figura 27: Mensuração da termografia infravermelha no flanco esquerdo.....   | 47 |
| Figura 28: Variação da termografia de infravermelho na região do flanco esquerdo de ovinos, ao longo do dia, entre animais controle e teste com acidose láctica rumenal induzida com sacarose (10g/kg PV)..... | 48 |
| Figura 29: Mensuração da termografia infravermelha na região ocular.....   | 48 |
| Figura 30: Variação da termografia de infravermelho na região ocular de ovinos, ao longo do dia, entre animais controle e teste com acidose láctica rumenal induzida com sacarose (10g/kg PV).....             | 49 |
| Figura 31: Oscilações médias das termografias infravermelhas do flanco esquerdo e ocular de ovinos.....  | 50 |
| Figura 32: Valores médios das frequências respiratórias de ovinos controle e teste com acidose láctica rumenal induzida com sacarose (10g/kg PV).....  | 51 |
| Figura 33: Valores médios das frequências cardíacas de ovinos controle e teste com acidose láctica rumenal induzida com sacarose (10g/kg PV) na fase superaguda.....   | 52 |
| Figura 34: Valores médios da temperatura retal de ovinos controle e teste com acidose láctica rumenal induzida com sacarose (10g/kg PV) na fase superaguda.....  | 53 |
| Figura 35: Valores médios do pH do fluido rumenal de ovinos controle e teste com acidose láctica rumenal induzida com sacarose (10g/kg PV).....  | 54 |
| Figura 36: Valores médios da densidade de protozoários no fluido rumenal de ovinos controle e teste com acidose láctica rumenal induzida com sacarose (10g/kg PV).....   | 55 |
| Figura 37: Valores médios da motilidade dos infusórios no fluido rumenal de ovinos controle e teste com acidose láctica rumenal induzida com sacarose (10g/kg PV).....   | 55 |
| Figura 38: Valores da estimativa da viabilidade dos infusórios no fluido rumenal de ovinos controle e teste com acidose láctica rumenal induzida com sacarose (10g/kg PV).....                                 | 56 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 39: Valores médios da prova da redução do azul de metileno no fluido rumenal de ovinos controle e teste com acidose láctica rumenal induzida com sacarose (10g/kg PV)..... | 57 |
| Figura 40: Valores médios do teor de cloretos no fluido rumenal de ovinos controle e teste com acidose láctica rumenal induzida com sacarose (10g/kg PV).....                     | 58 |
| Figura 41: Valores médios da contagem de infusórios no fluido rumenal de ovinos controle e teste com acidose láctica rumenal induzida com sacarose (10g/kg PV).....               | 59 |
| Figura 42: Esfregaço microbiológico do fluido rumenal com predominância de bactérias gram-positivas, coloração azulada (objetiva 100x).....                                       | 59 |

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>INTRODUÇÃO.....</b>  | <b>15</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>   | <b>16</b> |
| <br>  |           |
| <b>Capítulo I – PRINCÍPIOS E CUIDADOS NA APLICAÇÃO DA TERMOGRAFIA DE INFRAVERMELHO EM OVINOS.....</b> | <b>17</b> |
| <b>RESUMO.....</b>  | <b>18</b> |
| <b>ABSTRACT.....</b>  | <b>19</b> |
| <b>1. INTRODUÇÃO.....</b>   | <b>20</b> |
| <b>2. HISTÓRICO.....</b>  | <b>20</b> |
| <b>3. FORMAÇÃO DA IMAGEM TERMOGRÁFICA.....</b>  | <b>21</b> |
| <b>4. APLICAÇÕES DA TERMOGRAFIA DE INFRAVERMELHO.....</b>   | <b>22</b> |
| <b>5. CONDIÇÕES PARA A CAPTURA DAS IMAGENS.....</b>   | <b>22</b> |
| <b>6. FATORES QUE INFLUENCIAM A COLETA DA IMAGEM.....</b>   | <b>23</b> |
| <b>7. CONCLUSÕES.....</b>   | <b>28</b> |
| <b>8. REFERÊNCIAS.....</b>  | <b>29</b> |
| <br>  |           |
| <b>Capítulo II – TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA DE OVELHAS COM ACIDOSE LÁTICA RUMENAL AGUDA.....</b>       | <b>32</b> |
| <b>RESUMO.....</b>  | <b>33</b> |
| <b>ABSTRACT.....</b>  | <b>34</b> |
| <b>1. INTRODUÇÃO.....</b>   | <b>35</b> |
| <b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>   | <b>37</b> |
| 2.1. Local e período experimentais.....   | 37        |
| 2.2. Coletas de dados e monitoramento térmico ambiental.....  | 37        |
| 2.3. Animais, manejo e alimentação.....   | 38        |
| 2.4. Indução da acidose láctica.....  | 39        |
| 2.5. Delineamento experimental.....   | 39        |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.5.1. Termografia de infravermelho.....       | 39        |
| 2.5.2. Exame físico.....                       | 40        |
| 2.5.3. Coleta e análise do fluido rumenal..... | 41        |
| 2.6. Análise estatística.....                  | 46        |
| <b>3 RESULTADOS.....</b>                       | <b>47</b> |
| 3.1 ITGU.....                                  | 47        |
| 3.2. Termografia de infravermelho.....         | 47        |
| 3.3. Exame físico.....                         | 50        |
| 3.4. Fluido rumenal.....                       | 53        |
| <b>4. DISCUSSÃO.....</b>                       | <b>60</b> |
| 4.1. ITGU.....                                 | 60        |
| 4.2. Termografia de infravermelho.....         | 60        |
| 4.3. Exame físico.....                         | 61        |
| 4.4. Fluido rumenal.....                       | 62        |
| <b>5. CONCLUSÕES.....</b>                      | <b>65</b> |
| <b>6. REFERÊNCIAS.....</b>                     | <b>66</b> |
| <b>Anexos.....</b>                             | <b>72</b> |

## INTRODUÇÃO

A evolução na inovação dos meios de diagnóstico é notória em todos os campos da medicina veterinária inclusive no campo dos diagnósticos por imagem. Este ramo se desenvolveu consideravelmente com o avanço de técnicas e sistemas informatizados de captura e tratamento de imagens que aumentam a qualidade do material gráfico produzido pelos aparelhos.

A termografia de infravermelho desponta nessa vanguarda pois é considerada uma técnica segura, rápida e não invasiva, a qual preserva o bem-estar dos animais durante sua aplicação. O princípio dessa tecnologia é de que todos os corpos formados por matéria emitem radiação infravermelha proporcional à sua temperatura (Roberto e Souza, 2014).

Paralelamente, a acidose láctica rumenal é o distúrbio digestivo que mais acomete os ruminantes e é causada pela ingestão súbita de carboidratos facilmente fermentáveis por animais não adaptados (Fubini e Divers, 2008; Lettat et al., 2012; Ribeiro et al., 2020).

Os processos fermentativos dos carboidratos pela microbiota rumenal promovem aumento na produção de ácidos graxos voláteis com queda do pH do conteúdo do rúmen. Essa redução do pH favorece a proliferação de *Lactobacillus* que acentuam os eventos fermentativos e corroboram para a instalação e intensificação da acidose láctica rumenal (Constable et al., 2017).

A liberação de calor é uma propriedade inerente ao crescimento microbiano, independente da natureza do substrato ou se o processo é aeróbio ou anaeróbio (Volpe, 1997).

Considerando-se que a emissão de radiação infravermelha é proporcional à temperatura dos corpos e que o crescimento microbiano produz calor, objetivou-se com esse trabalho avaliar a existência de relação entre o desenvolvimento da acidose láctica rumenal aguda e, conseqüentemente, seus processos fermentativos com proliferação microbiana e fermentação no interior do rúmen, com o possível aumento da irradiação infravermelha detectável clinicamente pela termografia. O trabalho está dividido em dois capítulos no qual o Capítulo I faz referência a uma revisão bibliográfica sobre os princípios e cuidados da aplicação da termografia de infravermelho em ovinos e o Capítulo II diz respeito a um experimento científico onde a acidose láctica rumenal aguda foi induzida em ovelhas e a termografia de infravermelho foi utilizada na tentativa de realizar o diagnóstico dessa enfermidade.

## REFERÊNCIAS

CONSTABLE, P. D.; HINCHCLIFF, K. W.; DONE, S. H.; GRÜNBERG, W. **Veterinary medicine – A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats**. 11<sup>a</sup> ed. St. Louis, Missouri: Elsevier, 2017.

FUBINI, S.; DIVERS, T. J. 2008. Noninfectious Diseases of the Gastrointestinal Tract. p.130-199. In: DIVERS, T. J.; PEEK, S. F. **Rebhun's Diseases of Dairy Cattle**. 2<sup>a</sup>ed. St. Louis, Missouri: Saunders Elsevier, 2008.

LETTAT, A.; NOZIÈRE, P.; SILBERBERG, M.; MORGAVI, D. P.; BERGER, C.; MATIN, C. Rumen microbial and fermentation characteristics are affected differently by bacterial probiotic supplementation during induced lactic and subacute acidosis in sheep. **BMC Microbiology**. 2012, **12**:142

RIBEIRO, A. C. S.; SOARES, G. S.; SILVA, S. T. G.; MIRANDA NETO, E. G.; PONTES, R. M.; SOARES, P. C.; MENDONÇA, C. L.; AFONSO, J. A. B. Cardiac biomarkers in goats with experimental ruminal lactic acidosis and supplemented with monensin sodium. **Revista Agrária Acadêmica**. v.3, n.1, jan/fev, 2020.

ROBERTO, J. V. B.; SOUZA, B. B. Utilização da termografia de infravermelho na medicina veterinária e na produção animal. **Journal Animal Behaviour Biometeorology**. v.2, n.3, p.73-84. 2014.

VOLPE, P. L. O. Estudo da fermentação alcoólica de soluções diluídas de diferentes açúcares utilizando microcalorimetria de fluxo. **Química Nova**. 20(5), 528-534. 1997.

## **CAPÍTULO I**

### **PRINCÍPIOS E CUIDADOS NA APLICAÇÃO DA TERMOGRAFIA DE INFRAVERMELHO EM OVINOS**

Artigo a ser submetido à revista *Principia* do IFPB – João Pessoa (Qualis A3)

**CAPÍTULO I**

**PRINCÍPIOS E CUIDADOS NA APLICAÇÃO DA**

**TERMOGRAFIA DE INFRAVERMELHO EM OVINOS**

**PRINCIPLES AND CAUTIONS IN APPLICATION OF**

**INFRARED THERMOGRAPHY IN SHEEP**

Rodrigo Formiga Leite<sup>1</sup>  
Manoel Alves de Freitas Neto<sup>2</sup>  
Francisco Roserlândio Botão Nogueira<sup>2</sup>  
Bonifácio Benício de Souza<sup>1</sup>  
Eldinê Gomes de Miranda Neto<sup>1</sup>

**RESUMO**

A Termografia de Infravermelho é considerada segura na área de diagnóstico por imagem pois não é uma técnica invasiva, preserva o bem-estar dos animais e não emite radiação ionizante. A tecnologia baseia-se na captação da energia eletromagnética infravermelha das moléculas dos corpos, à qual é proporcional ao aumento de temperatura da matéria. A captura das imagens, não apenas em ovinos, deve obedecer a critérios técnicos para evitar erros de interpretação dos termogramas. Exposição direta à radiação solar, umidade, manipulação da área examinada, horário do dia, uso adequado do equipamento e manifestação de certos comportamentos podem dificultar a interpretação dos achados. A termografia de infravermelho é uma ferramenta que auxilia o trabalho profissional pois confere praticidade, segurança e acurácia na obtenção dos dados.

**Palavras-chave:** Termografia infravermelha, precauções, ovinos.

---

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciência e Saúde Animal – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Campus de Patos. Autor para correspondência: [rodrigo.leite@ifpb.edu.br](mailto:rodrigo.leite@ifpb.edu.br).

<sup>2</sup> Curso de Medicina Veterinária – Instituto Federal da Paraíba, Campus de Sousa, Rua Presidente Tancredo Neves, s/n, Jardim Sorri-lândia, Sousa-PB. CEP: 58800-970.

## ABSTRACT

Infrared thermography is a safety technology in diagnostic imaging domain that preserves welfare and does not emit ionizing radiation. The technique is based on capture of molecules infrared electromagnetic energy in matter which is proportional to the increase of its temperature. The capture of images, not just in sheep, must obey technical criteria to avoid interpretation errors of the thermograms. Direct exposure to solar radiation, humidity, manipulation of the examined area, time of day, proper use of equipment and manifestation of certain behaviors can hinder the interpretation of the findings. Infrared thermography is a tool that helps practitioners because provides practicality, safety and accurated data.

**Key words:** Infrared thermography, cautions, sheep.

## 1. INTRODUÇÃO

O trabalho do médico veterinário tem sido aprimorado e facilitado com o surgimento e evolução de técnicas diagnósticas que trazem benefícios à clínica médica e agregam mais valor às pesquisas científicas (Roberto e Souza, 2014).

A termografia destaca-se no rol dos métodos auxiliares de diagnóstico pois é considerada uma técnica não invasiva, que não provoca dor ou desconforto ao animal, pode ser utilizada em animais de qualquer faixa etária, não apresenta efeitos colaterais que possibilita o uso contínuo e repetitivo da tecnologia, não gera alterações na dinâmica fisiológica dos pacientes e não emite radiação ionizante, por isso é considerada uma técnica segura, para o paciente e para o operador do aparelho, e que preserva o bem-estar animal (Ricarte et al., 2014; Pavelski et al., 2015; Godinho et al., 2016; Lombardi et al., 2019).

Informações sobre valores de referência de temperatura infravermelha e alterações gráficas relacionadas a animais de produção são escassas sendo necessário o desenvolvimento de pesquisas nessa área para que as informações possam ser utilizadas de forma acurada e eficiente na medicina veterinária.

Esse artigo é uma Pesquisa Descritiva (Volpato, 2011) que visa relatar os princípios e cuidados na formação da imagem termográfica em ovinos.

## 2. HISTÓRICO

A termografia surgiu na Grécia Antiga por volta de 460 anos a.C. através do médico e filósofo Hipócrates, considerado o “pai da medicina”, que esfregava lama sobre o corpo de seus pacientes e observava onde o material secava e endurecia primeiro, denotando um local hipertérmico (Lombardi et al., 2019).

A técnica foi aprimorada durante os séculos seguintes mas somente na década de 1940, no período da Segunda Guerra Mundial, foram construídos termógrafos infravermelhos em sistemas de visão noturna para a observação da movimentação de tropas militares (Ferreira et al., 2016).

Em meados de 1980 e 1990, a imagem termográfica em tempo real foi desenvolvida e começou a ser utilizada na medicina humana na área oncológica (Roberto e Souza, 2014).

### 3. FORMAÇÃO DA IMAGEM TERMOGRÁFICA

A tecnologia da termografia de infravermelho é capaz de produzir uma imagem que retrata o mapeamento térmico dos corpos, uma vez que toda matéria com temperatura acima do Zero Absoluto ( $-273^{\circ}\text{C}$ ) emite energia eletromagnética devido à movimentação interna de suas moléculas (Roberto e Souza, 2014; Ricarte et al., 2014). Essa energia é composta pelo fluxo de fótons, que são partículas sem massa atômica, que se movimentam em um padrão de onda à velocidade da luz. Mudanças de temperatura na superfície do corpo do animal podem aumentar a emissão de fótons, ou seja, de energia irradiada, que é detectada pela câmera de infravermelho (Chacur et al., 2016).

A partir da avaliação remota da temperatura através da energia emitida pelo corpo do animal, ocorre a captação e transformação da irradiação em uma imagem visível denominada termograma (Johnson et al., 2011; Roberto e Souza, 2014; Pavelski et al., 2015; Presídio et al., 2016). As cores expressas no termograma refletem os níveis térmicos de tecidos mais profundos e alterações na circulação (Park, 2006; Martins et al., 2013).

Os equipamentos detectam temperaturas a partir de  $0,05^{\circ}\text{C}$  o que torna a termografia um método muito sensível para a detecção de aumento de metabolismo tecidual. É necessário que haja um contraste térmico entre os corpos para que a câmara termográfica possa capturar as variações térmicas e elaborar o termograma digital (Knížková e Kune, 2007; Matias et al., 2010; Roberto e Souza, 2014).

O calor gerado pelo animal é disperso pela pele e captado pelo aparelho, sendo aproximadamente  $5^{\circ}\text{C}$  mais quente que a temperatura da superfície animal (Alves, 2020). A temperatura de superfície dos animais depende do fluxo sanguíneo na área afetada e da taxa metabólica nos tecidos subjacentes. Infecções desencadeiam processos inflamatórios que alteram o fluxo sanguíneo e, por consequência, a temperatura da região afetada (Nogueira et al., 2013). A produção de calor também ocorre durante o crescimento microbiano e processos fermentativos (Volpe, 1997).

Os termogramas permitem a observação da distribuição do calor emitido e estabelecem medidas da temperatura e identificação das curvas isotérmicas. Estes valores são visualizados em imagens multicoloridas ou monocromáticas. As imagens digitalizadas são facilmente analisadas com o auxílio de programas de computador específicos, responsáveis pelo mapeamento térmico. As cores das imagens indicam se a temperatura de um determinado local está dentro dos padrões de normalidade esperados (Knížková e Kune, 2007; Ferreira et al., 2016).

A termografia permite a identificação e definição da extensão de um dano tecidual, e a possibilidade de acompanhar o processo de cura. Entretanto, é pouco específica para alterações focais (Park, 2006).

#### **4. APLICAÇÕES DA TERMOGRAFIA DE INFRAVERMELHO**

A termografia é utilizada nas indústrias automobilística, aeronáutica, química e na engenharia civil. Na agropecuária, é empregada na monitoração de instalações dos animais, irrigação de plantações e controle de proliferação microbiana em rações. Na medicina humana, em monitoramento de lesões, inflamações, reabilitação, medicina esportiva e diagnóstico de alguns tipos de câncer (Alfieri et al., 2017; Côrte e Hernandez, 2017).

Na medicina veterinária, a técnica foi utilizada em estudos sobre mastite em ruminantes, lesões inflamatórias, afecções podais, doenças infecto-contagiosas, afecções oncológicas e avaliação de comportamento e bem-estar de animais de produção e silvestres (Nogueira, et al. 2013; Nascimento et al., 2014; Roberto e Souza, 2014), na avaliação da perfusão de órgãos transplantados, estudos termorregulatórios, diagnóstico de enfermidades, controle reprodutivo, avaliação da dor e do bem-estar (Ricarte et al., 2014; Rekant et al., 2016; Sousa et al., 2018).

#### **5. CONDIÇÕES PARA A CAPTURA DAS IMAGENS**

Existem muitos fatores que podem alterar a formação do termograma e dificultar sua interpretação.

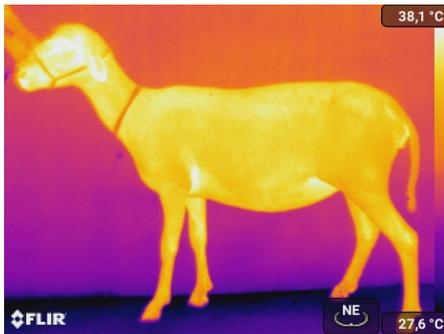
As condições para a captura das imagens deve obedecer a alguns critérios em todas as espécies animais, não apenas na ovina.

Condições como o objeto analisado, o ambiente e a aquisição e processamento da imagem podem influenciar a qualidade e utilidade do termograma, logo identificar e controlar essas condições são essenciais.

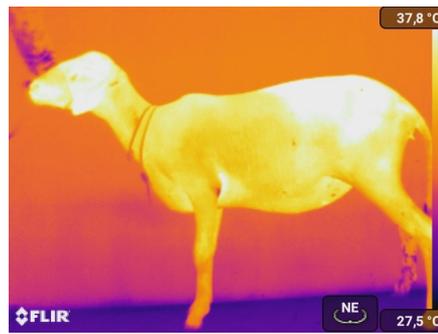
As imagens seguintes foram coletadas no Instituto Federal da Paraíba – Campus de Sousa. Foi utilizada uma câmera termográfica FLIR modelo T-420 na coleta dos dados. Os animais analisados eram ovelhas da raça Santa Inês com pelagem preta e escore de condição corporal nível 3, exceto o animal da Figura 8.

## 6. FATORES QUE INFLUENCIAM A COLETA DA IMAGEM

O local onde for realizada a captura da imagem termográfica não deve estar sob luz solar direta ou receber correntes de vento que incidam sobre os animais para não promover incremento ou redução térmica superficial (Figuras 1 e 2) (Knížková e Kune, 2007; Chacur et al., 2016).



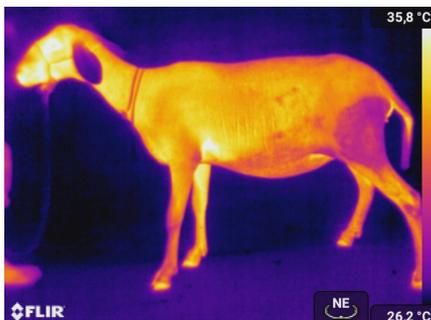
*Figura 1: Ovino sem incidência solar direta.*



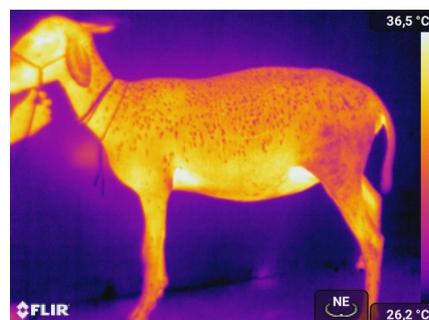
*Figura 2: Ovino com incidência solar direta.*

O ambiente deve ter uma temperatura média de 20°C a 22°C, nunca sendo superior a 30°C (Ferreira et al., 2016). A aclimatação pode ser obtida mantendo-se o animal no novo ambiente por, no mínimo, 20 minutos (Alves, 2020).

A região avaliada não deve estar úmida pois as gotículas de água superficiais formam uma barreira que impede a propagação das ondas infravermelhas e podem também auxiliar na perda de calor por evaporação (Figuras 3 e 4) (Nogueira et al., 2013; Ferreira et al., 2016).

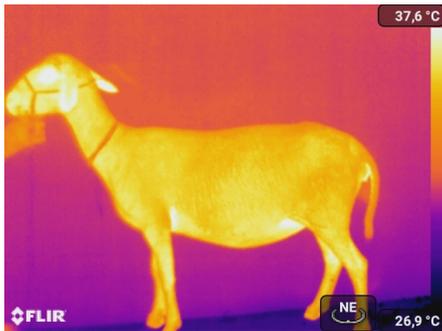


*Figura 3: Ovino com porção posterior da coxa úmida.*

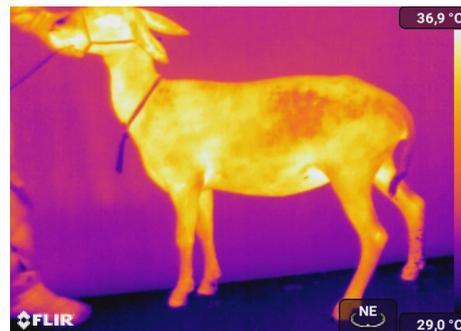


*Figura 4: Ovino com gotas de água pelo corpo.*

O mesmo se aplica a regiões com lama, esterco, crostas, ferimentos, pelos longos ou áreas tricotomizadas que podem dificultar a propagação térmica e prejudicar a formação da imagem (Pavelski et al., 2015; Chacur et al., 2016). Agentes tópicos como géis e pomadas devem ser evitados no local com antecedência mínima de 12 horas da avaliação termográfica (Ferreira et al., 2016). Toques ou outros tipos de manipulação da área analisada devem ser evitados (Figuras 5 e 6).



*Figura 5: Ovino sem manipulação ou toques pelo corpo.*



*Figura 6: Ovino submetido a toques no flanco e garupa.*

Devido à proximidade dos músculos com a pele, o animal não deve ser exercitado antes do exame para que o aumento do metabolismo muscular não aumente a temperatura superficial cutânea (Alves, 2020). O paciente deve estar em jejum de três horas antes do exame para que o processo catabólico digestivo não interfira na avaliação (Ferreira et al., 2016; Lombardi et al., 2019).

Alterações fisiológicas circadianas devem ser levadas em consideração pois os animais podem apresentar diferença de temperatura superficial de acordo com a temperatura ambiental ou o horário do dia (Figuras 7 e 8).



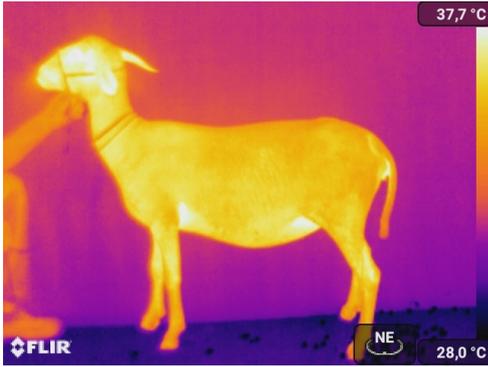
*Figura 7: Imagem termográfica de ovino, captada às 07:00h, com temperatura da orelha semelhante à do corpo.*



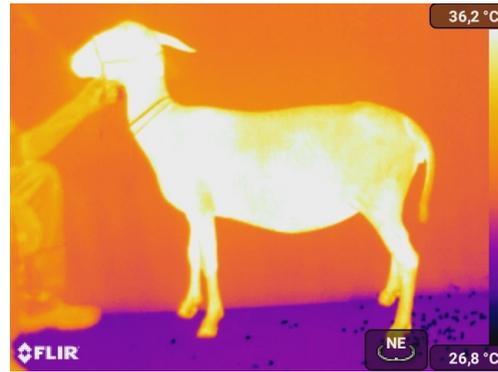
*Figura 8: Imagem termográfica de ovino, captada às 22:00h, com temperatura da orelha diferente do restante do corpo.*

A distância entre o paciente e o aparelho tem de ser levada em consideração pois pode comprometer a formação da imagem e avaliações comparativas (Ferreira et al., 2016). Distâncias entre 0,5 metro e 1,0 metro são preconizadas na maioria dos casos (Lombardi et al., 2019).

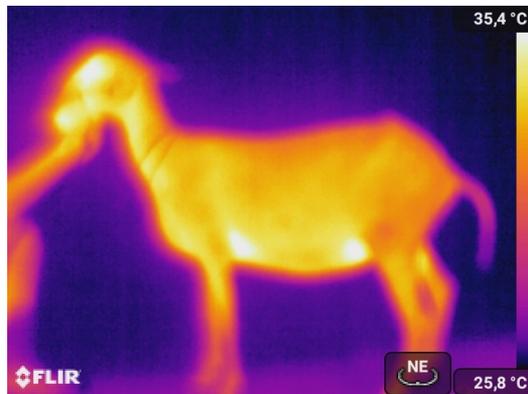
Alterações em virtude da captação momentânea incorreta da imagem ou ajuste de foco da câmera termográfica dificultam a interpretação da imagem (Figuras 9, 10 e 11).



*Figura 9: Imagem termográfica de ovino em condições normais.*

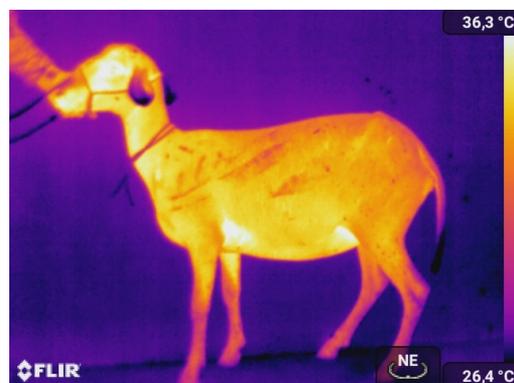


*Figura 10: Imagem termográfica da Figura 9, captada no mesmo momento, com alteração no termograma.*



*Figura 11: Imagem termográfica de ovino sem foco.*

Animais que manifestem comportamentos como se coçar ou se esfregar podem provocar alteração no termograma (Figura 12).



*Figura 12: Termograma de ovino após o animal se coçar em uma árvore.*

O local onde a imagem termográfica é captada deve, se possível, ter um anteparo homogêneo para melhorar o contraste da imagem (Figura 13).



*Figura 13: Coleta de imagem termográfica com anteparo de madeira ao fundo.*

## 6. CONCLUSÕES

A termografia é uma ferramenta útil e inovadora no campo de diagnósticos por imagem e pode ser utilizada em situações em que haja a necessidade de se fazer triagem de vários animais acometidos devido sua praticidade, facilitando o trabalho em grandes rebanhos, ou também no acompanhamento de apenas um animal por vez.

O conhecimento de variações normais de termogramas, bem como seus valores de referência, é fundamental na avaliação de ovinos submetidos à termografia de infravermelho.

É necessário que se conheçam os princípios da formação da imagem termográfica e as precauções nas obtenções dos termogramas a fim de se evitar erros na produção das imagens que podem dificultar a interpretação dos resultados e conduzir a falhas diagnósticas.

## 7. REFERÊNCIAS

- ALFIERI, F. M.; SANTOS, A. C. A.; BATTISTELLA, L. R. Uso da termografia como método de avaliação na medicina física e reabilitação. **Acta Fisiart.** 24(3), 147-150, 2017.
- ALVES, A. L. G. 2020. Semiologia do sistema locomotor de equinos. p.457-487. In: FEITOSA, F. L. F. **Semiologia Veterinária - A arte do diagnóstico.** 4ªed. São Paulo: Roca, 2020.
- CHACUR, M. G. M.; SOUZA, C. D.; ANDRADE, I. B.; BASTOS, G. P.; DEAK, F. L. G.; SOUZA, M. G. R.; CORNACINI, G. F.; MARQUES JÚNIOR, A. P. Aplicações da termografia por infravermelho na reprodução animal e bem-estar em animais domésticos e silvestres. **Revista Brasileira de Reprodução Animal.** Belo Horizonte, v.40, n.3, p.88-94, jul/set, 2016.
- CÔRTE, A. C. R.; HERNANDEZ, A. J. Termografia médica infravermelha aplicada à medicina do esporte. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte.** vol.22, nº4, jul/ago, 2017.
- FERREIRA, K. D.; ÁVILA FILHO, S. H.; BERTOLINO, J. F.; SILVA, L. A. F.; VULCANI, V. A. S. Termografia por infravermelho em medicina veterinária. **Enciclopédia Biosfera,** Centro Científico Conhecer. Goiânia, v.13 n.23; p.1298-1313, 2016.
- GODINHO, C.; CAMPAGNIN, R.; MARQUES, C.; SILVA, R. H. G. Termografia infravermelha aplicada à manutenção de manipuladores robóticos de soldagem. **Congresso Nacional de Ensaio Não Destrutivos e Inspeção – CONAEND&IEV2016,** 2016.
- JOHNSON, S. R.; RAO, S.; HUSSEY, S. B.; MORLEY, P. S.; DARGATZ-TRAUB, J. L. Thermographic eye temperature as an index to body temperature in ponies. **Journal of Equine Veterinary Science.** 31 (2011) 63-66.
- KNÍZKOVÁ, I.; KUNE, P. Applications of infrared thermography in animal production. **Journal of Fac of Agriculture.** OMU, 22(3):329-336, 2007.

LOMBARDI, M. C.; DINIZ NETO, H. C.; PEREIRA, G. R. B.; COELHO, S. G.; COSTA, A. L. S. A. Infrared thermography: history, fundamentals and use in veterinary medicine and livestock. **Nutritime Revista Eletrônica**. Viçosa, v.16, n.6, p.8615-8622, nov/dez, 2019.

MARTINS, R. F. S.; PAIM, T. do P.; CARDOSO, C. de A.; DALLAGO, B. S. L.; MELO, C. B. de; LOUVANDINI, H.; McMANUS, C. Mastitis detection in sheep by infrared thermography. **Research in Veterinary Science**. 94 (2013) 722-724.

MATIAS, J. E. F.;MORAIS, F. A.; KATO, D. M. P.; KOZIAK, V.; BRIOSCHI, M. L.; TAMBARA, E. M.; AGULHAM, M. A.; COELHO, J. C. U. Prevenção de isquemia hepática normotérmica durante perfusão hepática *in situ* com três diferentes soluções de preservação: análise experimental através de termografia por radiação infravermelha em tempo real. **Revista Colégio Brasileiro de Cirurgia**. 2010; 37(3):211-217.

NASCIMENTO, G. R.; NÄÄS, I. A.; BARACHO, M. S.; PEREIRA, D. F.; NEVES, D. P. Termografia infravermelho na estimativa do conforto térmico de frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.18, n.6, p.658-663, 2014.

NOGUEIRA, F. R. B.; SOUZA, B. B. de; CARVALHO, M. das G. X. de; GARINO JUNIOR, F.; MARQUES, A. V. M. S.; LEITE, R. F. Termografia infravermelha: uma ferramenta para auxiliar no diagnóstico e prognóstico de mastite em ovelha. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, 35(3):289-297, jul/set, 2013.

PAVELSKI, M.; BASTEN, M. S.; BUSATO, E.; DORNBUSCH, P. T. Infrared thermography evaluation from the back region of healthy horses in controlled temperature room. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.7, p.1274-1279, jul, 2015.

PARK, R. D. 2006. Radiologia. p.153-277. In: STASHAK, T. S. **Claudicação em equinos segundo Adams**. 5ªed. São Paulo: Roca, 2006.

PRESÍDIO, L. R.; WANDERLEY, F. G. C.; MEDRADO, A. R. A. P. O uso da termografia infravermelha na odontologia e suas especialidades – Uma revisão sistemática. **Revista Baiana de Odontologia**. Jun; 7(2):155-165. 2016.

REKANT, S. I.; LYONS, M. A.; PACHECO, J. M.; ARZT, J. RODRIGUEZ, L. L. Veterinary applications of infrared thermography. **American Journal of Veterinary Research**. 77:98-107, 2016.

RICARTE, A. R. F.; FAÇANHA, D. A. E.; COSTA, L. L. M. Possibilidades na utilização da termografia infravermelha no diagnóstico reprodutivo de caprinos. **Acta Veterinaria Brasilica**. v.8, suplemento 2, p.380-384. 2014.

ROBERTO, J. V. B.; SOUZA, B. B. Utilização da termografia de infravermelho na medicina veterinária e na produção animal. **Journal Animal Behaviour Biometeorology**. v.2, n.3, p.73-84. 2014.

SOUSA, B. G.; SILVA, L. K. C.; SANTOS JÚNIOR, F. F. U. A utilização da termografia infravermelha na avaliação de equinos: Uma revisão sistemática. **Ciência Animal**, 28(2):59-66, 2018.

VOLPATO, G. **Bases teóricas para redação científica**. São Paulo: Cultura acadêmica. Vinhedo: Scripta, 2011.

VOLPE, P. L. O. Estudo da fermentação alcoólica de soluções diluídas de diferentes açúcares utilizando microcalorimetria de fluxo. **Química Nova**. 20(5), 528-534. 1997.

## **CAPÍTULO II**

### **TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA DE OVELHAS COM ACIDOSE LÁTICA RUMENAL AGUDA**

Artigo a ser submetido à Revista *Principia* do IFPB – João Pessoa (Qualils A3)

## CAPÍTULO II

### TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA DE OVELHAS COM ACIDOSE LÁTICA RUMENAL AGUDA

### INFRARED THERMOGRAPHY OF EWES WITH ACUTE RUMINAL LACTIC ACIDOSIS

Rodrigo Formiga Leite<sup>1</sup>

Luan Aragão Rodrigues<sup>3</sup>

Francisco Roserlândio Botão Nogueira<sup>2</sup>

Ednaldo Barbosa Pereira Júnior<sup>2</sup>

Bonifácio Benício de Souza<sup>1</sup>

Eldinê Gomes de Miranda Neto<sup>1</sup>

### RESUMO

A acidose láctica rumenal é o distúrbio digestivo mais prevalente em ruminantes e advém da fermentação de carboidratos simples no rúmen. Os processos fermentativos são exotérmicos. A termografia de infravermelho capta a irradiação infravermelha, emitida pela matéria, que é proporcional à temperatura dos corpos. Objetivou-se com este trabalho avaliar o uso da termografia de infravermelho no diagnóstico da acidose láctica rumenal em ovelhas. Foram avaliadas 14 ovelhas vazias, da raça Santa Inês e com pelagem preta, que foram subdivididas em sete duplas, sendo um animal controle e outro teste submetido à indução da acidose rumenal. A acidose foi induzida através da administração de sacarose na dosagem de 10g/kg PV via oral. Imagens termográficas infravermelhas das regiões do flanco e ocular foram coletadas dos animais, além da avaliação física e análise do fluido rumenal.

---

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciência e Saúde Animal – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Campus de Patos. Autor para correspondência: [rodrigo.leite@ifpb.edu.br](mailto:rodrigo.leite@ifpb.edu.br).

<sup>2</sup> Curso de Medicina Veterinária – Instituto Federal da Paraíba, Campus de Sousa, Rua Presidente Tancredo Neves, s/n, Jardim Sorri-lândia, Sousa-PB. CEP: 58800-970.

<sup>3</sup> Médico Veterinário Autônomo.

Não houve alteração significativa ( $p > 0,05$ ) entre as termografias infravermelhas entre os animais controle e teste. Ocorreu alteração ( $p < 0,05$ ) na frequência cardíaca e temperatura retal. O formato abdominal e o aspecto das fezes dos animais sofreu modificação. O fluido rumenal apresentou alteração ( $p < 0,05$ ) no potencial hidrogeniônico, na motilidade e viabilidade dos infusórios. Houve predominância de bactérias Gram-positivas no fluido rumenal com acidose. A termografia de infravermelho se destaca no rol da tecnologia de imagem diagnóstica por ser prática, rápida e segura, entretanto, nas condições deste experimento, não foi capaz de detectar alteração térmica nos animais estudados.

Palavras-chave: Termografia; infravermelho; ovelhas; acidose.

### ABSTRACT

Ruminal lactic acidosis is the most prevalent digestive disorder in ruminants and arises from the fermentation of simple carbohydrates in the rumen. Fermentation processes are exothermic. Infrared thermography captures the infrared radiation emitted by matter, which is proportional to the bodies temperature. The objective of this study was to evaluate the use of infrared thermography in the diagnosis of ruminal lactic acidosis in sheep. Fourteen empty Santa Inês ewes, with black coat were evaluated. They were divided into seven pairs, one animal control and the other submitted to ruminal acidosis induction. Acidosis was induced by administering sucrose at a dosage of 10g/kg PV orally. Infrared thermographic images of the flank and ocular regions were collected from the animals, in addition to physical evaluation and analysis of the ruminal fluid. There was no significant change ( $p > 0.05$ ) between infrared thermographs from control and test animals. There was change ( $p < 0.05$ ) in heart rate and rectal temperature. The abdominal shape and the appearance of the animal's feces underwent modification. The ruminal fluid showed changes ( $p < 0.05$ ) hydrogenic potential, in the motility and viability of the infusoria. There was a predominance of Gram-positive bacteria in the ruminal fluid with acidosis. Infrared thermography stands out in the list of diagnostic imaging technology because it is practical, fast and safe, however, under the conditions of this experiment, it was not able to detect thermal changes in the studied animals.

Key words: Thermography; infrared; ewes; acidosis.

## 1. INTRODUÇÃO

A acidose láctica rumenal é considerada a desordem nutricional mais importante dos ruminantes (Lettat et al., 2012; Pereira et al., 2018). Essa enfermidade é causada pela ingestão de alimentos ricos em carboidratos facilmente fermentáveis como cereais, frutas, tubérculos e pastagens suculentas, por animais não adaptados ou em quantidade que excede o poder de metabolização da microbiota rumenal (Afonso e Mendonça, 2007; AlZahal et al., 2008; Soares et al., 2017; Noronha Filho et al., 2019).

Os principais fatores de risco associados ao desencadeamento da enfermidade são os erros de manejo, destacando-se a formulação incorreta de rações na propriedade, oferecimento brusco de concentrado a animais não adaptados e acesso acidental a grandes porções de alimentos ricos em carboidratos (Fubini e Divers, 2008; Oliveira et al., 2015).

Os processos fermentativos inerentes à atividade da microbiota rumenal promovem a conversão dos carboidratos em ácidos graxos de cadeia curta e queda do pH do conteúdo rumenal (Danscher et al., 2015; Aldrovani et al., 2019).

A hiperacidez do conteúdo rumenal aumenta sua pressão osmótica induzindo o influxo de água para dentro do rúmen (Dirksen, 2005). Essa água advém da circulação sistêmica e causa desidratação e hemoconcentração proporcional ao nível de acidez (Constable et al., 2017).

O ácido láctico é corrosivo para o epitélio rumenal e pode causar rumenite tóxica. As endotoxinas, resultantes da destruição microbiana, provocam estase rumenal, redução da perfusão tecidual, deterioração da função cardiovascular, astenia e depressão. Distensão abdominal e fezes diarreicas também podem ser observadas (Garry e McConnel, 2015). Abscessos hepáticos, laminite, tromboembolismo da veia cava e/ou artéria pulmonar, úlceras de abomaso e polioencefalomalácia são consequências que podem surgir no decurso da enfermidade (Afonso e Mendonça, 2007).

O fluido rumenal torna-se progressivamente aquoso, com coloração cinza-leitosa e odor acre. O pH está normalmente abaixo de 5,0 (Constable et al., 2017). Entretanto, casos de acidose láctica rumenal podem não ser detectados em propriedades rurais devido flutuações de valores do pH do fluido rumenal que podem ocorrer devido respostas compensatórias do organismo, o que reduz a sensibilidade do teste em cursos clínicos mais longos (Danscher et al., 2015).

O diagnóstico da acidose láctica rumenal é realizado com base na anamnese, nos achados clínicos e no exame do fluido rumenal (Dirksen, 2005; Lira et al., 2013). Entretanto, o fomento a métodos de diagnósticos rápidos, precisos, menos invasivos e que possam ser utilizados a campo deve ser estimulado e a termografia de infravermelho ocupa uma posição importante nesse campo.

A termografia de infravermelho capta a radiação emitida pelos corpos e converte essas informações em um termograma que expressa o gradiente térmico em um padrão de cores (Nogueira et al., 2013).

Considerando-se a produção de calor endógeno em virtude dos processos fermentativos dos carboidratos durante o desenvolvimento da acidose láctica rumenal e sua associação com o aumento da emissividade de radiação infravermelha, objetivou-se avaliar o uso da termografia de infravermelho no diagnóstico da acidose láctica rumenal aguda induzida experimentalmente em ovelhas.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Local e período experimentais

O trabalho foi desenvolvido nas instalações do setor de Ovinocultura do Instituto Federal da Paraíba – Campus Sousa, localizado a 442 km de distância da capital com latitude  $06^{\circ}45'33''\text{S}$ , longitude  $38^{\circ}13'41''\text{W}$  e altitude 220m situado na mesorregião do alto sertão paraibano, sob influência do clima semi-árido. O experimento foi realizado no período de abril a maio de 2021, com aprovação pela Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA/IFPB-Sousa, sob o número 230000018472019-25.

### 2.2. Coletas dos dados e monitoramento térmico ambiental

Os dados foram coletados no setor de Ovinocultura (Figura 14) onde os animais foram submetidos à Avaliação Termográfica, Exame Físico e Análise do Fluido Rumenal com exceção da prova do teor de cloretos do conteúdo rumenal que foi realizada no Hospital Veterinário dessa mesma instituição de ensino.



*Figura 14: Ovelhas em baias individuais durante o período de adaptação.*

O monitoramento térmico ambiental foi realizado através da aferição do Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) através da fórmula:  $ITGU = T_{gn} + 0,36 * T_{po} + 41,5$  onde  $T_{gn}$ : Temperatura de globo negro e  $T_{po}$ : Temperatura de ponto de orvalho (Oliveira et al., 2013), com auxílio de Datalogger<sup>1</sup> (Figura 15).



*Figura 15: Globo negro conectado ao datalogger.*

### 2.3. Animais, manejo e alimentação

Foram utilizados 14 ovelhas, vazias, com pelagem preta, da raça Santa Inês, com peso médio de  $45 \pm 1,73$  kg e escore de condição corporal nível 3.

Os animais foram mantidos em baia individual com dimensão de  $10,5 \text{ m}^2$  onde permaneceram por 21 dias, para que se adaptassem ao ambiente e à dieta, sendo logo em seguida induzida a acidose láctica rumenal.

---

<sup>1</sup> – HOBO© temp/RH/2 ext channels.

Os animais foram subdivididos em duplas, sendo um animal utilizado como animal controle e o outro submetido à acidose sendo o teste. As análises foram realizadas no mesmo momento nos dois animais da dupla, iniciando-se pelo animal controle.

A alimentação dos animais era composta por ensilagem de sorgo forrageiro e 150g de farelo de soja oferecidos duas vezes ao dia. Foi fornecido sal mineral e água *ad libitum*.

Antes do experimento os animais foram examinados conforme Feitosa (2020a) no intuito de se comprovar que estavam clinicamente sadios. Todos os animais receberam anti-helmínico antes do experimento (Levamisole, 8mg/kg, SC).

#### 2.4. Indução da acidose láctica

Os animais do experimento foram submetidos à indução da acidose láctica rumenal por meio da administração de sacarose via oral (Kezar e Church, 1979 apud Câmara et al., 2013), na dosagem de 10 g/kg PV por via oral com auxílio de sonda. O conteúdo foi dissolvido em 700 ml de água a temperatura ambiente. A acidose foi induzida no animal teste logo após as primeiras análises de Termografia de infravermelho, Exame físico e Análise do fluido rumenal da dupla de animais. O animal controle recebeu apenas a água a temperatura ambiente.

#### 2.5. Delineamento experimental

Os exames efetuados nos animais foram a Termografia de infravermelho, o Exame físico e a Análise do fluido rumenal. As análises termográficas e o exames físicos foram realizadas às 07:00, 10:00, 13:00, 16:00, 19:00 e 22:00h durante quatro dias, que corresponde às fases superaguda e aguda da doença. As análises do fluido rumenal foram efetuadas no intervalo de 0, 6, 24, 48 e 72 horas, sendo o momento '0' o que precedeu a indução da acidose láctica rumenal.

##### 2.5.1. Termografia de infravermelho

A mensuração da termografia de infravermelho foi realizada com auxílio de uma câmera termográfica<sup>2</sup>, expressando o termograma da lateral esquerda dos ovinos em estação, na altura do flanco esquerdo e da região ocular, com angulação de 90° em relação ao solo e a uma distância de aproximadamente dois metros do animal (Figura 16).

---

2 – Câmera termográfica FLIR Modelo T-420©



*Figura 16: Captação da imagem termográfica infravermelha das ovelhas.*

Foi delimitada uma área circular de  $0,03\text{m}^2$  na altura do flanco esquerdo e da região ocular de todos os animais sendo examinada a temperatura média nessa região. Os termogramas foram analisados através do aplicativo FLIR Tools Mobile, versão 3. 9. 2, 2012.

### 2.5.2. Exame físico

Os animais foram examinados clinicamente de acordo com uma ficha de avaliação física (em anexo) onde eram considerados sinais de postura, comportamento, apetite, grau de desidratação, coloração das mucosas, frequência respiratória, frequência cardíaca, temperatura retal, forma e tensão abdominais, dinâmica rumenal e características das fezes (Figura 17) (Feitosa, 2020a).



*Figura 17: Exame físico dos animais.*

### 2.5.3. Coleta e Análise do fluido rumenal

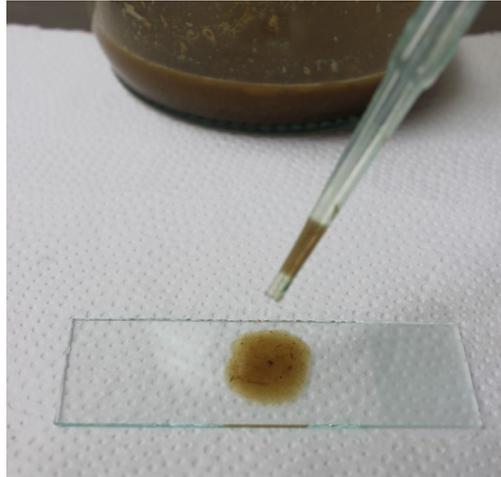
A coleta do fluido rumenal foi realizada com o auxílio de uma sonda plástica de PVC (Policloreto de Vinila), atóxica, medindo 2,8m e com diâmetro de 0,8mm, via oro-gástrica. A extremidade livre da sonda foi acoplada a um sistema de sucção conectada a um recipiente coletor de vidro (Figura 18).



*Figura 18: Coleta de fluido rumenal.*

As amostras foram avaliadas fisicamente imediatamente após as coletas conforme Dirksen, (1993) e Feitosa (2020b). A determinação do potencial hidrogeniônico (pH) foi realizada com a utilização de pHmetro portátil (KASVI, Mod: K39-0014PA).

O exame microscópico dos protozoários foi realizado a partir da análise de uma gota do fluido rumenal homogeneizado colocado sobre uma lâmina, recoberto por uma lamínula e avaliada em microscópio óptico a objetiva de 40x. Foram examinadas a densidade dos protozoários por estimativa, classificando-a como abundante (+++), moderada (++) , escassa (+) ou ausente (-); a motilidade dos infusórios foi caracterizada de forma semelhante sendo intensa (+++), moderada (++) , baixa (+) ou ausente (-). A predominância da proporção dos infusórios grandes, médios e pequenos e a relação entre vivos e mortos também foi estimada (Figura 19) (Dirksen, 1993).



*Figura 19: Análise dos infusórios vivos no fluido rumenal.*

O Tempo de Redução do Azul de Metileno (TRAM) foi mensurado com uma amostra de 20 ml de fluido rumenal homogeneizada acondicionada em dois tubos de ensaio. Em seguida, adicionou-se 1 ml de azul de metileno a 0,03% em um dos tubos. Os dois tubos de ensaio foram homogeneizados por inversão cinco vezes. Logo após, marcou-se o tempo de degradação do azul de metileno pela microbiota bacteriana rumenal até o fluido retornar à cor original que era representada pelo tubo de ensaio que não recebeu o corante (Feitosa, 2020b).

O teor de cloretos foi determinado em amostra de 5 a 10 ml de suco rumenal, previamente filtrado em cinco camadas de gaze e que foi centrifugada a 3.000 rpm durante 15 minutos. O sobrenadante produzido foi utilizado em análise para leitura por método colorimétrico em analisador bioquímico semi-automático com auxílio de kits comerciais para a determinação do teor de cloretos (Figura 20) (Dirksen, 1993).

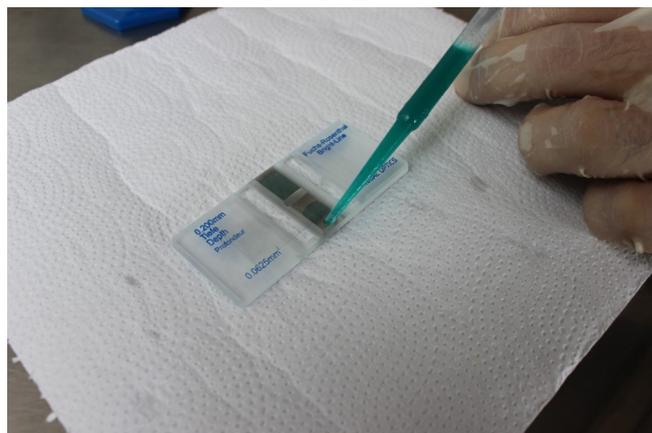


*Figura 20: Determinação do teor de cloretos no fluido rumenal.*

A contagem total dos infusórios foi efetuada com o acondicionamento de 1,0 ml de fluido rumenal, previamente filtrado em cinco camadas de gaze, em um tudo de ensaio contendo 9,0 ml de solução de formaldeído a 20%. Em seguida, eram instiladas 3 gotas de corante verde brilhante a 2% (Figura 21). A amostra era então homogeneizada por inversão e deixada em repouso por 15 min. Logo após, uma alíquota homogeneizada desse material era colocado em uma câmara de Fuchs Rosenthal espelhada e a contagem dos infusórios realizada em microscópio óptico em objetiva de 40x (Figura 22) (Dehority, 1977). O resultado final foi multiplicado por 10 (fator de diluição da amostra) e por 320 (fator da câmara de Fuchs Rosenthal).



*Figura 21: Preparação da solução para a contagem total de infusórios no fluido rumenal.*



*Figura 22: Preenchimento da câmara de Fuchs Rosenthal.*

A classificação da predominância da microbiota bacteriana foi realizada por exame direto de esfregaços de fluido rumenal (Figura 23), corados pelo método de Gram (Figuras 24 e 25) e analisados em objetiva de 100x em microscópio óptico para a determinação do tipo de bactéria predominante (Dirksen, 1993).



*Figura 23: Confeção de esfregaço microbiológico do fluido rumenal.*



*Figura 24: Coloração pelo método de Gram (Violeta de genciana).*



*Figura 25: Esfregaço microbiológico corado pelo método de Gram.*

## 2.6. Análise estatística

Os valores obtidos foram tabulados em planilha do programa LibreOffice Calc<sup>3</sup>, onde foi determinado o grau de variância dos dados. O teste paramétrico T-Student pareado foi utilizado para observar a variabilidade dos dados em distribuição homocedástica. Nas distribuições de valores heterocedásticas foi usado o teste não paramétrico de Wilcoxon, considerando relação de dependência entre as variáveis e com um nível de significância de 5% (Volpato e Barreto, 2016). O software utilizado na análise foi Sisvar©, versão 5.6.

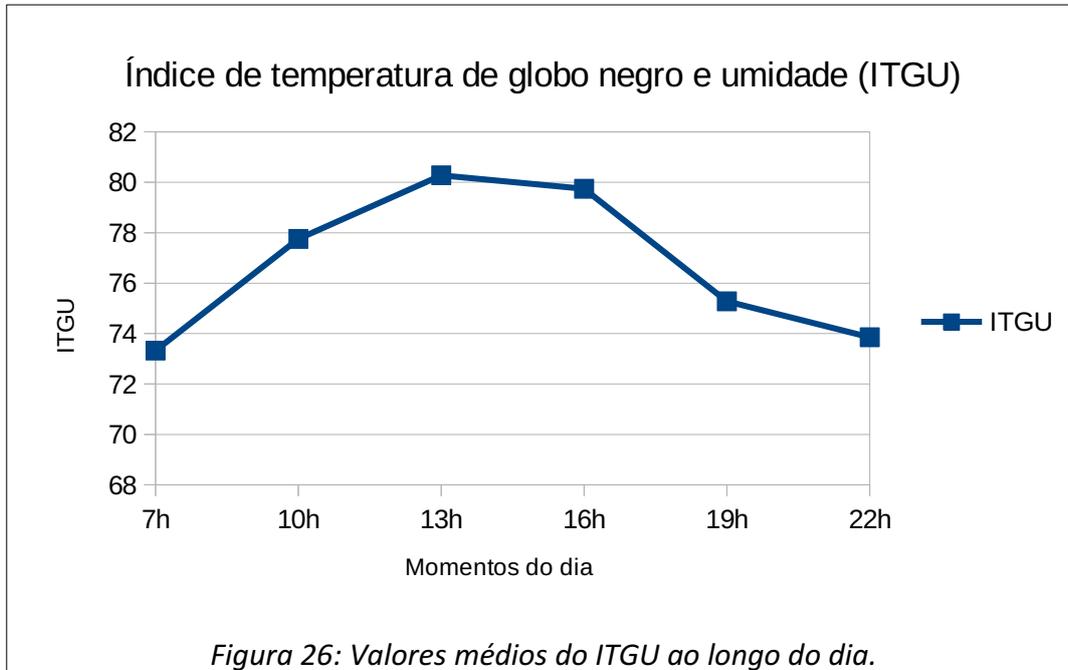
---

3 – Suíte de aplicativos LibreOffice©

### 3. RESULTADOS

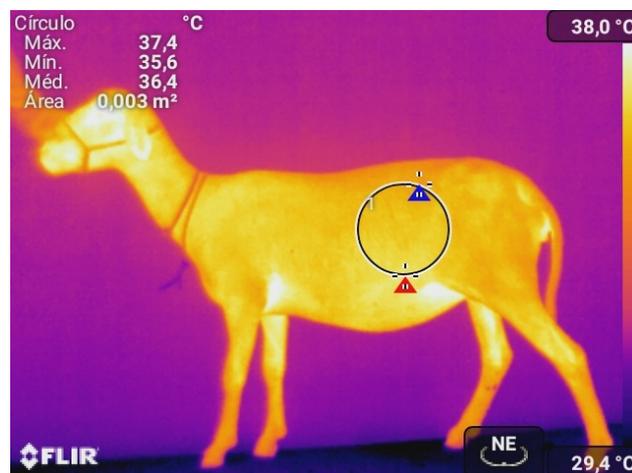
#### 3.1. Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU)

O ITGU variou ao longo do dia entre 71,21 e 82,20; e atingiu o pico às 13 horas (Figura 26).

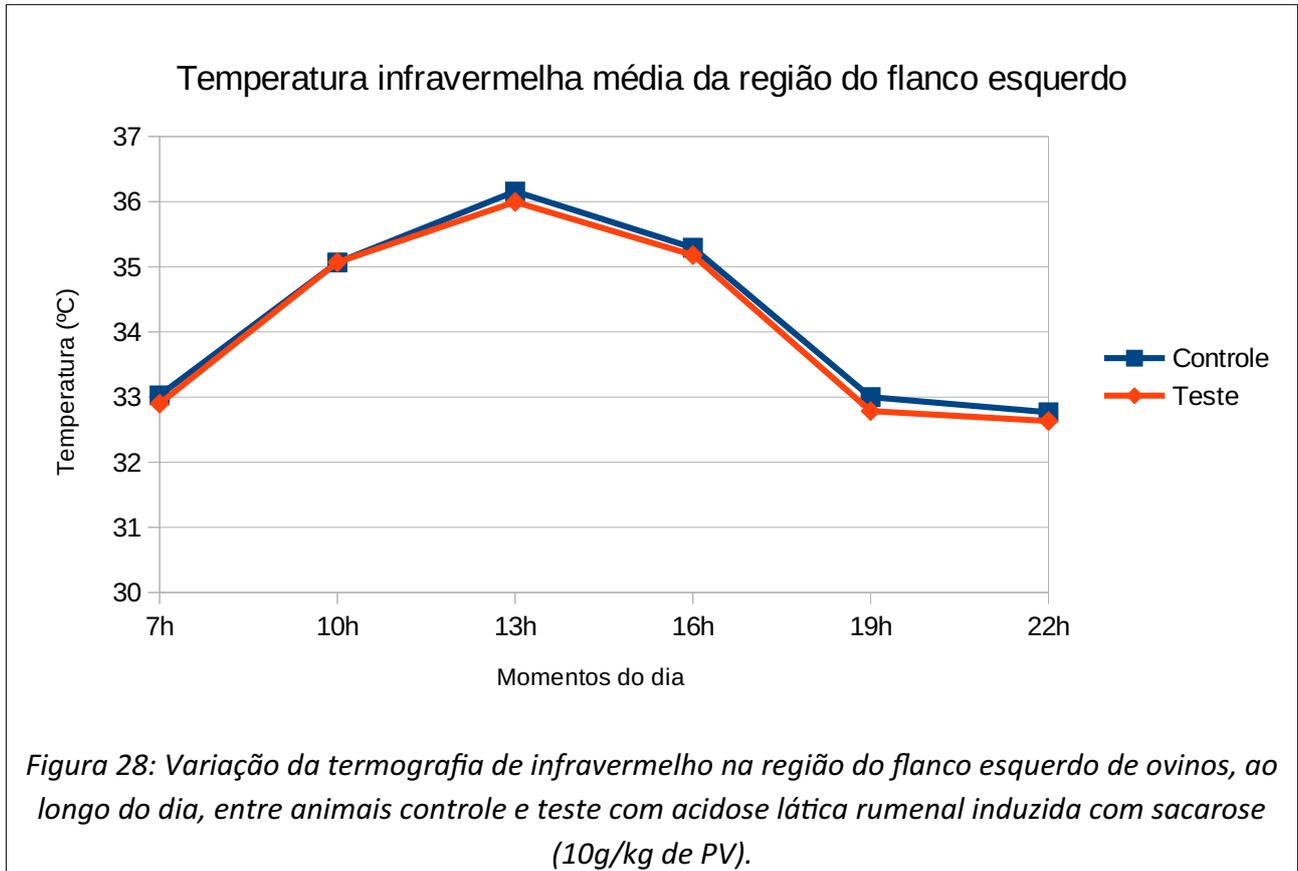


#### 3.2. Termografia infravermelha (TIV)

A temperatura infravermelha na região do flanco esquerdo (Figura 27) oscilou entre 30,7 – 41,2°C, com uma média de  $34,21 \pm 1,90$  °C.



Não houve diferença estatística significativa entre as termografias infravermelhas no flanco esquerdo entre os animais controle e teste (Figura 28).

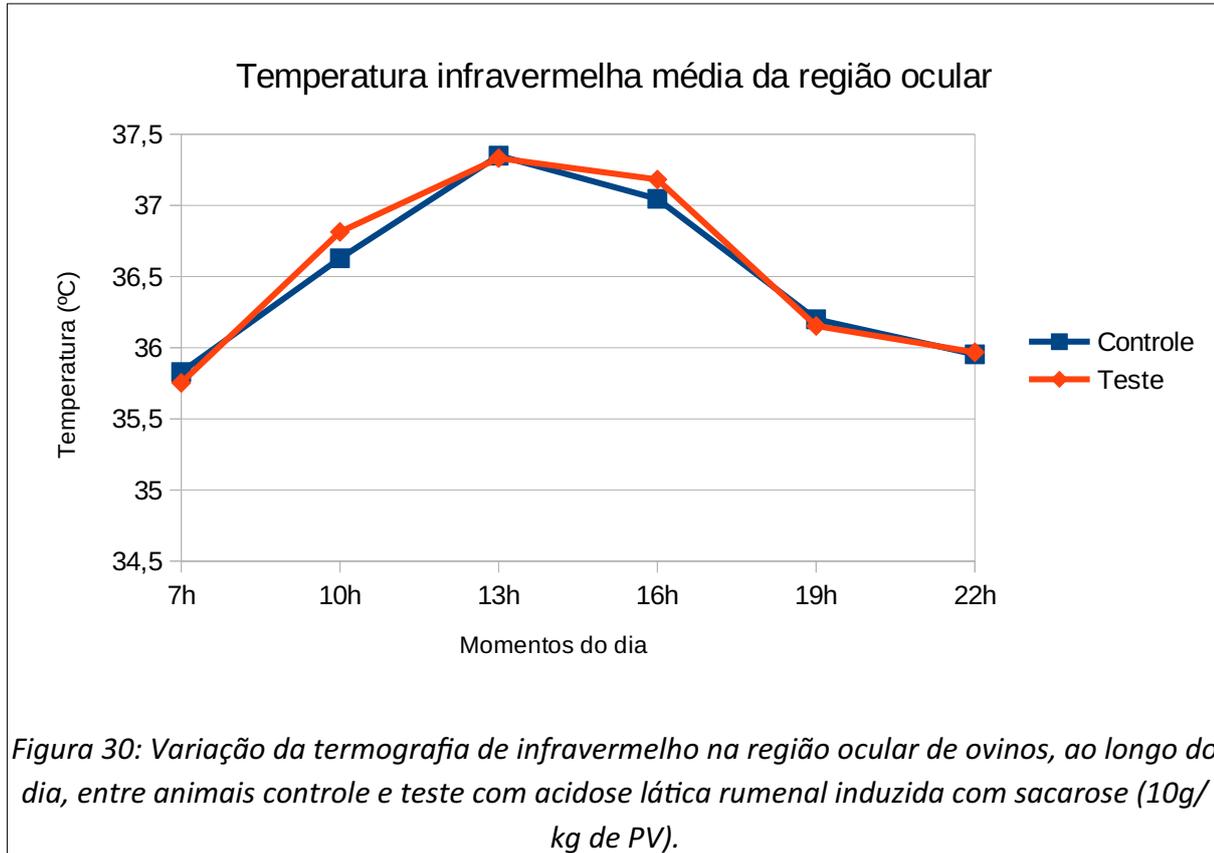


A temperatura infravermelha na região ocular (Figura 29) variou em um intervalo entre 34,9 – 39,1; com uma média de  $36,5 \pm 0,81$  °C.

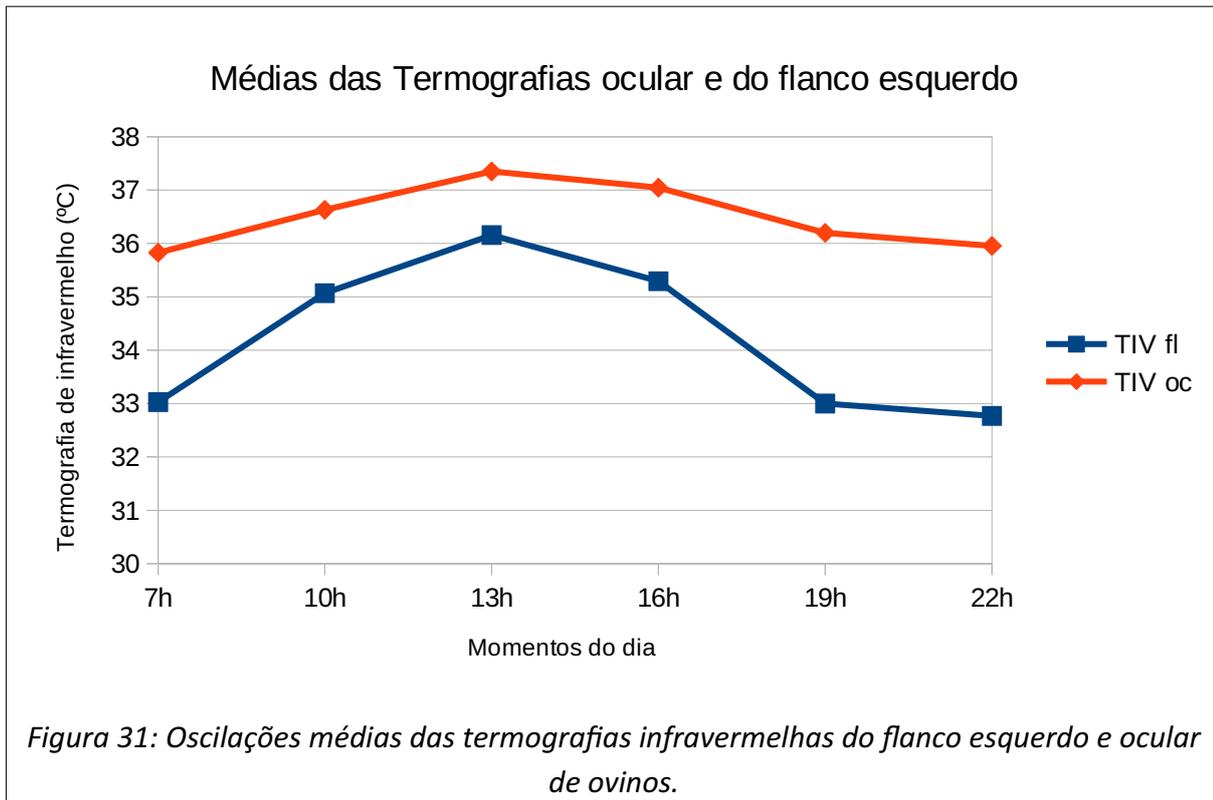


*Figura 29: Mensuração da termografia infravermelha na região ocular.*

Não houve diferença estatística entre as termografias infravermelhas oculares entre os animais controle e teste (Figura 30).



As temperaturas infravermelhas das regiões do flanco esquerdo e ocular tiveram seus picos às 13 horas (Figura 31). O intervalo de oscilação maior da temperatura infravermelha do flanco esquerdo, com coeficiente de variação médio de 3,24 % em comparação com o da região ocular de 1,72%, demonstra uma maior influência das variações térmicas ambientais sobre essa variável. A curva térmica da termografia infravermelha do flanco esquerdo foi semelhante à curva do ITGU.



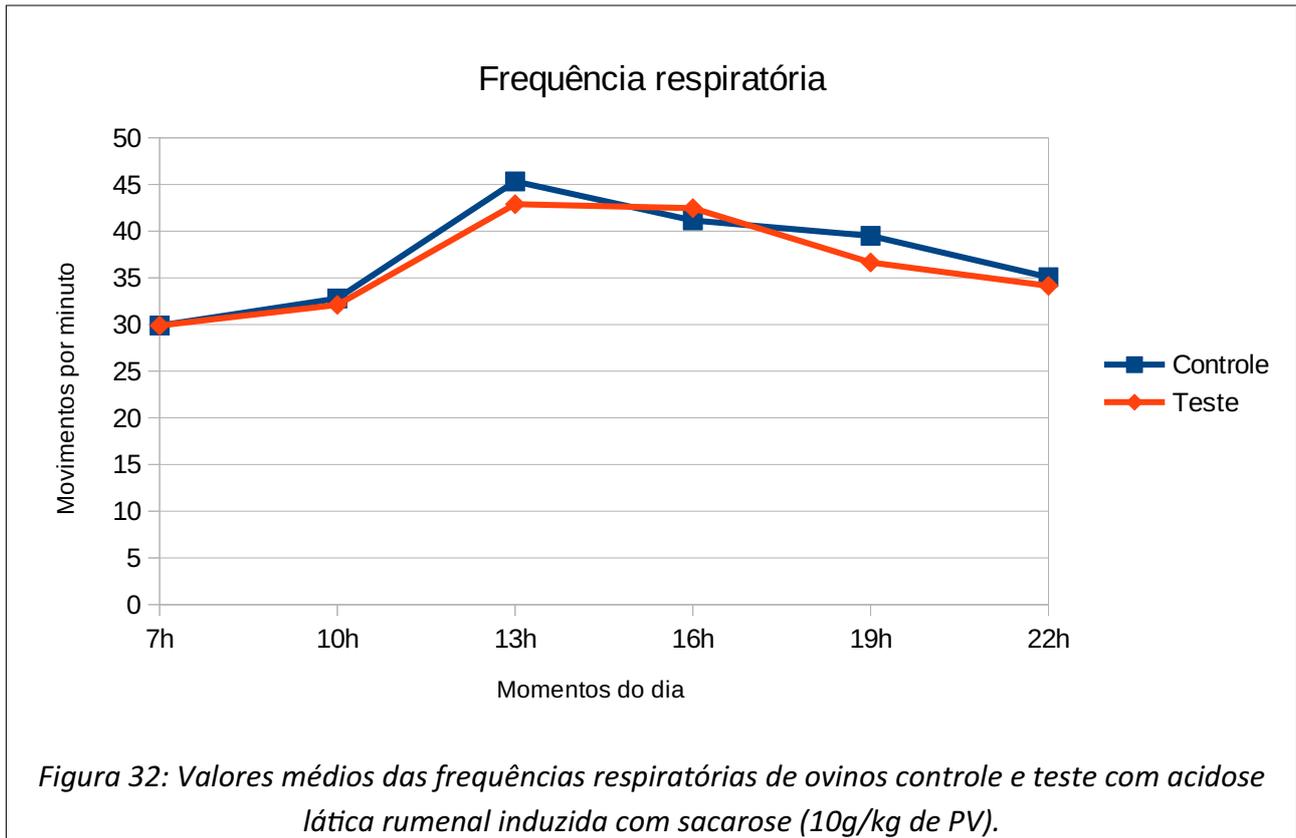
A temperatura termográfica da região ocular teve um aumento médio de 6,27% em relação à temperatura termográfica na região do flanco esquerdo.

Não houve alteração notória entre as imagens termográficas infravermelhas dos animais controle comparadas aos teste.

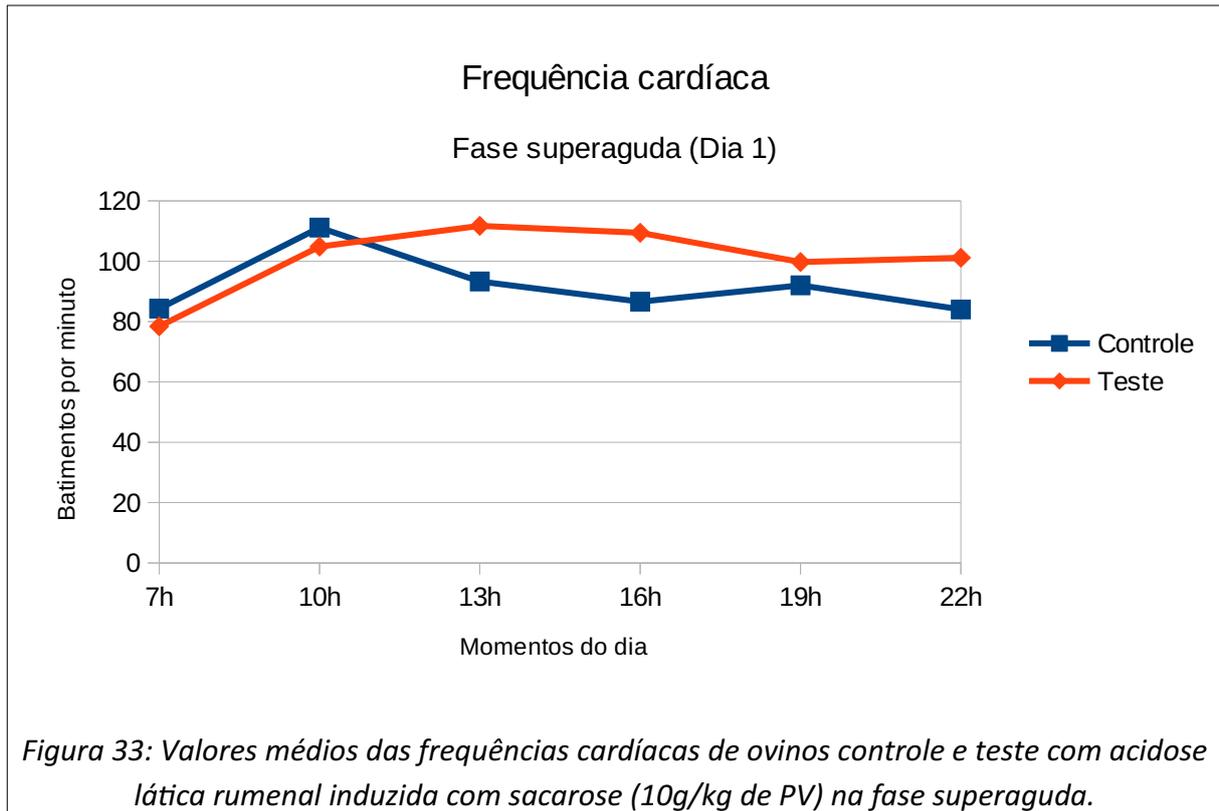
### 3.3. Exame Físico

As ovelhas não apresentaram alteração postural ou comportamental. O apetite se manteve. A desidratação clínica não foi constatada em nenhum animal. A dinâmica rumenal não sofreu alteração clínica.

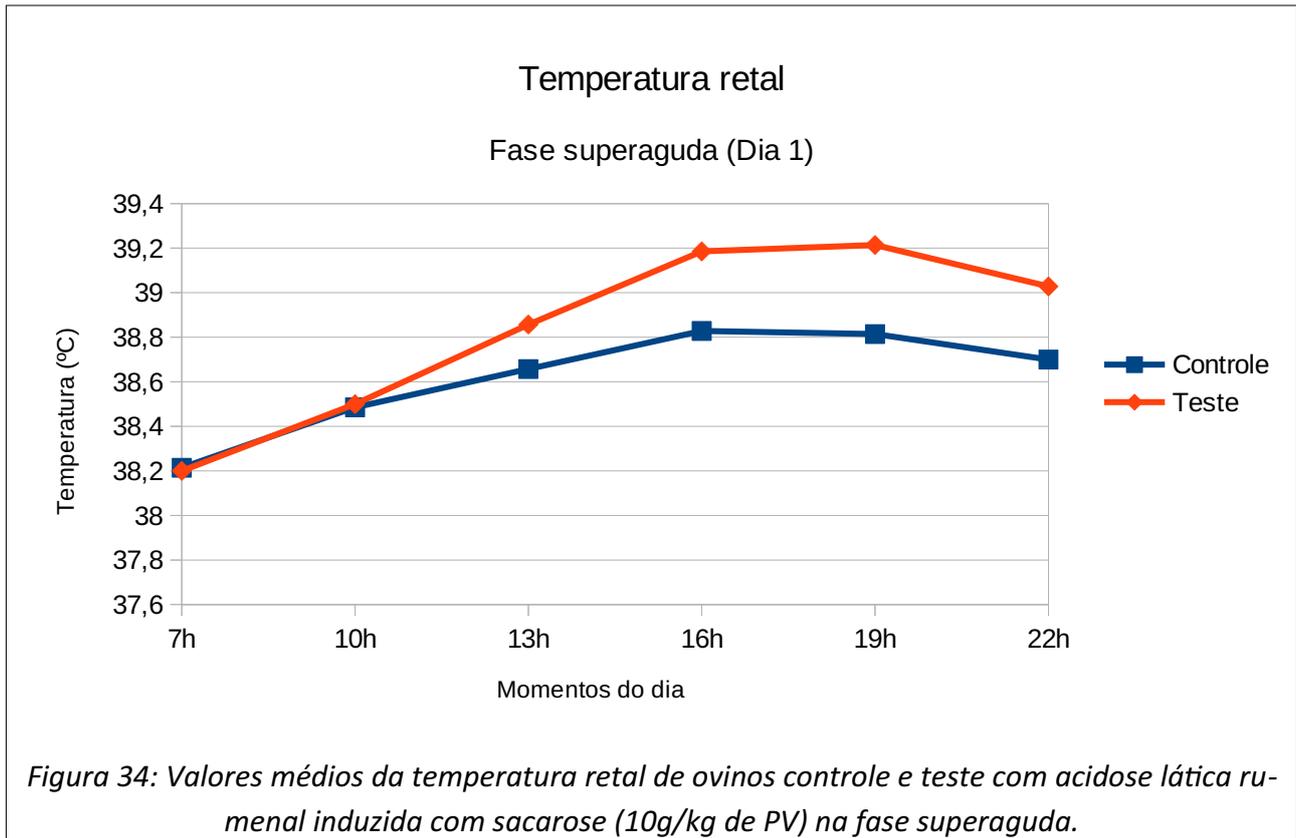
A frequência respiratória nas ovelhas controle teve média de  $37,28 \pm 13,02$  (20 – 96) movimentos respiratórios por minuto, semelhante às ovelhas teste que foi de  $36,35 \pm 10,90$  (20 – 84) (Figura 32), não havendo diferença significativa entre os grupos ( $p > 0,05$ ). O pico das frequências respiratórias médias nos animais controle e teste ocorreu às 13:00 horas.



A frequência cardíaca nas ovelhas controle teve média de  $89,0 \pm 19,56$  (55 – 160) batimentos por minuto (bpm) e as ovelhas teste tiveram uma média de  $90,32 \pm 16,18$  (58 – 128) bpm. Entretanto, ocorreu variação significativa a partir das 10 horas na fase superaguda ( $p < 0,05$ ), com aumento da diferença média da frequência cardíaca nos animais teste em relação aos animais controle nessa fase (Figura 33). Na fase aguda subsequente não houve diferença.



A temperatura retal média dos animais controle e teste foram semelhantes. Nos animais controle situaram-se entre 37,7 a 39,4°C, com média de  $38,59 \pm 0,35$ . Os animais com acidose tiveram uma média de temperatura retal de  $38,65 \pm 0,39$ , oscilando entre 37,7 a 39,9°C. Houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ), entre os animais controle e teste na fase superaguda a partir das 10 horas (Figura 34). Na fase aguda subsequente não houve diferença.



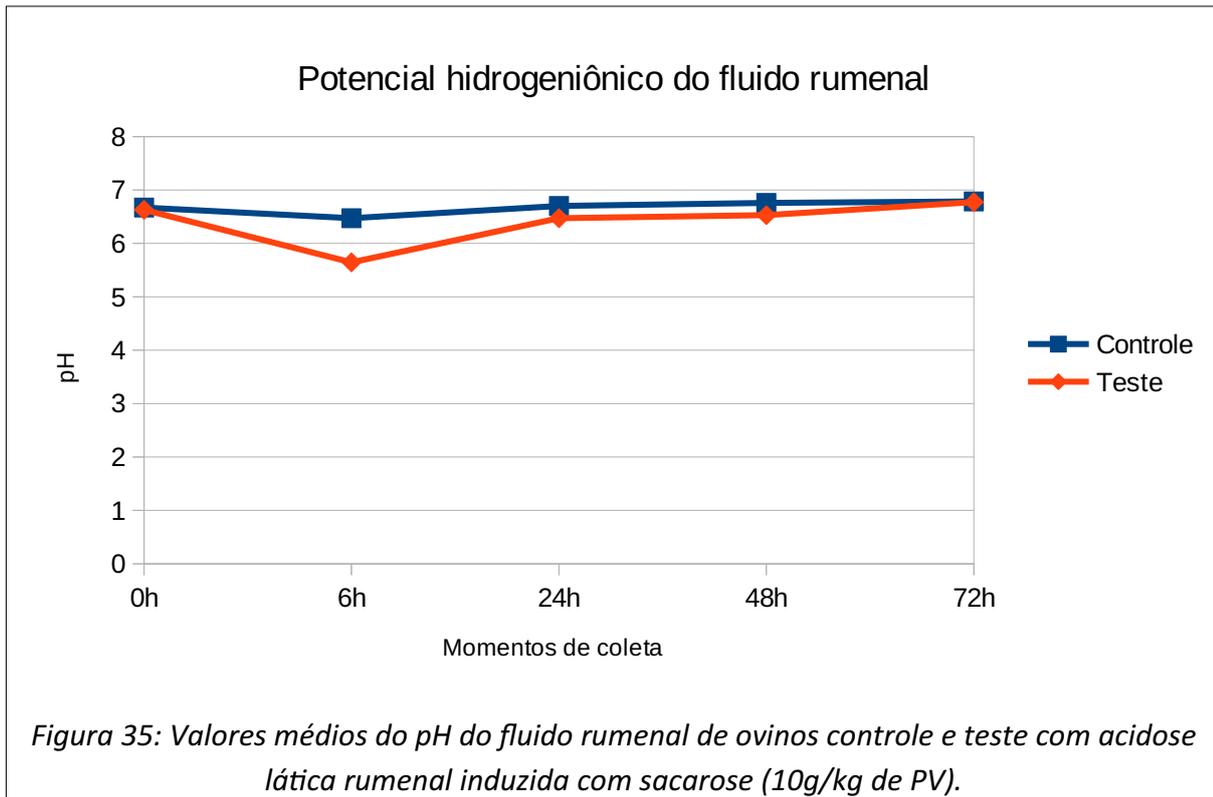
A forma do abdômen ficou abaulada com aumento nas porções ventrais esquerda e direita em todos os animais teste, iniciando-se na fase superaguda e sendo restabelecida na fase aguda intermediária.

As características físicas das fezes ficaram alteradas assumindo aspecto diarreico na fase superaguda. Durante a fase aguda inicial, as fezes adquiriram aspecto pastoso. Houve restabelecimento para aspecto tipo cíbalas na fase aguda intermediária em todos os animais teste.

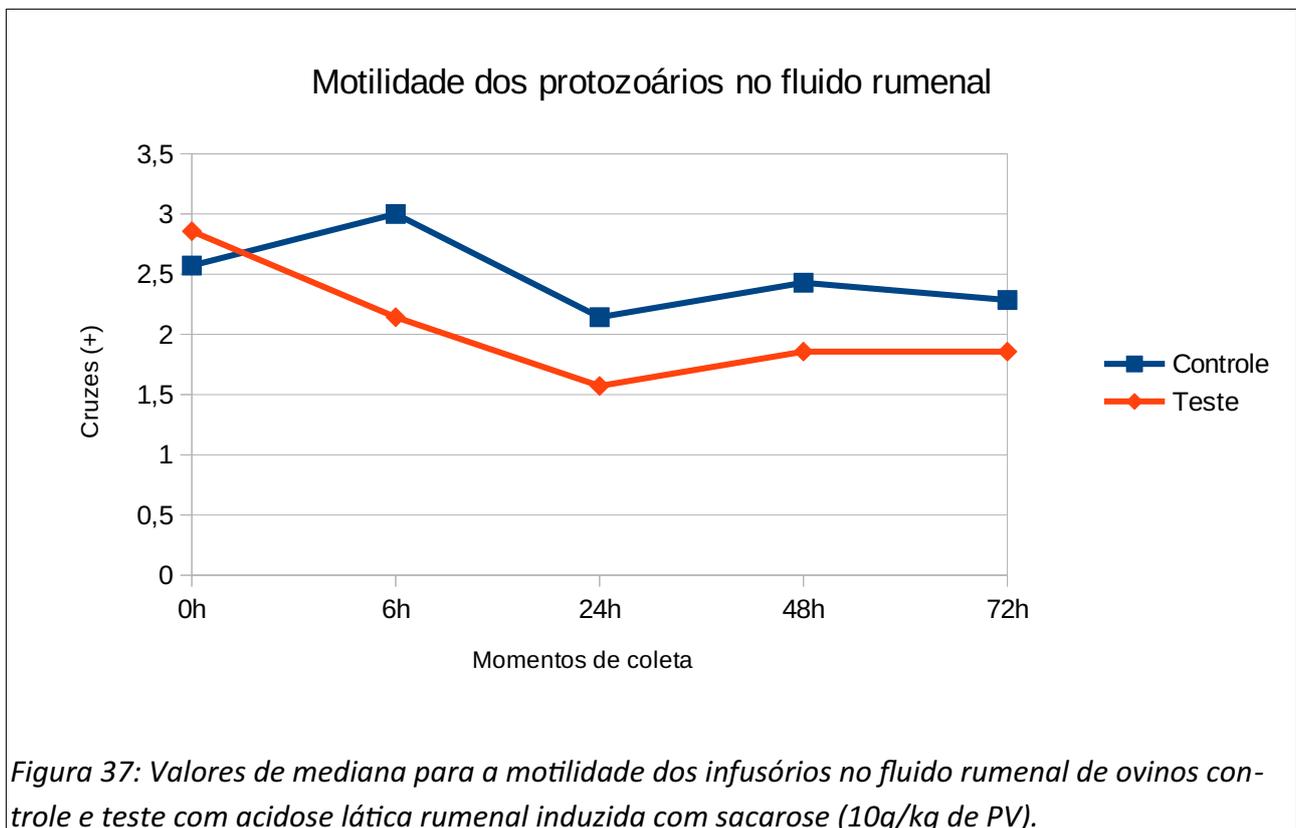
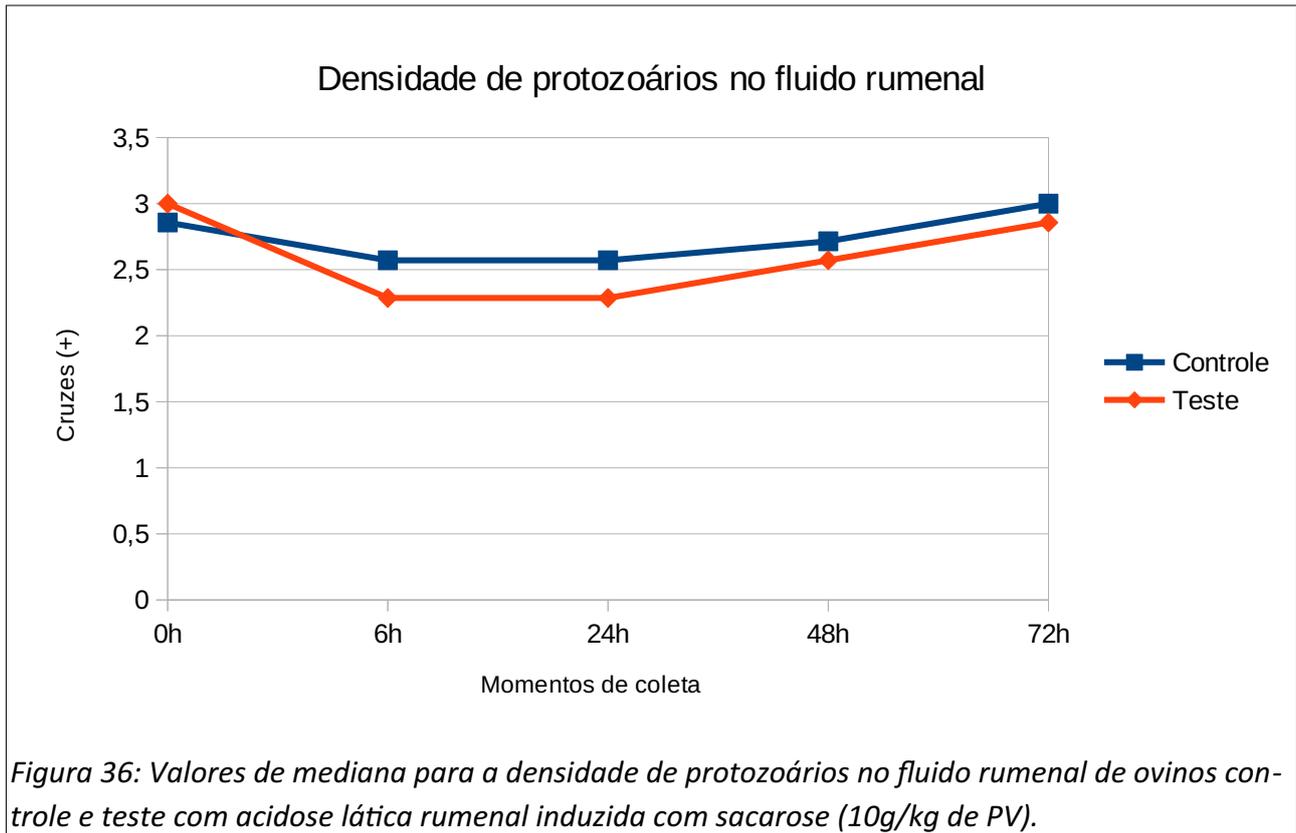
### 3.4. Fluido rumenal

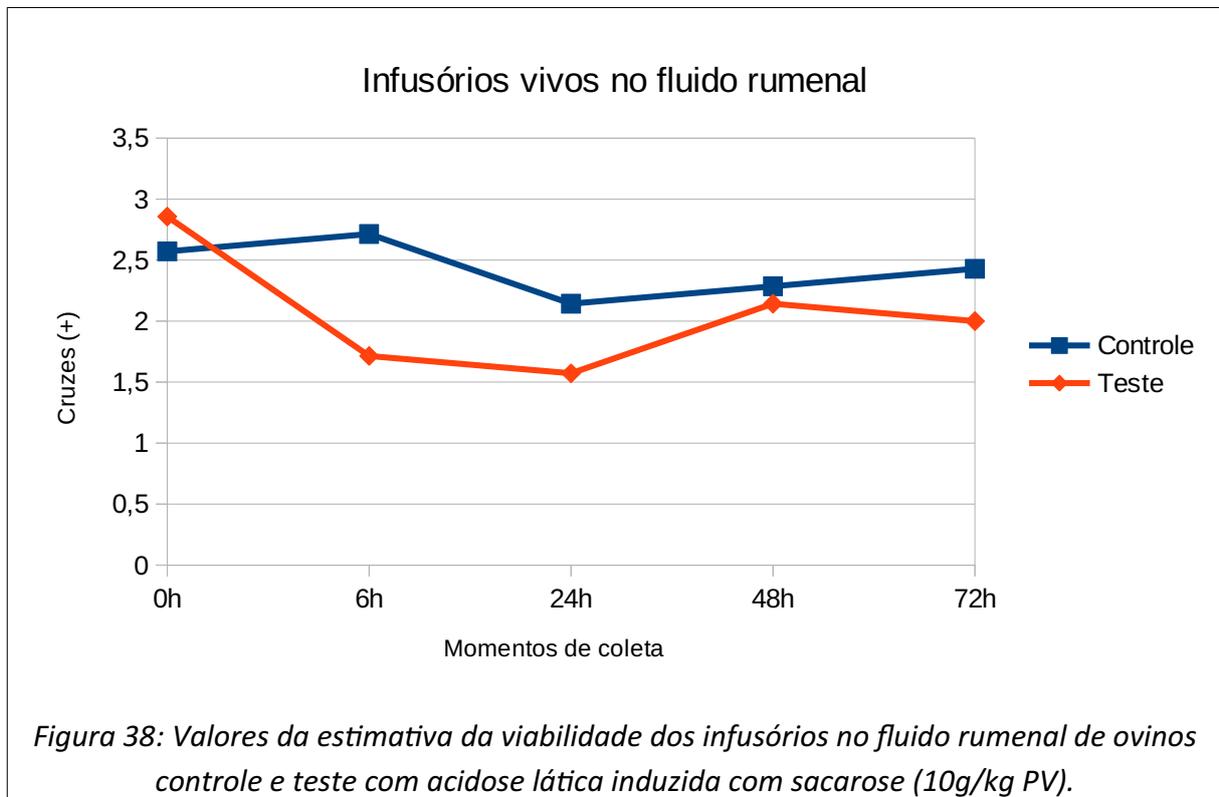
A coloração obtida nas amostras de fluido rumenal foi a cor castanha, variando na fase superaguda dos animais teste para castanho claro. O odor constatado foi o aromático em todas as amostras. A consistência do fluido variou entre levemente viscosa a aquosa entre ambos os grupos.

Houve redução do Potencial Hidrogeniônico no fluido rumenal dos animais teste na fase superaguda ( $p < 0,05$ ), o qual foi restabelecido na fase aguda (Figura 35).

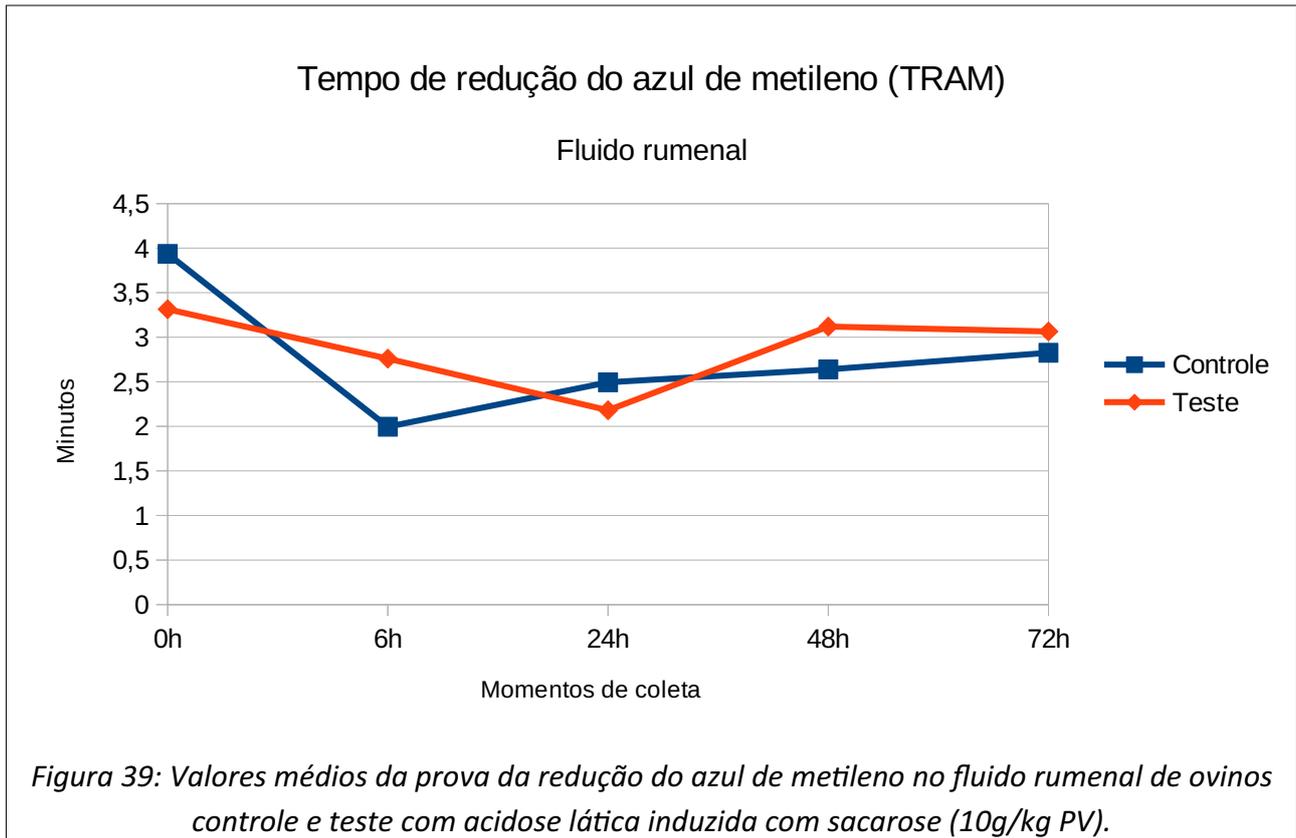


A avaliação dos protozoários não revelou alteração significativa ( $p > 0,05$ ) na densidade dos protozoários, apesar de ter ocorrido uma pequena variação (Figura 36). Houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) na motilidade e na viabilidade dos infusórios na fase superaguda (Figuras 37 e 38). Os infusórios grandes foram mais afetados comparados aos médios e pequenos.

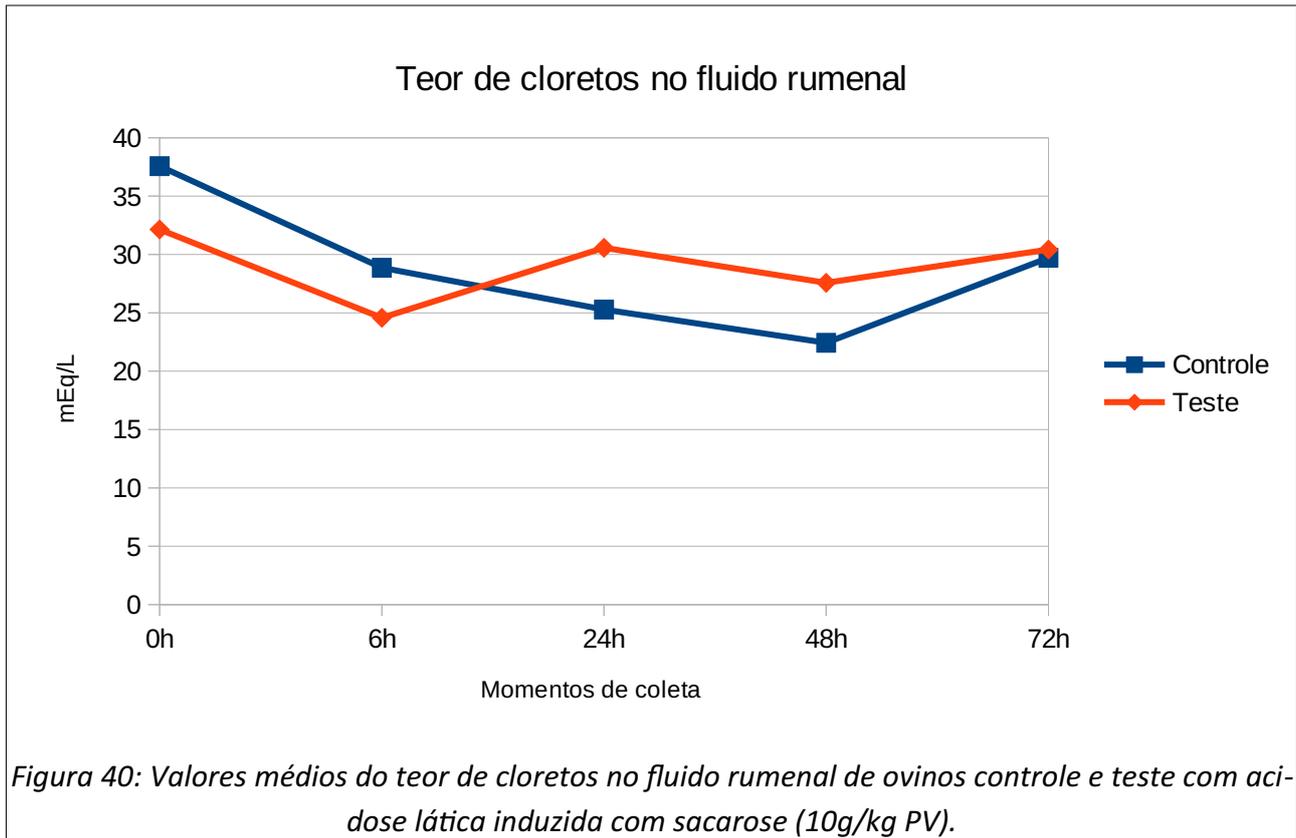




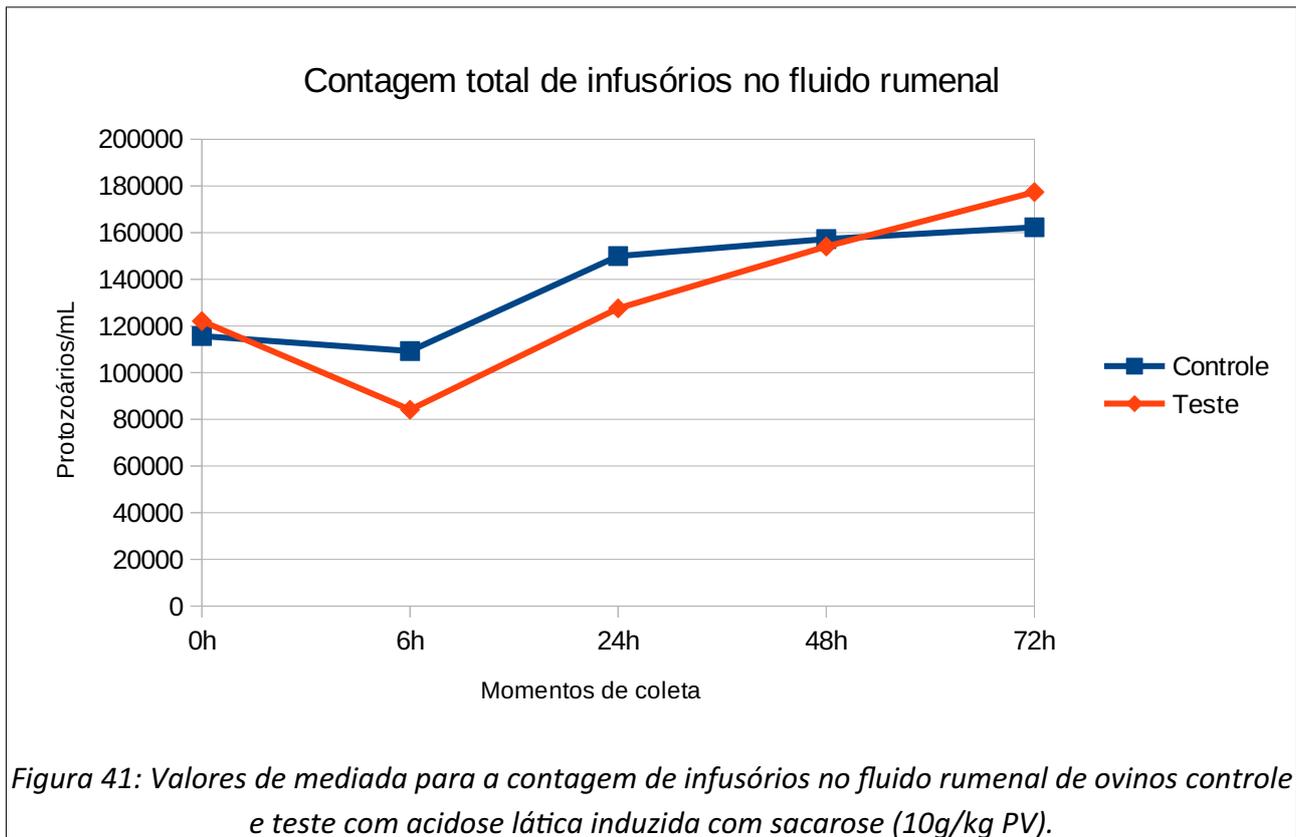
O Tempo de Redução do Azul de Metileno (TRAM) oscilou entre os grupos de animais. A média do grupo controle foi de  $2,77 \pm 1,58$  minutos, enquanto que no grupo teste foi de  $2,88 \pm 1,33$  minutos (Figura 39), não havendo diferença estatística ( $P > 0,05$ ) entre os animais estudados.



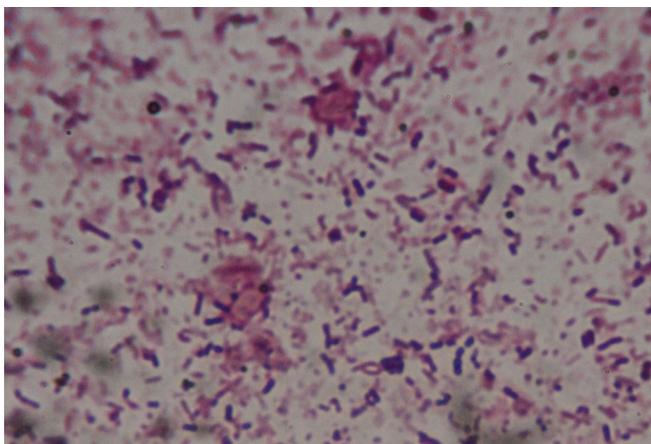
O valor médio do teor de cloretos no animal controle foi de  $28,77 \pm 8,92$  mEq/L, oscilando entre 14 a 60 mEq/L. Nos animais com acidose a média foi semelhante  $29,05 \pm 8,40$  mEq/L, entre 15 a 61 mEq/L. Não houve diferença entre as médias ( $p > 0,05$ ), embora tenha ocorrido inversão entre os valores médios (Figura 40).



A contagem dos protozoários por mililitro de fluido rumenal foi menor nos animais com acidose, em relação aos animais controle na fase superaguda, embora sem diferença estatística ( $p > 0,05$ ). Houve aumento na fase aguda mas também sem significância estatística ( $p > 0,05$ ). Nos animais controle, os valores oscilaram entre 51.200 a 284.800 com média foi de 138.800/mL. Nos animais com acidose a média foi de 133.028 com variação entre 38.400 e 304.000 (Figura 41).



A microbiota bacteriana sofreu modificação nos animais com acidose com a predominância de bactérias Gram-positivas na fase superaguda (Figura 42). O restabelecimento ocorreu na fase aguda subsequente.



*Figura 42: Esfregaço microbiológico do fluido rumenal com predominância de bactérias gram-positivas, coloração azulada (objetiva 100x).*

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1. ITGU

O índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) é o mais adequado para avaliar os efeitos das condições ambientais sobre os animais pois incorpora os efeitos da umidade, do escoamento do ar, da temperatura de bulbo seco e da radiação em um único valor (Gomes, 2009).

Valores de ITGU até 74 indicam condição de conforto térmico para os animais. Índices entre 74 e 78 são considerados geradores de estresse leve e valores entre 79 e 84 pressupõem situação de emergência (Souza et al., 2015). Neste trabalho, a condição térmica variou de situação Confortável a circunstância Emergencial.

O horário do dia exerce efeito sobre a temperatura do ar e, conseqüentemente, sobre o ITGU em ambientes cobertos e descobertos (Sousa et al., 2015; Souza et al., 2015). Neste estudo, os valores máximos de ITGU ocorreram às 13:00h, condizente com o horário obtido por Neves et al. (2009), Leitão et al. (2013) e Souza et al. (2015).

### 4.2. Termografia de infravermelho

A termografia de infravermelho reflete a temperatura superficial dos corpos e sofre interferência das condições térmicas ambientais (Nogueira, 2014).

As mensurações termográficas do animal controle visam conhecer o perfil térmico infravermelho normal de cada animal e servem como parâmetro para evitar o comparativo com possíveis alterações circadianas de emissão térmica normal da região rumenal e ocular em cada horário do estudo (Martins, et al. 2013; Talukder, et al. 2015). A termografia infravermelha ocular é indicada para monitorar a temperatura superficial e indicar estados febris nos animais (Nogueira, 2014).

Fatores como umidade da pele, presença de corpos estranhos (esterco, lama ou restos placentários), tamanho do pelo, escore de condição corporal, condições ambientais, exposição direta à radiação solar e atividade física dos animais podem influenciar e mascarar a real temperatura infravermelha de superfície (Nogueira et al., 2013).

A produção de calor endógeno é um processo inerente à digestão dos alimentos, principalmente em se tratando de processos fermentativos (Sousa et al., 2015) pois o crescimento microbiano tanto em processos anaeróbicos como aeróbicos, e independente do substrato utilizado pelos microrganismos, produz calor (Volpe, 1997), sendo a emissão de radiação infravermelha proporcional à temperatura da matéria (Roberto e Souza, 2014).

A interpretação dos resultados deve basear-se na diferenciação entre alterações resultantes de enfermidades e na temperatura básica de referência (Alves, 2020). Informações sobre valores de referência de temperatura infravermelha em animais de produção são escassas e há a necessidade do desenvolvimento de mais pesquisas para que esses dados possam ser utilizados com maior precisão e eficiência na prática veterinária (Nogueira, 2014).

É possível que haja alteração termográfica infravermelha em animais com escore de condição corporal mais baixo em virtude da espessura da parede abdominal ser reduzida, em comparação com animais com escore mais elevado, o que pode facilitar a propagação da radiação infravermelha naquela categoria.

Animais em processo de acidose em nível mais intenso podem apresentar variação na emissividade infravermelha pelo aumento dos processos fermentativos com elevação na produção de calores metabólico e microbiano no rúmen.

A acidose constatada nos animais deste estudo foi branda devido aos achados do exame físico e do fluido rumenal.

#### 4.3. Exame físico

O processo de duração das doenças é classificado em função do tempo de evolução em superagudo de 0 a 24 horas, agudo de 1 a 4 dias, subagudo de 4 a 14 dias e crônico acima de 14 dias, a partir do surgimento da enfermidade (Divers e Peek, 2008). Os três dias de evolução da fase aguda podem ser classificados como fase aguda inicial, intermediária e final.

As manifestações clínicas de acidose láctica rumenal induzida frequentemente constatadas nos animais são anorexia, estase rumenal, depressão, desidratação e oligúria (Miranda Neto et al., 2005; Câmara et al., 2013; Constable et al., 2017). Entretanto, essas alterações não foram constatadas neste experimento, denotando um processo acidótico leve.

A desidratação só é constatada clinicamente quando o déficit de líquido corporal supera 5% em relação ao normal (Deadro, 2002), fato que não ocorreu neste estudo.

A taquipneia ocorre nos casos de acidose devido à acidemia que eleva a concentração de ácido carbônico sendo necessária a hiperventilação para a eliminação do gás carbônico formado a partir da dissociação daquele ácido (Reece, 2006). Devido ao curso clínico brando, não houve alteração na frequência respiratória entre os grupos. À medida que a temperatura ambiental aumenta, as trocas de calor com o ambiente ficam comprometidas e formas insensíveis de perda de calor são desencadeadas com o aumento da frequência respiratória (Sousa et al., 2015; Souza et al., 2015), que teve seu pico às 13 horas.

A taquicardia em casos de acidose láctica rumenal é relatada por Krause e Oetzel (2005); Miranda Neto et al., (2005); Danscher et al., (2015); Garry e McConnel (2015) e Constable et al., (2017). A destruição da microbiota rumenal Gram-negativa libera grandes quantidades de endotoxinas (Garry e McConnel, 2015), que induzem a produção de mediadores anti-inflamatórios vasoativos que provocam baixa perfusão tecidual e elevação compensatória da frequência cardíaca (Barton e Peroni, 2012).

Neste estudo, a acidose rumenal causou elevação da temperatura retal nos animais na fase superaguda. Achados de hipertermia leve na acidose em ovinos e caprinos são descritos por Miranda Neto (2009) Miranda Neto et al., (2011) e Constable et al., (2017); embora Miranda Neto et al., (2005); Danscher et al., (2015) e Pereira et al., (2018) não tenham encontrado variação da temperatura retal em animais com acidose rumenal. A temperatura corporal pode aumentar em virtude das reações exotérmicas inerentes aos processos fermentativos ocorridos no rúmen associada à liberação de pirógenos endógenos oriundos de endotoxinas bacterianas pela morte de parte da microbiota rumenal (Volpe, 1997; Garry e McConnel, 2015; Fubini et al., 2018). A ingestão e digestão de alguns tipos de alimentos também podem interferir nos valores de temperatura corporal dos animais (Sousa et al., 2015).

O abaulamento abdominal acontece devido o sequestro de líquido da circulação para dentro do rúmen a fim de diluir o ácido produzido nos processos fermentativos (Garry e McConnel, 2015). A ingestão de água também pode contribuir para esse sinal clínico.

O sequestro de líquido para o interior do rúmen pode alterar a temperatura do conteúdo em função da diferença térmica entre os líquidos corporais e o suco da câmara fermentativa rumenal.

A diarreia ocorre devido ao aumento na concentração de ácido láctico no trato gastrointestinal que aumenta a pressão osmótica intraluminal e promove o fluxo de líquido do sistema circulatório para diluir e equilibrar o gradiente osmótico do quilo (Afonso e Mendonça, 2007; Constable et al., 2017). Houve alteração física das fezes na fase superaguda, a qual foi restabelecida na fase aguda intermediária.

#### 4.4. Fluido rumenal

A cor do suco rumenal varia conforme o tipo de alimentação ingerida podendo assumir coloração marrom-amarelada em animais que se alimentam de silagem. Em animais com acidose láctica rumenal essa coloração pode ainda assumir tonalidade amarelada a acinzentada (Vieira, 2007; Feitosa, 2020b). O odor aromático é típico do fluido rumenal normal ou com poucas alterações. O odor

ácido pode ser identificado em casos severos de acidose láctica rumenal. A consistência do fluido rumenal torna-se pouco viscosa quando há inatividade microbiana (Feitosa, 2020b).

A redução do pH é associada ao aumento da produção de ácidos orgânicos pela microbiota bacteriana rumenal durante a degradação do excesso de carboidratos. Esse processo fermentativo, iniciado pelos *Streptococcus bovis* e seguido pelos *Lactobacillus* sp., eleva a produção de ácido láctico que é considerado um ácido forte (Miranda Neto, 2009). O valor do pH normal do fluido rumenal de ovinos varia de 5,5 a 7 (Feitosa, 2020b). Quadro clínico com valores  $\leq 5,5$  são associados a casos de acidose láctica rumenal em bovinos e ovinos (Miranda Neto, 2009).

Os protozoários do fluido rumenal são bastante sensíveis a variações de pH. O desaparecimento dos protozoários durante a avaliação do fluido rumenal está relacionado à gravidade do acometimento. Ausência de protozoários grandes denotam processo brando, enquanto que extinção de grandes e médios estão associados a acometimentos moderados. Em processos graves há inexistência de protozoários grandes, médios e pequenos (Feitosa, 2020b).

O TRAM foi inferior aos citados por Dirksen (1993); Miranda Neto et al., (2005); Vieira (2007); Miranda Neto (2009) e Pereira et al., (2018). Entretanto nestes trabalhos o substrato volumoso utilizado para a alimentação dos animais não foi a silagem mas forragem *in natura*.

No processo de ensilagem ocorre a fermentação láctica anaeróbica do volumoso, o que pode fornecer uma microbiota pré-adaptada à acidose láctica rumenal para os ovinos, já que a dosagem de indução da acidose de 10g/kg em outros estudos (Miranda Neto, 2009; Câmara et al., 2013) foi capaz de provocar uma doença com sinais mais intensos. A ensilagem não altera o valor nutricional da forragem mas preserva-o (Rooke e Hatfield, 2003).

Alimentos de baixa qualidade ou com elevado teor de fibra podem aumentar o TRAM (Vieira, 2007). Elevações no TRAM são características de fluido rumenal em processo de acidose intensa.

O valor médio normal do teor de cloretos foi semelhante ao encontrado por Vieira (2007) que estudou ovinos em pastejo. Em animais com acidose, o teor de cloretos varia (Miranda Neto et al., 2005; Miranda Neto, 2009; Câmara et al., 2013). As oscilações no teor de cloretos do fluido rumenal devem-se ao desenvolvimento da acidose láctica rumenal que aumenta o gradiente osmótico do meio na fase superaguda causando diluição do conteúdo do rúmen que, por conseguinte, dilui o teor de cloretos e reduz sua concentração (Miranda Neto, 2009). Na fase aguda, ocorre o aumento do teor de cloretos em virtude do incremento do volume de secreção da saliva que ocorre em animais com acidose láctica rumenal (Leek, 2006). A saliva de ovinos contém uma taxa aproximada de 10 a 15 mEq/L de cloretos (Argenzio, 2006). A elevação da taxa de secreção salivar provoca tam-

bém alteração em sua composição com concentrações reduzidas de  $K^+$  e  $HPO_4^-$  e aumentadas de  $Na^+$ ,  $HCO_3^-$  e  $Cl^-$  (Leek, 2006), contribuindo ainda mais para a elevação desse íon.

A contagem de protozoários é um dos testes do fluido rumenal que apresenta uma das maiores amplitudes de variação nas diversas espécies de ruminantes oscilando, inclusive, entre coletas em um mesmo indivíduo (Vieira, 2007). Essa contagem reflete a condição de homeostase do ecossistema rumenal, com redução em casos de queda no pH (Miranda Neto, 2009; Câmara et al., 2013).

No fluido rumenal existe o predomínio de bactérias Gram-negativas. Quando o equilíbrio do ecossistema rumenal é rompido nos casos de acidose láctica rumenal ocorre a predominância de bactérias Gram-positivas que se multiplicam em pH mais baixo. Na rotina prática é mais importante a determinação do tipo de bactéria predominante quanto à coloração de Gram, do que a contagem propriamente (Vieira, 2007).

## 5. CONCLUSÕES

A termografia de infravermelho não foi eficiente no diagnóstico da acidose láctica rumenal em ovelhas nas condições deste experimento.

A termografia infravermelha da região ocular possui um valor maior e oscila menos, em relação à da região do flanco, e representa um parâmetro de temperatura sistêmica com menos interferência de condições ambientais.

Pesquisas em animais com diferentes escores de condição corporal e submetidos à acidose láctica rumenal em grau mais intenso podem ser incentivadas.

Estudos práticos sobre termografia infravermelha ainda são escassos na Medicina Veterinária havendo a necessidade do estabelecimento de valores de referência de análises que possam colaborar com os trabalhos de rotina na clínica médica animal, frente ao potencial dessa tecnologia.

## 6. REFERÊNCIAS

- AFONSO, J. A. B.; MENDONÇA, C. L. de. 2007. Acidose láctica rumenal. p.313-319. In: RIET-CORREA, F.; SCHILD, A. L.; LEMOS, R. A. A.; BORGES, J. R. J. **Doenças de Ruminantes e Equídeos**. 3ªed. Santa Maria: Pallotti, 2007.
- ALDROVANDI, A.; CAJARVILLE, C.; ZUNINO, P. Adaptación de las condiciones de tamponamiento de un sistema de fermentación in vitro para el estudio de la acidosis ruminal. **Sociedad de medicina veterinaria del Uruguay**. Montevideo. v.55, nº212, 2019.
- ALVES, A. L. G. 2020. Semiologia do sistema locomotor de equinos. p.457-487. In: FEITOSA, F. L. F. **Semiologia Veterinária - A arte do diagnóstico**. 4ªed. São Paulo: Roca, 2020.
- ALZAHAL, O.; KEBREAB, E.; FRANCE, J.; FROETSCHER, M.; MCBRIDE, W. Ruminal temperature may aid in the detection of subacute ruminal acidosis. **Journal of dairy science**. 91:202-207, 2008.
- ARGENZIO, R. A. 2006. Secreções do Estômago e das Glândulas Acessórias. p. 374-386. In: REECE, W. O. **Dukes – Fisiologia dos animais domésticos**. 12ªed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.
- BARTON, M. H.; PERONI, J. F. 2012. The systemic inflammatory response. p.13-24. In: AUER, J. A.; STICK, J. A. **Equine Surgery**. 4ªed. Elsevier Saunders, 2012.
- CÂMARA, A.; AFONSO, J. A. B.; MENDONÇA, C. L.; VIEIRA, A. C. S.; Efeito da salinomicina na prevenção da acidose láctica rumenal experimental em ovinos. **Ciência animal brasileira**. Goiânia, v.14, n.1, p.65-73, jan/mar, 2013.
- CONSTABLE, P. D.; HINCHCLIFF, K. W.; DONE, S. H.; GRÜNBERG, W. **Veterinary medicine – A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats**. 11ª ed. St. Louis, Missouri: Elsevier, 2017.

DANSCHER, A. M.; LI, S.; ANDERSEN, P. H.; KHAFIPOUR, E.; KRISTENSEN, N.; PLAIZIER, J. C.; Indicators of induced subacute ruminal acidosis (SARA) in Danish Holstein cows. **Acta veterinaria scandinavica**. 57:39, 2015.

DEADRO, A. C. de O. 2002. Fluidoterapia em animais de grande porte. In: ANDRADE, S. F. **Manual de Terapêutica Veterinária**. 2ª ed. São Paulo: ROCA, 2002.

DEHORITY, B. A. **Classification and morphology of rumen protozoa**. Ohio: Department of animal science, 1977.

DIRKSEN, G. 1993. Sistema digestivo. p.166-228. In: DIRKSEN, G.; GRÜNDER, H.; STÖBER, M. **Rosenberger- Exame clínico dos bovinos**. 3ªed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993.

DIRKSEN, G. 2005. Enfermidades de los órganos digestivos y la pared abdominal. p.325-632. In: DIRKSEN, G.; GRÜNDER, H-S.; STÖBER, M. **Medicina Interna y Cirugía del Bovino**. 4ªed. Vol. 1. Buenos Aires: Inter-médica, 2005.

DIVERS, T. J.; PEEK, S. F. 2008. The clinical examination. p.3-15. In: DIVERS, T. J.; PEEK, S. F. **Rebhun's Diseases of Dairy Cattle**. 2ªed. St. Louis, Missouri: Saunders Elsevier, 2008.

FEITOSA, F. L. F. **Semiologia Veterinária: A arte do diagnóstico**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Roca, 2020a.

FEITOSA, F. L. F. Semiologia do sistema digestório – Ruminantes. In: **Semiologia Veterinária: A arte do diagnóstico**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Roca, 2020b.

FUBINI, S. L.; YEAGER, A. E.; DIVERS, T. J. 2018. Noninfectious diseases of the gastrointestinal tract. In: PEEK, S. F.; DIVERS, T. J. **Rebhun's diseases of dairy cattle**. 3ªed. St. Louis, Missouri: Elsevier, 2018.

FUBINI, S.; DIVERS, T. J. 2008. Noninfectious Diseases of the Gastrointestinal Tract. p.130-199. In: DIVERS, T. J.; PEEK, S. F. **Rebhun's Diseases of Dairy Cattle**. 2<sup>a</sup>ed. St. Louis, Missouri: Saunders Elsevier, 2008.

GARRY, F.; MCCONNELL, C. 2015. Indigestion in ruminants. p.777-788. In: SMITH, B. P. **Large animal internal medicine**. 5<sup>a</sup> ed. St. Louis, Missouri: Elsevier, 2015.

GOMES, R. C. C. **Predição do índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) em galpões climatizados para aves de corte**. 2009. 76f. Dissertação (Mestrado em Construções e Ambiente). Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.

KRAUSE, K. M.; OETZEL, G. R. Inducing subacute ruminal acidosis in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**. 88:3633-3639, 2005.

LEEK, B. F. 2006. Digestão no estômago do ruminante. p.404-437. In: REECE, W. O. **Dukes – Fisiologia dos animais domésticos**. 12<sup>a</sup>ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

LEITÃO, M. M. V. B. R.; OLIVEIRA, G. M. de; ALMEIDA, A. C. de; SOUSA, P. H. F. de. Conforto e estresse térmico em ovinos no Norte da Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.17, n.12, p.1355-1360, 2013.

LETTAT, A.; NOZIÈRE, P.; SILBERBERG, M.; MORGAVI, D. P.; BERGER, C.; MATIN, C. Rumen microbial and fermentation characteristics are affected differently by bacterial probiotic supplementation during induced lactic and subacute acidosis in sheep. **BMC Microbiology**. 12:142, 2012.

LIRA, M. A. A. de; SIMÕES, S. V. D.; RIET-CORREA, F.; PESSOA, C. M. R.; DANTAS, A. F. M.; MIRANDA NETO, E. G. Doenças do sistema digestório de caprinos e ovinos no semiárido do Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. 33(2):193-198, fevereiro 2013.

MARTINS, R. F. S.; PAIM, T. do P.; CARDOSO, C. de A.; DALLAGO, B. S. L.; MELO, C. B. de; LOUVANDINI, H.; McMANUS, C. Mastitis detection in sheep by infrared thermography. **Research in Veterinary Science**. 94 (2013) 722-724.

MIRANDA NETO, E. G. **Estudo do efeito da monensina sódica na prevenção da acidose láctica ruminal induzida em caprinos**. 2009. 80 fl. Tese (Doutorado em Ciência Veterinária). Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2009.

MIRANDA NETO, E. G.; AFONSO, J. A. B.; MENDONÇA, C. L.; ALMEIDA, M. Z. P. R. B. Estudo clínico e características do suco ruminal de caprinos com acidose láctica induzida experimentalmente. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. 25(2):73-78, abr/jun, 2005.

MIRANDA NETO, E. G. de; SILVA, S. de T. G. da; MENDONÇA, C. L.; DRUMMOND, A. R. F.; AFONSO, J. A. B. Aspectos clínicos e bioquímica ruminal de caprinos submetidos à acidose láctica experimental e suplementados ou não com monensina sódica. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. 31(5): 416-424, maio, 2011.

NEVES, M. L. M. W.; AZEVEDO, M. de; COSTA, L. A. B. da; GUIM, A.; LEITE, A. M.; CHAGAS, J. C. Níveis críticos do Índice de Conforto Térmico para ovinos da raça Santa Inês criados a pasto no agreste do Estado de Pernambuco. **Acta Scientiarum**. Animal Sciences. Maringá, v.31, n.2, p.169-175, 2009.

NOGUEIRA, F. R. B. **Termografia infravermelha para o diagnóstico de mastite ovina**. 2014. 56 fl. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária). Universidade Federal de Campina Grande, 2014.

NOGUEIRA, F. R. B.; SOUZA, B. B. de; CARVALHO, M. das G. X. de; GARINO JUNIOR, F.; MARQUES, A. V. M. S.; LEITE, R. F. Termografia infravermelha: uma ferramenta para auxiliar no diagnóstico e prognóstico de mastite em ovelha. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, 35(3):289-297, jul/set, 2013.

NORONHA FILHO, A. D. F.; FREITAS, S. L.; RODRIGUES, D. F.; MENDES, F. F.; MIGUEL, M. P.; CUNHA, P. H. J.; FIORAVANTI, M. C. S.; SILVA, L. A. F. Characterization of ruminal acidosis and initial phase of laminitis induced by oligofructose in crossbred calves. **Pesquisa veterinária brasileira**. 39(2):99-106, fevereiro, 2019.

OLIVEIRA, F. A. de; TURCO, S. H. N.; BORGES, I.; CLEMENTE, C. A. A.; NASCIMENTO, T. V. C.; LOIOLA FILHO, J. B. Parâmetros fisiológicos de ovinos Santa Inês submetidos a sombrea-

mento com tela de polipropileno. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.17, n.9, p.1014-1019, 2013.

OLIVEIRA, F. L. C.; BARRÊTO-JÚNIOR, R. A.; MINERVINO, A. H. H.; REIS, L. F.; ARAÚJO, C. A. S. C.; RODRIGUES, F. A. M. L.; SOUSA, R. S.; GAMELEIRA, J. S.; SOUZA, F. J. A.; MORI, C. S.; ORTOLANI, E. L. Avaliação hemogasométrica, bioquímica e hematológica de ovinos suplementados com melão. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.67, n.5, p.1272-1278, 2015.

PEREIRA, P. F. V.; ROMÃO, F. T. N. A. M.; PENZETI, E. M.; SANCHES, J. F. Z.; CURTI, J. M.; FLAIBAN, K. K. M. C.; LISBÔA, J. A. N. Importância da transfaunação no tratamento da acidose láctica rumenal aguda induzida em cabras e ovelhas. **Pesquisa veterinária brasileira**. 38(4):670-678, abril, 2018.

REECE, W. O. Respiração nos mamíferos. 2006. p.103-134. In: REECE, W. O. **Dukes – Fisiologia dos animais domésticos**. 12ªed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

ROBERTO, J. V. B.; SOUZA, B. B. Utilização da termografia de infravermelho na medicina veterinária e na produção animal. **Journal Animal Behaviour Biometeorology**. v.2, n.3, p.73-84. 2014.

ROOKE, J. A.; HATFIELD, R. D. Biochemistry of ensiling. 2003. In: BUXTON, D. R.; MUCK, R. E.; HARRISON, J. H. **Silage Science and Technology**. 1ª ed. Madison: American Society of Agronomy, 2003.

SOARES, G. W. N.; LIMA, P. R.; OLIVEIRA, A. S.; LUCENA, A. R. F.; SILVA NASCIMENTO, J. C.; MATOS, J. C.; AMORIM, J. R.; MENEZES, D. R.; ANTONELLI, A. C. Avaliação clínica de ovinos após a ingestão de elevada quantidade de manga. **Arquivo brasileiro de medicina veterinária e zootecnia**. v.69, n.5, p.1155-1162, 2017.

SOUZA, P. H. A. A. de; BORGES, L. da S.; ALMEIDA JÚNIOR, T. F. de; FERNANDES, G. F.; EVANGELISTA, A. F.; BARROS JUNIOR, C. P. FONSECA, W. J. L.; SOUSA JÚNIOR, S. C. C. de. Termorregulação e adaptabilidade climática de ovinos da raça Santa Inês no município de Bom Jesus, no sul do estado do Piauí. **Nutritime Revista Eletrônica**. Viçosa, v.12, n.5, p.4255-4259, set-out, 2015.

SOUZA, B. B. de; DANTAS, N. L. B.; SILVA, I. J. de O. da; SUSIN, I.; GILAVERTTE, S.; COSTA, F. de S.; OLTRAMARI, C. E.; CASTRO, A. C. de. Temperatura timpânica, superficial e retal e frequência respiratória de ovinos da raça Santa Inês e seus cruzamentos com Ile de France e Suffolk em Piracicaba, Brasil. **Journal of Animal Behaviour Biometeorology**. v.3, n.3, p.92-96, 2015.

TALUKDER, S.; GABAI, G.; CELI, P. The use of digital infrared thermography and measurement of oxidative stress biomarkers as tools to diagnose foot lesions in sheep. **Small Ruminant Research** 127 (2015) 80–85.

VIEIRA, A. C. S. **Características do fluido ruminal em ovinos da raça Santa Inês criados sob regime extensivo**. 2007. 74 fl. Dissertação (Mestrado em Ciência Veterinária). Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2007.

VOLPATO, G.; BARRETO, R. **Estatística sem dor!!!**. 2ªed Revisada e Ampliada. Botucatu: Best Writing, 160p. 2016.

VOLPE, P. L. O. Estudo da fermentação alcoólica de soluções diluídas de diferentes açúcares utilizando microcalorimetria de fluxo. **Química Nova**. 20(5), 528-534. 1997.

**ANEXOS**

Ficha de exame físico

Diretrizes para publicação na Revista *Principia* do Instituto Federal da Paraíba



## FICHA DE EXAME FÍSICO

|                                      |
|--------------------------------------|
| Examinador: _____                    |
| Animal: _____ ( ) Controle ( ) Teste |
| Data: ____/____/____                 |
| Hora: _____:                         |

**POSTURA:** ( ) Estação ( ) Decúbito esterno-lateral ( ) Decúbito lateral  
**LEVANTA COM ESTÍMULO:** ( ) Sim ( ) Não  
**LEVANTA COM AUXÍLIO:** ( ) Sim ( ) Não ( ) Não se aplica  
**COMPORTAMENTO:** ( ) Ativo ( ) Moderadamente apático ( ) Apático  
**APETITE:** ( ) Presente ( ) Água ( ) Caprichoso ( ) Água ( ) Ausente  
 ( ) Farelo ( ) Farelo  
 ( ) Volumoso ( ) Volumoso

**EXSICOSE:** ( ) Sem alteração ( ) Grau I ( ) Grau II ( ) Grau III  
**ENOFTALMIA:** ( ) Ausente ( ) Presente ( ) Discreta  
 ( ) Moderada  
 ( ) Severa

**MUCOSAS OCULOPALPEBRAIS:** ( ) Congestas ( ) Normo-coradas ( ) Hipocoradas  
**FREQUÊNCIA RESPIRATÓRIA:** \_\_\_\_\_ mrpm  
**FREQUÊNCIA CARDÍACA:** \_\_\_\_\_ bpm  
**TEMPERATURA RETAL:** \_\_\_\_\_ °C  
**ABDÔMEN:** ( ) Retilíneo ( ) Abaulado ( ) Dorso-esquerdo ( ) Timpania  
 ( ) Ventro-esquerdo  
 ( ) Ventro-direito

**TENSÃO ABDOMINAL:** ( ) Tenso-elástica ( ) Aumentada  
**RÚMEN:** Plenitude: ( ) Moderadamente cheio ( ) Moderadamente vazio  
 Estratificações: ( ) Definidas ( ) Pouco definidas ( ) Indefinidas  
 Peristaltismo: \_\_\_\_\_ / 2 minutos

**FEZES:** ( ) Cíbalas ( ) Cíbalas agrupadas ( ) Pastosas ( ) Diarreicas  
**OBSERVAÇÕES:**

---



---



---

DIRETRIZES PARA PUBLICAÇÃO NA REVISTA *PRINCIPIA*  
DO INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA

Os trabalhos encaminhados à Revista *Principia* podem ser redigidos em Língua Portuguesa ou Língua Inglesa, com conteúdo original, inédito e que não esteja em avaliação para publicação em outro periódico. A submissão deve ser feita eletronicamente, após o cadastro do usuário como autor, no seguinte endereço: <<http://www.periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia>>. Os dados dos autores deverão ser inseridos apenas no cadastro eletrônico. A identificação de autoria, direta ou indireta, inclusive no item “Propriedades de arquivo”, deve ser, portanto, removida do documento a ser submetido, em PDF.

Instruções de formatação:

- Número máximo de autores por artigo: 6
- Número de páginas: entre 8 e 14
- Formato da página: A4
- Orientação da página: Vertical, duas colunas a partir da Introdução
- Margem superior: 3,5 cm
- Margem inferior: 2 cm
- Margens direita e esquerda: 2,5 cm
- Espaçamento entre linhas: simples
- Fonte: Times New Roman
- Título do artigo: deve conter no máximo 130 caracteres e apresentar apenas a primeira inicial maiúscula, respeitando-se, porém, a obrigatoriedade em casos específicos
- Resumo: entre 100 e 200 palavras
- Palavras-chave: entre 3 a 5
- Títulos das seções: apenas primeira maiúscula, respeitando-se, porém, a obrigatoriedade em casos específicos
- Corpo do texto: o texto deve ser normalizado conforme normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) na versão mais atual.

Quadro 1: Tamanho e estilo da fonte

| Item  | Tamanho | Estilo  |
|---|---------|---------|
| Título do artigo                            | 12      | Negrito |
| Resumo                                      | 12      | Normal  |
| Abstract                                    | 11      | Itálico |
| Títulos primários, secundários e terciários | 11      | Negrito |
| Corpo do texto do artigo                    | 11      | Normal  |

|  |    |        |
|--|----|--------|
| Títulos e ilustrações de tabelas                               | 11 | Nenhum |
| Corpo do texto de tabelas e quadros                            | 10 | Normal |
| Nota de rodapé e indicações de fontes de ilustrações e tabelas | 8  | Normal |