

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA  
PARAÍBA CAMPUS SOUSA  
BACHARELADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

Welitânia Inácia Silva

ESTUDO ESPIROMÉTRICO EM OVINOS SANTA INÊS JOVENS NO  
SEMIÁRIDO PARAIBANO

SOUSA, PB  
2018

Welitânia Inácia Silva

ESTUDO ESPIROMÉTRICO EM OVINOS SANTA INÊS JOVENS NO  
SEMIÁRIDO PARAIBANO

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado, como parte das  
exigências para a conclusão do Curso  
de Graduação de Bacharelado em  
Medicina Veterinária do Instituto  
Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia da Paraíba, Campus  
Sousa.

Orientadora: Profa. Dra. Inez Liberato Evangelista

SOUSA - PB

2018

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação**

Edgreyce Bezerra dos Santos – Bibliotecária CRB 15/586

S586a Silva, Welitânia Inácia.

Estudo espirométrico em ovinos Santa Inês jovens no Semiárido Paraibano. / Welitânia Inácia Silva. – Sousa: A Autora, 2018.

42p.

Orientadora: Dra. Inez Liberato Evangelista.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Medicina Veterinária do IFPB – Sousa.

– Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba.

1 Adaptabilidade. 2 CO<sub>2</sub>. 3 Fisiologia Nordeste. 4 O<sub>2</sub>. 5 Sistema respiratório. I Título.

IFPB Sousa / BC

CDU – 636



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA  
CAMPUS SOUSA

CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: **"Estudo espirométricos em ovinos Santa Inês jovens no Semiárido Paraibano"**.

Autora: Welitânia Inácia Silva

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Sousa como parte das exigências para a obtenção do título de Bacharel em Medicina Veterinária.

Aprovado pela Comissão Examinadora em: 03/ 10//2018

\_\_\_\_\_  
Professora Doutora Inez Liberato Evangelista  
IFPB – Campus Sousa  
Professora Orientadora

\_\_\_\_\_  
Professora Doutora Tatiana Gouveia Pinto Costa  
IFPB – Campus Sousa  
Examinadora 1

\_\_\_\_\_  
Professora Doutora Patricy de Andrade Salles  
IFPB – Campus Sousa  
Examinadora 2

*Dedico esse trabalho ao meu Deus,  
Que até aqui me ajudou coma sua poderosa  
Mão e não deixou nada faltar,  
Sem Ele eu não teria chegado  
aqui. A Ele eu dedico.*

## AGRADECIMENTOS

Foi uma caminhada cheia de alegrias e tristezas, muitas dificuldades pelo caminho quiseram me fazer parar, e eu até teria desistido do meu sonho, de tudo, e poderia ter me recolhido e dado lugar aos combates e aos gigantes, mas teve um que me deu as forças Dele para que eu pudesse me levantar mais uma manhã, estudar mais uma prova, e ainda colocou sonhos inimagináveis em meu coração e me fez chegar até aqui para estar concluindo mais uma etapa na minha vida, esse alguém é o Dono da minha vida, dos meus sonhos, da minha alegria. Obrigada Deus! O que seria de mim durante esse percurso se o Senhor não estivesse ao meu lado, me amando, me motivando, enxugando as minhas lágrimas, essa vitória é do Senhor. Obrigada Papai amado! *“Tudo vem de Ti e das tuas próprias mão te damos”* que o Senhor use minha vida em prol da humanidade e dos animais. Eu te amo.

Agradeço a minha família, ao meu Pai (Antônio Inácio de Lira), a minha mãe (Francisca Nilda da Silva), minha irmã (Welingta Inácia Silva), eles são minha base, sempre acreditando no meu potencial e fizeram de tudo para que eu chegasse até aqui, essa vitória também é de vocês! Aos meus tios, primos e primas que mesmo morando longe sempre torceram por mim, muito obrigada! Eu amo vocês!

Agradeço a minha segunda família que são os meus irmãos em Cristo que sempre estiveram orando, me aconselhando e me ajudando com palavras de bênçãos, são Eles: Pr Artur e Talita rodrigues, Cassimiro Neto e Andréia Simone, Edson Freitas e Simone Ferreira, Daniel Ferreira e Mirian Farias, Ivanilson Guerra e Raquel, Jéssica, Mnauela, Marinalva, Janailda, Isabelle, Vinicius, Mara, José Herculano e Cláudia, Kaline Abrantes que conheci a pouco tempo mas que me ajudou me dando forças e se mostrou uma pessoa que vou sempre admirar, aos irmãos da UECI do IFPB, Lavínia Dantas, Mateus Alexandre, a vocês o meu muito obrigada! Vocês são muito especiais pra mim!

Agradeço de todo meu coração a minha orientadora Dra. Inez Evangelista, eu tenho muito orgulho em ter e dizer que a senhora é a minha orientadora, eu não imaginava que até terminar o curso Deus fosse enviar a senhora pra minha vida e me ajudar nessa etapa tão importante na vida de um estudante de graduação, você é o meu espelho, minha inspiração de profissional e de pessoa, que tem um coração enorme, amor pela família e ama o que faz, obrigada pela paciência, pelos conselho! Te amo muito professora!

Agradeço em especial a minha professora e segunda orientadora rs, Dra. Lizziane Duarte, que no momento em que eu não sabia ainda se ia seguir na medicina veterinária, me mostrou através da disciplina “Patologia Clínica” que esse era o meu lugar, montou um grupo juntamente com Gabriel e nos impulsionou a sermos pesquisadores, curiosos, e a não desistir, a estarmos sempre alegres independente da situação, e como ela mostrava isso? Através do exemplo dela mesma, ela é assim, alegre, atenciosa e paciente, além de professora uma amiga, eu te amo professora!

Dizem que o profissional é o espelho de seus mestres, sendo assim estou bem equipada! Obrigada!

Aos animais do experimento, que me apeguei e queria trazer para casa rs!

Agradeço a Melissa Nogueira e Herbert pela amizade de vocês, pelo companheirismo e ajuda durante as coletas, desejo toda felicidade do mundo a vocês, Amaíra Casimiro e Emanuel Garrido que foram insuperáveis na bondade para comigo, so sendo pessoas totalmente de Deus, com tamanho coração para fazer o que vocês fizeram por mim, Talles Abrantes e Mariana, meus amigos desde sempre, muito obrigada pelos conselhos, pelas terapias, pela força que vocês me deram, Gabriel Lins e Serginara Rodrigues, não tenho palavras pra descrever minha gratidão, “Gabriel nos deu asas para voar e Liziane nos empurrou, e voamos”, Juliana Ferreira, pela amizade, pelos desabafos e os conselhos dados, muito obrigada!

Agradeço a Rayane Thais, que me inspirou a ser uma pessoa mais forte e determinada com o que eu quero, ela não tem limites para alcançar os sonhos e isso me inspirou, muito obrigada amiga, você é muito importante pra mim!

Aos meus amigos do laboratório de Patologia Clínica, Igor Porfirio que nos contagia com a sua alegria, pessoa que admiro pela sinceridade, obrigada pelos conselhos e por dividir comigo seus sonhos, a Jessica a técnica mais amada por todos! Obrigada pelos ensinamentos! Camila Queiroga, obrigada por estar sempre disposta ajudar, e por sua amizade preciosa! Ao Professor Louis, o senhor é de uma inteligência e uma simplicidade admirável, obrigada por tudo!

As minhas companheiras Flávia Ribeiro e Paloma Pedrosa, vocês fizeram com que o percurso fosse menos árduo, mesmo nas madrugadas estudando a alegria era garantida, pelo companheirismo todos os dias vividos durante o curso.

Agradeço a equipe maravilhosa do HV, Eliane, Elisângela, Francimário, vocês são inesquecíveis, amo muito vocês!

Aos meus mestres durante a graduação, que me fizeram a Médica Veterinária que sou: Salomão Figueiredo, Roseane Portela, Prof Hugo, Ana Lucélia, Adílio Azevedo (*in memoriam*), Lizziane Duarte, Vinicius Vilela, Thais Ferreira, Louis Brito, Tatiana Gouveia, Luis Eduardo, Eduardo Beltrão, Chico Nogueira, Maíza Cordão, Patricy, Valéria Medeiros, Ana Valéria, Daniel Cezar, Sheila Knnup. Vocês são meus referenciais.

À minha banca, tendo as professoras: Patricy e Tatiana, muito obrigada pelas sugestões e por fazer parte desse momento tão importante pra mim.

Enfim, a todos que contribuíram para esse momento chegar de forma direta ou indireta, que Deus os abençoe!

A todos, muitíssimo obrigada!



**RESUMO:** A espirometria é um método utilizado para estudar a ventilação pulmonar e registrar o volume de ar que se desloca para dentro e para fora dos pulmões. O trabalho teve como objetivo avaliar a produção de CO<sub>2</sub> e consumo de O<sub>2</sub> nas trocas térmicas ocorridas no trato respiratório em quatro ovinos da raça Santa Inês no Semiárido paraibano e correlacionando com as variáveis climáticas de temperatura e umidade. Os animais eram dois machos castrados e duas fêmeas vazias, com idade de sete a oito meses sob condições de criação em ambiente natural com peso vivo médio de 21-25 kg. O experimento se realizou na primeira quinzena de Junho de 2018. Para comprovação da higidez dos animais para o experimento foram feitos exames hematológicos e de OPG. Antes do período de coleta os animais foram submetidos a um período de adaptação ao manejo para obtenção dos dados e à máscara facial durante 15 dias. Durante esses dias foram obtidos parâmetros de frequência respiratória, frequência cardíaca e temperatura real nos turnos da manhã (07:00 às 09:00 horas), e a tarde (13:00 às 15:00 horas). Os dados espirométricos foram obtidos através da utilização de máscara facial adaptada aos ovinos, e os dados foram registrados pelo sistema de aquisição de dados monitoração multimodal de biosinais Powerlab PL3508 (AD Instrument – Australia), conectado ao computador e armazenados para posterior extração dos dados. A determinação das variáveis climáticas: temperatura do ar, umidade relativa foram obtidas através de um datalogger, que foi instalado no local de abrigo dos animais. Não foram observadas nos exames complementares nenhuma alteração no estado de saúde dos animais, todos encontravam-se hígidos. Nos valores espirométricos foi observado que nos períodos da manhã e da tarde, na medida do tempo de 5, 10, 15 minutos, que houve uma variação linear tanto nos machos como nas fêmeas no consumo de O<sub>2</sub> e na produção de CO<sub>2</sub>. Em relação aos turnos, o período da tarde obteve média de temperatura e umidade de 34°C e 33% respectivamente, o que levou os animais a aumentarem o consumo de O<sub>2</sub> e produção de CO<sub>2</sub>. Quanto a adaptação ao uso da máscara facial houve uma boa aceitação pelos mesmos. Os valores de FC foram (70 bpm/ 78 bpm) nos machos pela manhã e tarde, e (71 bpm/ 74 bpm) nas fêmeas pela manhã e a tarde respectivamente. Os valores obtidos para FR foram, (45 mpm/ 50 mpm) para os machos pela manhã e pela tarde, e (44 mpm/ 52 mpm) para as fêmeas pela manhã e a tarde respectivamente. A TR obtiveram médias de (38.5°C e 39.5°C) e (38.5°C e 39.5°C) para os machos e fêmeas, nos turnos manhã e tarde, respectivamente. As médias da T<sup>o</sup>Ar foi de 25°C e 34°C nos turnos manhã e tarde. A avaliação espirométrica em ovinos foi considerada eficaz na mensuração do consumo de O<sub>2</sub> e produção de CO<sub>2</sub> e as variáveis climáticas no Semiárido influenciaram no aumento do consumo de O<sub>2</sub> e a produção de CO<sub>2</sub>.

**Palavras-chave:** Adaptabilidade. CO<sub>2</sub>. Fisiologia. Nordeste. O<sub>2</sub>. Sistema respiratório.

**ABSTRACT:** Spirometry is a method used to study a machine to record and record the volume of a person to move into and out of the lungs. The work had the effect of CO<sub>2</sub> production and O<sub>2</sub> consumption in thermochemical changes occurred in the respiratory tract in four Santa Inês sheep in the Paraíba semi-arid region and correlated with temperature and humidity climatic troops. The animals were two castrated males and the empty females, aged seven to four months under conditions of rearing in natural environment with average live weight of 21-25 kg. The experiment was carried out in the first half of June 2018. To confirm the high degree of weight loss of the hematological and OPG tests. Before the data collection period the animals were submitted to a period of adaptation to the data management and to a facial mask for 15 days. The following deviations of respiratory rate, heart rate and morning laps (07:00 to 09:00 hours) and afternoon (13:00 to 15:00 hours) were performed. The use of face mask adapted to ovine, and the data were collected by the multimodal monitoring system of biosinaisPowerlab PL3508 (Instrument AD - Australia), was installed and extended for later extraction of the data. The date of the climatic changes: temperature, intensity, intensity, intensity, intensity, intensity, intensity, intensity, humidity, was not observed the tests in the tests without change in the state of health of the animals, all found themselves healthy. In the spirometric values it was recorded in the morning and afternoon, in the time of 5, 10, 15 minutes, that there was a linear variation in both males and females without O<sub>2</sub> consumption and CO<sub>2</sub> production. In relation to the shifts, the average time of temperature and the temperature of 34 ° C and 33% more than that necessary for the consumption of oxygen and CO<sub>2</sub> production. On the adaptation to the use of the facial mask of a good attention by the same. RF values were (70 bpm / 78 bpm) in males morning and afternoon, respectively (71 bpm / 74 bpm). The values obtained for the fraction were (45 mpm / 50 mpm) in the afternoon and in the afternoon (44 mpm / 52 mpm) in the morning and afternoon respectively. The TRF obtained Media Tags (38.5 ° C and 39.5 ° C) and (38.5 ° C and 39.5 ° C) for males and females, in the morning and afternoon shifts, respectively. As averages of the temperature of 25 ° C and 34 ° C in the morning and afternoon shifts. The spirometric evaluation in sheep was effective in measuring CO<sub>2</sub> consumption and CO<sub>2</sub> production and as a climatic alternative not influenced by oxygen consumption and CO<sub>2</sub> production.

**Keywords:** Adaptability. CO<sub>2</sub>. Northeast.O<sub>2</sub>. Physiology.Respiratory system.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Máscara facial adaptada para os ovinos do experimento.....	9
Figura2– Plataforma de contenção dos animais (IFPB – campus Sousa) .....	10
Figura 3 – Aferição dos parâmetros de TR.....	10
Figura 4- Aferição dos parâmetros de FR e FC.....	11
Figura 5- Esquematização da obtenção dos dados espirométricos.....	12
Figura 6- Sistema de aquisição de dados monitoração multimodal de biosinais Powerlab PL3508 (AD Instrument - Australia) utilizados para realização do experimento no laboratório de fisiologia do Hospital Veterinário do IFPB - campus Sousa .....	12
Figura 7- Valores do consumo de O <sub>2</sub> e produção de CO <sub>2</sub> em relação aos momentos 5, 10, 15 minutos, nos períodos manhã e tarde. ....	18

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Frequência cardíaca em (bpm), e frequência respiratória obtida em (mpm) de ovinos . .....	14
Tabela 2- Temperatura retal (TR) em graus célsius (C°), de ovinos.....	15
Tabela 3- Valores encontrados para consumo de O <sub>2</sub> (VO <sub>2</sub> %) e produção de CO <sub>2</sub> (VCO <sub>2</sub> %) em ovinos ovinos . .....	17
Tabela 4- Temperatura do ar (T°Ar) e umidade relativa (UR) obsevada em Sousa, PB, Brasil, primeira quinzena de junho de 2018. ....	17

## LISTA DE ABREVIATURAS

°C	Graus célsius
CH <sub>4</sub>	Metano
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
FC	Frequência cardíaca
FR	Frequência respiratória
GEE	Gases do efeito estufa
H <sub>2</sub> O	Água
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPCC	Painel Intergovernamental sobre mudanças climáticas
ITU	índice de temperatura e umidade
O <sub>2</sub>	Oxigênio
OPG	Ovos por grama de fezes
VO <sub>2</sub>	Consumo de oxigênio
TR	Temperatura retal
T°Ar	Temperatura do ar
VCO <sub>2</sub>	Produção de dióxido de carbono
VO <sub>max</sub>	Consumo máximo de oxigênio
UR	Umidade relativa

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	3
<b>2.1. Aspectos anatômicos e fisiológicos do sistema respiratório de ovinos</b> .....	3
<b>2.2 Conforto térmico dos ovinos no Semiárido e as variáveis climáticas</b> .....	3
<b>2.3. Espirometria em ruminantes</b> .....	5
<b>2.4. Aplicabilidade da avaliação espirométrica em ovinos</b> .....	5
<b>2.4.1. Emissão dos gases do efeito estufa</b> .....	5
<b>2.4.2. Determinação da taxa metabólica</b> .....	6
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	8
<b>3.1 Local e Período</b> .....	8
<b>3.2 População amostral</b> .....	8
<b>3.3 Descrição Máscara Facial</b> .....	8
<b>3.4 Procedimentos Experimentais</b> .....	9
<b>3.4.1 Exame clínico geral e exames complementares</b> .....	9
<b>3.4.2 Condicionamento ao experimento e determinação da frequência cardíaca, respiratória e temperatura retal.</b> .....	9
<b>3.5 Determinação de valores espirométricos</b> .....	11
<b>3.4 Determinação das variáveis climáticas</b> .....	13
<b>3.5 Análise estatística</b> .....	13
<b>3.5 Princípios éticos</b> .....	13
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	14
<b>4.1 Adaptação ao uso da máscara facial</b> .....	14
<b>4.2 Avaliação da higidez dos animais</b> .....	14
<b>4.3 Parâmetros fisiológicos</b> .....	14
<b>4.4 Variáveis ambientais</b> .....	16
<b>4.5 Valores espirométricos</b> .....	17

<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	19
<b>6. REFERÊNCIAS</b> .....	20
<b>APÊNDICES</b> .....	25





## 1. INTRODUÇÃO

A ovinocultura é uma atividade que possui grande relevância em praticamente todos os continentes, sendo a mais antiga exploração animal realizada pelo homem. De acordo com dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação FAO (2015), em 2014 o rebanho mundial de ovinos era da ordem de 1,2 bilhões. O Brasil possui um rebanho de ovinos de aproximadamente 17 milhões de animais. O Nordeste tem se destacado na criação destes animais, onde teve um aumento de 15,9%, passando para o total de 9 milhões de cabeças. (IBGE, 2018).

As mudanças climáticas são um dos principais desafios que a humanidade está enfrentando no presente século XXI (BERNABUCCI et al., 2010). Modelos climáticos indicam um aumento de 0,20°C por década para as próximas duas décadas e prevê o aumento da temperatura média da superfície global entre 1,8 e 4,0°C em 2100 (IPCC, 2007). Enquanto a produtividade pode aumentar nos trópicos e subtropicais, o rendimento pode cair em 10-20% até 2050 devido ao aquecimento e às secas (JONES & THORNTON, 2003), provocando efeitos adversos na produtividade da pecuária (McMANUS et al., 2011).

A interação animal x ambiente deve ser considerada quando se busca maior eficiência na exploração pecuária, pois as diferentes respostas do animal às peculiaridades de cada região são de extrema importância no sucesso da atividade produtiva. Assim, a correta identificação dos fatores que influem na vida produtiva do animal, como o estresse imposto pelas flutuações estacionais do meio ambiente, permite ajustes nas práticas de manejo dos sistemas de produção, possibilitando dar-lhes sustentabilidade e viabilidade econômica. Dessa forma, o conhecimento das variáveis climáticas, sua interação com os animais e as respostas comportamentais, fisiológicas e produtivas são preponderantes na adequação do sistema de produção aos objetivos da atividade (NEIVA et al. 2004).

Sendo que estresse térmico é uma das principais influências negativas sobre a produtividade dos animais, colocando em risco a cadeia de abastecimento alimentar humano e a economia da pecuária (BERNABUCCI, et al. 2010).

O entendimento das trocas térmicas do sistema respiratório dos animais e o ambiente em que eles vivem tem sido o foco de diversos estudos (SOUZA, et al., 2010; MAIA et al., 2015; ROBERTSHAW, 2006; NASCIMENTO, 2016). Compreender esta dinâmica nos animais de produção dentro de seu ambiente natural de criação, sem o

1 controle de alterações meteorológicas ocorridas ao longo do dia é de total importância  
2 em estudos de termorregulação e equilíbrio térmico(NASCIMENTO, 2016).

3 Atualmente não existe na literatura citações que avaliem valores espirométricos de  
4 ovinos na região do semiárido paraibano e sua relação com as variáveis climáticas  
5 possibilitando o conhecimento da tolerância e a capacidade de adaptação da espécie  
6 como forma de embasamento técnico à exploração ovina.

7 Objetivou-se nessa pesquisa, analisar os valores de  $O_2$  e  $CO_2$  e de trocas térmicas  
8 ocorridas no trato respiratório de ovinos Semiárido paraibano.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. Aspectos anatômicos e fisiológicos do sistema respiratório de ovinos

O sistema respiratório dos ovinos é constituído de narinas, cavidade nasal, na qual se localizam os meatos nasais, laringe, traqueia e a cavidade torácica, onde estão alojados os pulmões (GETTY, 1986). Funcionalmente, é composto pela zona condutora que consiste em uma série de cavidades e tubos interconectados tanto fora como dentro dos pulmões, que são: nariz, faringe, laringe, traqueia, brônquios, bronquíolos e os bronquíolos terminais, onde sua função será filtrar, aquecer, umedecer o ar conduzido para dentro dos pulmões. E a zona respiratória, que são: bronquíolos respiratórios, ductos alveolares, sacos alveolares e alvéolos, nos quais ocorre as trocas gasosas entre ar e sangue (TORTORA & DERRICKSON, 2010).

A principal função do sistema respiratório é fornecer oxigênio aos tecidos e remover dióxido de carbono dos mesmos, além de ajudar na regulação do pH sanguíneo, filtração do ar inspirado, defender o organismo contra agentes externos, atuar na produção de sons (NASCIMENTO, 2016). Também tem a função de termorregulação através da perda de calor latente pelas vias respiratórias, esse processo permite que haja a perda de calor em ambientes com temperaturas elevadas, quando o animal respira, ocorre a umidificação do ar inspirado, tendo como consequência o aumento na ventilação respiratória, com isso ocorrerá uma elevação na evaporação respiratória, enquanto a desumidificação e resfriamento não ocorrem (COSTA, 2013).

### 2.2 Conforto térmico dos ovinos no Semiárido e as variáveis climáticas

A zona semiárida nordestina, que corresponde a 74,30% da superfície do Nordeste, apresenta um clima tropical seco, com uma estação úmida ou chuvosa anual de quatro a seis meses, no qual as pastagens são abundantes e de boa qualidade nutritiva seguida por uma estação seca de seis a oito meses, com uma redução na capacidade de suporte destas pastagens, em virtude da redução na disponibilidade e qualidade da forragem, decorrente de sua lignificação (ARAÚJO et al., 1998). A precipitação média anual gira em torno de 72 a 700 mm e a temperatura é alta durante o ano inteiro, com médias térmicas entre 23-28°C. (SILVA et al., 2015).

Diante de tais peculiaridades, a região nordeste inclui praticamente metade do rebanho ovino nacional e apresenta grande vocação pastoril, onde são criadas as três principais espécies de ruminantes: bovinos, ovinos e caprinos (ANDRADE, 2006).

1           Apesar de o rebanho ovino ser predominantemente de animais de raças ou tipos  
2           nativos, em determinados momentos do dia esses animais se refugiam da radiação solar  
3           em sombras, sejam das árvores, sejam das encostas ou construções, indicando que  
4           mesmo sendo considerados animais rústicos, sofrem algum tipo de estresse pelas  
5           mudanças de clima (ANDRADE, 2006).

6           A tolerância ao calor e a adaptabilidade a ambientes tropicais são fatores  
7           importantes na criação e produção ovina. A elevada temperatura ambiental, a umidade  
8           do ar e a radiação solar direta estão relacionadas como as principais variáveis climáticas  
9           que responsáveis pelo desconforto dos animais, levando estes a adquirirem mudanças  
10          comportamentais, seguidas de mudanças fisiológicas, em busca de manter a  
11          homeotermia, sendo estes responsáveis por reduzirem o desempenho produtivo do  
12          animal (SOUZA et al., 2010).

13          . Além disso o aumento da temperatura ambiente e do estresse calórico eleva a  
14          secreção do hormônio cortisol (STARLING et al., 2005), provocando uma série de  
15          efeitos no metabolismo do animal que alteram seu comportamento e bem-estar  
16          (BERNABUCCI et al., 2010).

17          Dentro de uma ampla faixa de temperatura, podem ser definidas zonas térmicas  
18          as que proporcionam maior ou menor conforto ao animal. Uma máxima produtividade  
19          depende de uma faixa de temperatura adequada também chamada de zona de conforto  
20          térmico, onde há menor gasto de energia ou atividade metabólica para aquecer ou esfriar  
21          o corpo. Obtem-se a eficiência produtiva maior em condições de conforto térmico  
22          (SOUSA et al., 2008).

23          Vários índices foram desenvolvidos para prever o conforto térmico dos animais,  
24          sendo o mais conhecido, o índice de temperatura e umidade (ITU) (BARBOSA, 1995;  
25          NÓBREGA et al., 2011). Há correlação positiva do índice de temperatura do globo  
26          negro e umidade com a temperatura retale a frequência respiratória de em ovinos e  
27          caprinos (SOUZA, 2010).

28          As temperaturas elevadas e radiação solar intensa, condições prevalecentes no  
29          Semiárido nordestino, durante quase todo o ano, podem levar os animais ao estresse por  
30          calor, ocasionando declínio na produção (GUERRINI, 1981). De acordo com Cezar, et  
31          al. (2004), o estresse calórico é um dos principais limitantes à produção animal nos  
32          trópicos, pois as elevadas temperaturas podem interferir no consumo de alimentos, no  
33          ganho de peso, nas taxas reprodutivas e na produção de leite.

34

### 1 **2.3. Espirometria em ruminantes**

2 A espirometria (do latim spirare = respirar + metrum = medida) é um método  
3 utilizado para estudar a ventilação pulmonar (volume de ar que se desloca para dentro e  
4 para fora dos pulmões), representando um dos principais testes de diagnóstico na  
5 avaliação funcional respiratória. Avalia-se a troca gasosa respiratória pela mensuração  
6 do consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) dióxido de carbono produzido ( $VCO_2$ ) e quociente  
7 respiratório (R), podendo determinar o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{max}$ ), e a  
8 dissipação de calor e massa (TRINDADE et al., 2015).

9 Na Clínica médica possui aplicabilidade na prevenção, diagnóstico e a  
10 quantificação geral dos distúrbios ventilatórios (COSTA, D. & JAMAMI, M., 2001).

11 Em medicina veterinária a atividade de pesquisa com espirometria vem se  
12 destacando. Existem descrições em avaliação de trocas gasosas no desenvolvimento de  
13 teste padrão de exercício progressivo em equinos (WATANABE et al. 2009);  
14 mensuração da quantidade de  $CH_4$ ,  $CO_2$ ,  $O_2$  e  $H_2O$  no ar inspirado e expirado em  
15 bovinos de corte (COSTA 2013).

16 Nascimento (2016) fez a avaliação da dinâmica das trocas térmicas ocorridas no  
17 trato respiratório de animais de interesse zootécnico (bovinos e caprinos), em ambiente  
18 tropical, utilizando a técnica de espirometria de fluxo contínuo com uso de máscara  
19 facial, onde ao final, o estudo mostrou-se eficiente para as espécies estudadas e também  
20 demonstrando as perdas de calor pelo trato respiratório por evaporação com o aumento  
21 da temperatura do ar.

22

### 23 **2.4. Aplicabilidade da avaliação espirométrica em ovinos**

24

#### 25 **2.4.1. Emissão dos gases do efeito estufa**

26 Uma das principais causas nas mudanças climáticas tem sido o aumento da  
27 emissão dos gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, aumentando a potencialidade do  
28 aquecimento global. O dióxido de carbono ( $CO_2$ ), o metano ( $CH_4$ ) e o óxido nitroso  
29 ( $N_2O$ ) são os principais GEEs (OLIVEIRA, et al. 2011).

30 A agropecuária vem sendo rotulada como prejudicial ao meio ambiente, devido  
31 a emissão de gases que podem contribuir para o aumento do efeito estufa, os quais são  
32 decorrentes da fermentação ruminal, de dejetos e do manejo de biomassa (MONTEIRO,  
33 2009).

1 O dióxido de carbono é o segundo gás do efeito estufa mais importante, com  
2 concentração até 100 vezes inferior ao do vapor d'água (MOLION, 2008). As principais  
3 fontes de emissão de dióxido de carbono são a queima de combustíveis fósseis,  
4 desmatamento e queimadas no setor agrícola (OLIVEIRA et al., 2011).

5 Da produção total de metano, 30% estão relacionados com fontes de emissão  
6 naturais e 70% provêm de fontes antrópicas, das quais a atividade agropecuária é  
7 responsável por 67 - 70% das emissões (IPCC, 2001).

8 A fermentação do alimento ingerido no rúmen é um processo anaeróbio efetuado  
9 pela população microbiana ruminal, em que os carboidratos celulósicos são convertidos  
10 em ácidos graxos de cadeia curta, principalmente ácidos acéticos, propiónico e butírico,  
11 os quais são utilizados pelo animal como fonte de energia. Bactérias metanogênicas,  
12 presentes no rúmen, obtêm energia para seu crescimento ao utilizar  $H_2$  para reduzir  
13  $CO_2$  e formar metano ( $CH_4$ ), o qual é eructado ou exalado para a atmosfera contribuindo  
14 para o aquecimento global (COTTLE et al., 2011).

15 A quantidade de  $CH_4$  produzido por um animal depende de fatores como espécie  
16 animal, composição e quantidade de concentrado na dieta (SEJIAN et al., 2011), nível  
17 de consumo, tipo de carboidratos na dieta, processamento das rações, adição de lipídios  
18 ou ionóforos na dieta e alteração da microflora ruminal (JOHNSON & JOHNSON,  
19 1995).

20 Considera-se relevante na produção desses gases o valor nutritivo da planta  
21 forrageira e o grau de digestibilidade das dietas fornecidas (JOHNSON & JOHNSON,  
22 1995). Sendo o aumento na digestibilidade das dietas fornecidas uma forma de diminuir  
23 a emissão de  $CH_4$  (RIVERA, 2006).

#### 25 **2.4.2. Determinação da taxa metabólica**

26 Os animais precisam de energia para realizar suas diversas funções orgânicas. O  
27 uso desta energia é denominado metabolismo energético. A oxidação dos alimentos é a  
28 principal via de obtenção de energia para os animais, por este motivo a quantidade de  
29  $O_2$  que eles consomem pode ser utilizada como uma medida do metabolismo, sendo que  
30 a energia consumida em uma determinada unidade de tempo é denominada taxa  
31 metabólica (BRITO, 2004).

32 Os valores das taxas metabólicas mensuradas se situam numa faixa entre um  
33 valor máximo (taxa metabólica máxima) e mínimo, denominado taxa metabólica  
34 basal (WITHERS, 1992; BRITO et al. 2010), na qual refere-se a taxa metabólica

1 determinada em condições padronizadas, em que o animal se encontra quieto, sem  
2 digerir nenhum alimento, sem dormir, sem sofrer qualquer tipo de estresse e em  
3 temperatura ambiental ótima(BRITO, 2004), e pode ser calculada por meio da  
4 determinação do consumo de oxigênio nestas condições (PACKARD & BIRCHARD,  
5 2008).

6 E ainda se tem a taxa metabólica específica, definida como a menor taxa  
7 metabólica por unidade de massa, obtida através da divisão da taxa metabólica basal  
8 pelo peso corporal do animal (PACHALY & BRITO, 2000; PACHALY, 2006).

9 A espirometria é utilizada de forma indireta para mensuração das taxas  
10 metabólicas, especialmente em insetos, pássaros e mamíferos, além de possibilitar  
11 conhecer os volumes respiratórios e sua relação com outras variáveis fisiológicas e  
12 ambientais (KRISTIN & GVOZDÍK, 2012).

13 A mensuração das taxas metabólicas de animais de produção é importante  
14 porque a produção de energia metabólica é influenciada por diversas condições, seja o  
15 tipo de alimentação ou o clima, que estará reduzindo ou aumentando o metabolismo  
16 (SILVA, 2013).

17 Cerca de um terço da carga térmica de um animal em ambiente quente é  
18 produzido pelo metabolismo (FINCH, 1986), o que torna a respiração responsável por  
19 aproximadamente 15% das perdas de calor. De acordo com Quesada (2001), em  
20 condições de temperatura ambiente de 12°C a dissipação de calor através do aparelho  
21 respiratório é de 20%, enquanto que em temperaturas acima de 35°C ela é responsável  
22 por 60% do calor total perdido. Durante o processo metabólico, oxigênio é consumido e  
23 gás carbônico e calor são eliminados para o meio externo (DIENER, 1997).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local e Período

O experimento foi realizado no setor de ovinocultura da Unidade de São Gonçalo no Campus IFPB- Município de Sousa, Alto Sertão Paraibano. O município de Sousa está situado a uma latitude 06°50'22" Sul, longitude 38°17'42" Oeste, a 220 metros de altitude. Tem por características um clima semiárido, quente, com precipitação anual média de 654 mm, concentradas no período de janeiro a junho. A temperatura média anual é de 27 °C, com máxima de 38 °C, e umidade relativa média de 64%. A vegetação predominante da região é a caatinga hiperxerófila. A pesquisa transcorreu no período de 17 (dezessete) dias no mês de junho do ano de 2018.

#### 3.2 População amostral

Foram utilizados para o experimento quatro ovinos, da raça Santa Inês (dois machos castrados e duas fêmeas vazias), devidamente identificados, com peso vivo médio de 20-23 kg e idade média entre sete a oito meses. Os mesmos foram mantidos, durante o período experimental, em regime semi-intensivo juntamente com os outros animais, sob luminosidade natural, alimentados com pastagem nativa mineral e água a vontade e concentrado de farelo de milho pela tarde quando chegavam do pasto.

#### 3.3 Descrição Máscara Facial

A máscara facial utilizada (figura 1) foi artesanalmente elaborada pela equipe do Laboratório de Fisiologia Animal. Consta de um funil de plástico (15 × 25) diâmetro interno e 25 cm de comprimento) (produto de garrafa pet) com as bordas da extremidade maior envoltas por esparadrapo e preso por meio de um elástico para o melhor ajuste a face do animal (a ser fixado ao redor da cabeça). A extremidade menor do funil foi conectada às duas válvulas de entrada e saída de ar originárias do tubo da máscara, (modelo MLA246; Ad Instruments, Sydney, Austrália).





1 **Figura 1-** Máscara facial adaptada para osovinos do experimento

Fonte: Arquivo pessoal

## 2 **3.4 Procedimentos Experimentais**

### 3 **3.4.1 Exame clínico geral e exames complementares**

4 Para comprovação da higidez dos animais foi realizado previamente exame clínico  
5 geral e exames complementares: Hemograma completo (GONZALÉZ, 2008) e  
6 parasitológico de fezes (Contagem de ovos por grama de fezes – OPG)(conforme  
7 GORDON & WHITLOCK).

8

### 9 **3.4.2 Condicionamento ao experimento e determinação da frequência cardíaca, 10 respiratória e temperatura retal.**

11 Todos os animais passaram por um período de adaptação condicionadapor 15 dias,  
12 realizado duas vezes ao dia no período entre 07:00 as 09:00 horas pela manhã e 15:00  
13 e 17:00hsda tarde.Diariamente eram separados do rebanho e levados para o local do  
14 experimento, (em duplas aleatórias), colocados em uma plataforma de contenção  
15 (Figura 2).Seguia-se a manipulação para aferição dos valores fisiológicos de ausculta da  
16 frequência respiratória, frequência cardíaca, mensuração da temperatura retale após era  
17 ajustada máscara facial individual (Fig. 1 e 6) com a qual permaneciam por um período

1 máximode 15 minutos. Ao final de cada manejo seguia-se com fornecimento de  
2 concentrado de farelo de milho como reforço positivo.

3



4

5

Figura2– Plataforma de contenção dos animais (IFPB – campus Sousa)

6

Fonte: Arquivo pessoal

7

8 Os valores da frequência cardíaca (FC) em bpm foram determinados através da  
9 ausculta contando-se os batimentos cardíacos consecutivos em 15 segundos,  
10 multiplicados por quatro. A frequência respiratória (FR) através da ausculta dos  
11 movimentos respiratórios durante 15 segundos e multiplicados por quatro, obtendo-se o  
12 parâmetro em mpm. A temperatura retal através de termômetro digital inseridos sob a  
13 mucosa retal e obtidos em graus celsius (C°).



14

Figura 3–Aferição dos parâmetros de TR



Figura 4- Aferição dos parâmetros de FR e FC

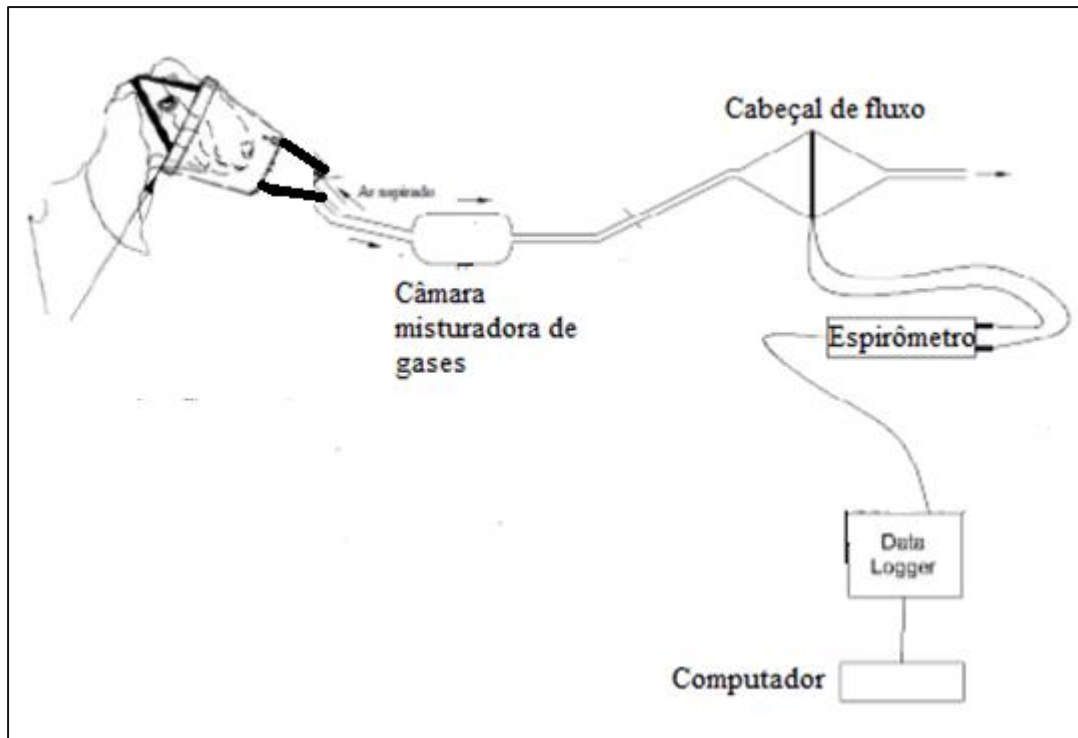
Fonte: Arquivo pessoal

1

2

### 3 **3.5 Determinação de valores espirométricos**

4 Para a determinação dos valores espirométricos utilizou-se o sistema de captação  
 5 analisador multimodal de biosinais (Modelo ML206, ADInstruments, Australia). Com a  
 6 utilização da máscara facial individual ajustada ao focinho do animal. Conectou-se a  
 7 saída da máscara ao tubo de respiração ligada a câmara misturadora de gases conectada a  
 8 um cabeçal de fluxo, por onde ia sendo conduzido o ar expirado do animal, e conectado  
 9 ao cabeçal de fluxo foi conectado o espirômetro que realizou as leituras digitais, o qual  
 10 foi integrado ao PowerLab conectado ao LabChart. O monitoramento das variáveis foi  
 11 feito pelo programa LabChart Pro (ADInstruments, versão 8) (Fig. 5).



1 Figura 5- Esquemática da obtenção dos dados espirométricos

2 Fonte: Arquivo pessoal

3 Todos as leituras fisiológicas foram registradas continuamente a uma taxa de 1  
 4 observação por segundo pelo sistema de aquisição de dados monitoração multimodal de  
 5 biosinais Powerlab PL3508 (AD Instrument –Australia), conectado ao computador e  
 6 armazenados para posterior extração dos dados (Figura 6).



7 Figura 6- Sistema de aquisição de dados monitoração multimodal de biosinais Powerlab PL3508 (AD  
 8 Instrument - Australia) utilizados para realização do experimento no laboratório de fisiologia do Hospital  
 9 Veterinário do IFPB - campus Sousa

10 O experimento foi realizado em dois turnos, pela manhã (07:00 às 09:00 horas),  
 11 e a tarde (13:00 às 15:00 horas) durante dois dias de avaliação. Foram submetidos dois

1 animais por dia. O procedimento experimental teve como duração de 15 minutos de  
2 avaliação por animal.

3

#### 4 **3.4 Determinação das variáveis climáticas**

5 A determinação das variáveis climáticas: temperatura do ar ( $T^{\circ}\text{Ar}$ ), umidade relativa  
6 (UR) foram obtidas através de um datalogger (conset®) que foi instalado no local de  
7 abrigo dos animais. O equipamento é um dispositivo eletrônico que registra os dados ao  
8 longo do tempo e funciona como uma estação meteorológica automática. O datalogger  
9 foi programado, através de seu software, para registrar os dados a cada hora, durante 24  
10 horas por todos os dias de experimento, foram utilizados para análise estatística os  
11 dados ambientais captados a partir das 07:00 às 09:00 horas para o turno manhã e das  
12 13:00 às 15:00 horas para o turno da tarde.

13

#### 14 **3.5 Análise estatística**

15 Os dados foram tabulados no Excel 2016, e posteriormente foram submetidos à análise  
16 estatística descritiva no software GraphPad 7.0.

17

#### 18 **3.5 Princípios éticos**

19 Serão respeitados e submetidos a comitê de ética e pesquisas em animais,  
20 respeitando todas as leis que regem procedimentos científicos em animais. Número  
21 submissão CEU/IFPB Sousa 23000.000502.2018-73.

## 1 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

2

### 3 4.1 Adaptações ao uso da máscara facial

4 Durante o período do experimento foi observado uma adaptabilidade gradativa  
5 ao uso da máscara facial ao longo dos dias, de modo que no 15<sup>a</sup> dia, os animais já  
6 estavam bem adaptados à mesma e não houve interferência durante a coleta dos dados  
7 espirométricos, concordando com alguns autores que fizeram uso da máscara facial em  
8 seus experimentos e observaram que houve uma boa adaptabilidade dos animais,  
9 considerando o método acurado (FERNANDEZ et al. 2012; MAIA, et al. 2014;  
10 NASCIMENTO, 2016; LIMA, 2017).

11

### 12 4.2 Avaliação da higidez dos animais

13 Os dados obtidos através dos exames hematológicos e parasitológico de fezes  
14 (conforme APÊNDICEA) dos quatro animais, antes do início da adaptação  
15 demonstraram que eles se encontravam hígidos e aptos para o experimento, não  
16 demonstrando nenhuma alteração hematológica significativa e sem presença  
17 significativa de parasitas no exame parasitológico de fezes (OPG).

18

### 19 4.3 Parâmetros fisiológicos

20

21 **Tabela1**-Média dos valores obtidos da frequência cardíaca em (bpm), e frequência  
22 respiratória obtida em (mpm) de ovinos submetidos a avaliação espirométrica nos períodos  
23 de manhã e tarde, Sousa, Paraíba, Brasil, junho de 2018.

	Frequência cardíaca (FC)		Frequência respiratória (FR)	
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
Machos	70 bpm	78 bpm	45 mpm	50 mpm
Fêmeas	71 bpm	74 bpm	44 mpm	52 mpm

24

25 A frequência cardíaca de um animal na zona de conforto térmico irá apresentar  
26 de 70 a 110 batimentos cardíacos por minutos (bpm.) (KOLB, 1981). E de acordo com

1 os resultados apresentados pela tabela 1, estes estão de acordo com a média considerada  
2 pelo autor.

3 Os maiores valores para a frequência cardíaca foram mensurados no tundo da  
4 tarde em relação a manhã para os dois sexos, sendo os valores da tarde (78bpm/ 74bpm)  
5 e pela manhã (70 bpm/ 71 bpm). Oliveira et al. (2011) trabalhando com ovinos Santa  
6 Inês no período chuvoso no Semiárido, também encontraram valores maiores nos turnos  
7 da tarde com média de (77,83 bpm).

8 A frequência respiratória considerada fisiologicamente normal para a espécie  
9 ovina é entre 20 a 34 movimentos por minuto (mpm) (REECE et al. 2015), e de acordo  
10 com os resultados obtidos na tabela 1, os valores foram acima dessa média, onde a  
11 frequência respiratória foi maior durante o período da tarde (50 mpm/ 52 mpm) nos  
12 machos e fêmeas respectivamente, em relação aos obtidos no turno da manhã,  
13 concordando com os resultados encontrados por César et al. (2004) que obteve  
14 resultados maiores durante o período da tarde em relação ao período da manhã, sendo o  
15 turno da tarde (96,47 mov/min) e pela manhã (64,38 mov/min). O aumento da FR é uma  
16 forma de dissipação de calor, como forma de manter a homeotermia (GOMES et al.,  
17 2008; PERISSINOTO et al., 2009).

18 De acordo com a classificação feita por Silanikove (2000), com uma escala de  
19 frequências respiratórias associando a variável de temperatura ao estresse térmico,  
20 considerou estresse baixo para ovinos 40-60 mov/min, médio-alto 60-80 mov/min, alto  
21 80-120 mov/min e 7 severo acima de 200 mov/min, sendo assim, considerando os  
22 resultados obtidos, os animais se encontram dentro da média de 40-60, com estresse  
23 térmico baixo.

24

**Tabela 2**-Médias dos valores obtidos de temperatura retal (TR) em graus célsius (C°), de ovinos submetidos a avaliação espirométrica nos turnos da manhã e tarde, em Sousa, PB, junho de 2018.

Temperatura retal (TR)	Manhã	Tarde
Machos	38,5°C	39,2°C
Fêmeas	38,4°C	39,5°C

1 Em condições de termoneutralidade a temperatura retal média de ovinos é  
 2 39.1°C, oscilando entre 38.3°C e 39.9°C (Cunningham, 2011). De acordo com os  
 3 resultados obtidos (tabela 2) as temperaturas retais de ambos os sexos se encontram  
 4 acima da temperatura média de 39.1°C, estando entre 39.2°C e 39.5°C, no turno da  
 5 tarde, esse aumento se dá devido o acionamento dos mecanismos termorreguladores nos  
 6 horários de maior aporte de calor, buscando manter a homeotermia.

7 Cezar et al. (2004) trabalhando com ovinos da raça Dorper, mantidos em regime  
 8 semintensivo, sob luminosidade natural, alimentados a pasto e suplementação  
 9 concentrada e mineral e água a vontade, encontram valores superiores para o turno da  
 10 tarde (40,0°C) e (39,5°C) correspondente ao turno da manhã, demonstrando que os  
 11 animais não foram capazes de dissipar todo o calor necessário para manter sua  
 12 temperatura corporal dentro do limite basal médio (39,1°C), principalmente durante o  
 13 período da tarde.

14

#### 15 **4.4 Variáveis ambientais**

16

**Tabela3**–Valores médios de temperatura do ar (T°Ar) e umidade relativa (UR) observada em Sousa, PB, Brasil, primeira quinzena de junho de 2018.

Turnos	Temperatura do Ar (T°Ar)	Umidade Relativa (UR%)
Experimentais		
Manhã (8 hs)	25°C	70%
Tarde (15 hs)	34°C	33%
Média diária	27°C	56%

17 A temperatura do ar apresentou uma média térmica no período da manhã de  
 18 25°C e no período da tarde 34°C, com uma diferença de 9°C, e umidade relativa de 70%  
 19 no período da manhã e 33% pela tarde.

20 Comparando os dois horários, o turno da tarde obteve média maior de  
 21 temperatura e menor de umidade relativa, demonstrando que o turno da tarde é o mais  
 22 quente, com incidência de maiores radiações solares.

23



#### 4.5 Valores espirométricos

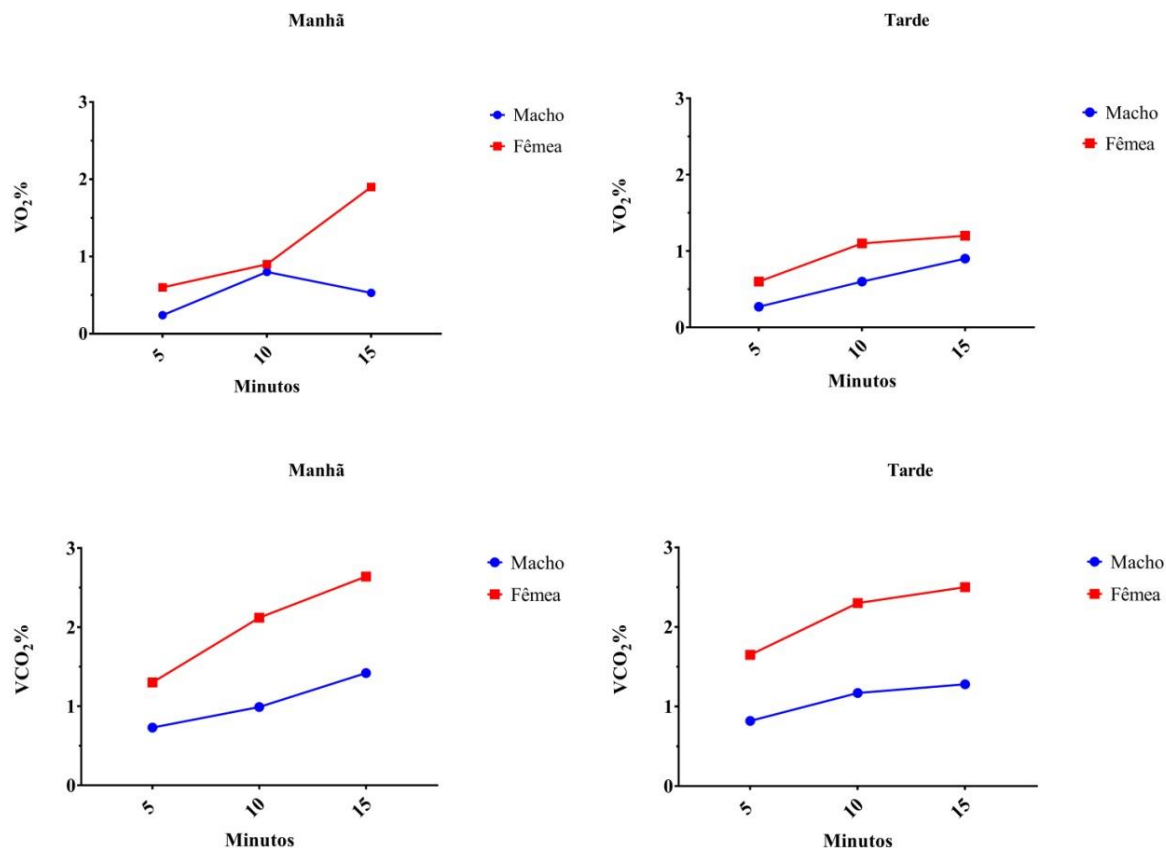
**Tabela3-**Valores encontrados para consumo de O<sub>2</sub> (VO<sub>2</sub>%) e produção de CO<sub>2</sub> (VCO<sub>2</sub>%) de ovinos submetidos à avaliação de espirometria, nos períodos da manhã (5, 10 e 15 minutos) e tarde (5, 10 e 15 minutos): (n = 4).

Momentos/ Parâmetro	Machos		Fêmeas		
	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	
<b>Manhã</b>	<b>5</b>	0,24 ± 0,06	0,73 ± 0,59	0,6 ± 0,63	1,3 ± 1,64
	<b>10</b>	0,8 ± 0,21	0,99 ± 0,31	0,9 ± 1,1	2,12 ± 2,65
	<b>15</b>	0,53 ± 0,58	1,42 ± 0,47	1,9 ± 0,54	2,64 ± 3,19
<b>Tarde</b>	<b>5</b>	0,27 ± 0,24	0,82 ± 0,88	0,6 ± 0,54	1,65 ± 2,05
	<b>10</b>	0,6 ± 0,56	1,17 ± 1,39	1,1 ± 1,3	2,3 ± 2,98
	<b>15</b>	0,9 ± 0,27	1,28 ± 1,53	1,2 ± 1,45	2,5 ± 3,25

1 Observou-se na tabela acima que nos períodos da manhã e da tarde, a medida do  
 2 tempo de 5, 10, 15 minutos, existe uma relação linear tanto nos machos, como nas  
 3 fêmeas, no consumo de O<sub>2</sub> e na produção de CO<sub>2</sub>. Ocorrendo uma leve discrepância  
 4 com relação aos machos que teve uma variação no consumo linear em relação ao tempo  
 5 (tempo 10), mas que pode ter sido por motivo individual do animal, que com o aumento  
 6 do numero de animais, pode ser corrigido.

7 Comparando os turnos manhã e tarde observa-se uma tendência no aumento do  
 8 consumo de O<sub>2</sub> e na produção do CO<sub>2</sub> no turno da tarde, mostrando que os animais  
 9 necessitam de uma compensação respiratória para manutenção da homeotermia, devido  
 10 os valores da temperatura no turno da tarde serem maiores em relação a manhã, com  
 11 média de 34°C e umidade de 33% (tabela 4).

12 Comparando machos e fêmeas, observou-se que a produção de CO<sub>2</sub> foi maior nas  
 13 fêmeas em relação ao consumo de O<sub>2</sub>, tanto nos turnos da manhã, como na tarde,  
 14 também demonstrado na figura 7.



- 1 Figura 7- Valores do consumo de  $O_2$  e produção de  $CO_2$  em relação aos momentos 5, 10, 15 minutos, nos
- 2 períodos manhã e tarde.
- 3

## 1 **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

2

3           Concluiu-se que a avaliação espirométrica em ovinos é eficaz na mensuração do  
4 consumo de O<sub>2</sub> e produção de CO<sub>2</sub>, e que as variáveis climáticas no semiárido  
5 influenciam no aumento do consumo de O<sub>2</sub> e a produção de CO<sub>2</sub>.

6

## 6. REFERÊNCIAS

ANDRADE, I. S. et. al. Parâmetros fisiológicos e desempenho de ovinos Santa Inês submetidos a diferentes tipos de sombreamento e a suplementação em pastejo. **Ciência Agrotecnica, Lavras**, v.31, n.2,p.540547, mar/abr.,2007.

ANDRADE, I.S. **Efeito do ambiente e da dieta sobre o comportamento fisiológico e o desempenho de cordeiros em pastejo no semiárido paraibano**. 2006. 40f. Dissertação (Mestre em Zootecnia) – Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Patos, PB, 2006.

ARAÚJO, J. A. F.; LEITE, E. R.; SILVA, N. L. Contribution of woody species to the diet composition of goat and sheep in caatinga vegetation. **Pasture Tropicalis**, v.20, p.41-45, 1998.

BERNABUCCI, U.; LACETERA, N.; BAUMGARD, L. H. et al. A. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. **Animal**, v. 4, n. 7, p. 1167-1183, Jul 2010.

BARBOSA, O. R.; SILVA, R. G. Índice de conforto térmico para ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 24, n. 6, p. 874-883, 1995.

BRITO, H.F.V. **Determinação da taxa metabólica basal em *Dasyprocta azarae* por calorimetria indireta**. Dissertação (Mestre em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba 2004.

BRITO, H.F.V.; LANGE, R.R.; PACHALY, J.R. et al. Determinação da taxa metabólica basal em cutias, *Dasyprocta azarae*, por calorimetria indireta. **Pesq. Vet. Bras.** 30(6):471-478, junho 2010.

CEZAR, M. F. et al. Avaliação de parâmetros fisiológicos de ovinos dorper, Santa Inês e seus mestiços perante condições climáticas do trópico semi-árido nordestino. **Revista Agrotecnica, Lavras**, v. 28, n. 3, p. 614-620, maio/jun., 2004.

COSTA ,C.C.M. **Efeito Da Radiação Solar E Temperatura Na Emissão De Metano Associado À Produção E Perda De Calor Em Bovinos**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade De Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013.

COSTA, D.; JAMINI, M. Bases fundamentais da espirometria. **Rev. bras. fisioter.** Vol. 5, 95-102, 2001.

COTTLE, D.J.; NOLAN, J.V.; WIEDEMANN, S.G. Ruminant enteric methane mitigation : a review. **Animal Production Science**, v.51, p.491-514, 2011.

DIENER, J. R. C. Calorimetria indireta. **Revista da Associação Médica Brasileira**, São Paulo, v. 43, n. 3, 1997.

FAO.2015. **Panorama e perspectiva mundial da ovinocultura e caprinocultura**. Acesso em 15 de maio de 2018.

- 1 FERNANDEZ, C.; LOPEZ, M.G.; LACHICA, M., Heat production determined by the  
2 RQ and CN methods, fasting heat production and effect of the energy in take on substrate  
3 oxidation of indigenous Manchegas heep. **Animal Feed Science and Technology**  
4 178, 115-119. 2012.
- 5
- 6 FINCH, V. A. Body temperature in beef cattle: its control and relevance to production in  
7 the tropics. **Journal of Animal Science**, v. 62, n. 1, p. 531-542, 1986.
- 8
- 9 GANONG, W.F. Balanço energético, metabolismo e nutrição, p.236-270. In: Ibid. (Ed.),  
10 **Fisiologia Médica**. Atheneu, São Paulo, 1989.
- 11
- 12 GETTY, R. (Ed.). **Sisson and Grossman anatomia dos animais domésticos**. Rio de  
13 Janeiro: Guanabara Koogan, 1986. 1480p.
- 14
- 15 GOMES, C. A. V.; FURTADO, D. A.; MEDEIROS, N. A. et al. Efeito do ambiente  
16 térmico e níveis de suplementação nos parâmetros fisiológicos de caprinos Moxotó.  
17 **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.2, p.213-219, 2008.
- 18
- 19 GORDON, H. McL.; WHITLOCK, H. V. A new technique for counting nematode eggs  
20 in sheep faeces. **Journal Council Science Industry Research**, v.12, n.1, p. 50-52, 1939.
- 21
- 22 GONZÁLEZ, F.H.D. **Patologia Clínica Veterinária: Texto introdutório**. Porto  
23 Alegre – Rio Grande do Sul – Brasil 2008.
- 24
- 25 GUYTON, A.C. HALL, J.E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 10<sup>a</sup> ed. Guanabara  
26 Koogan, Rio de Janeiro. 973p. 2002.
- 27
- 28 IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Pecuária municipal**.  
29 Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2017>>. Acesso  
30 em: 08 de outubro de 2018.
- 31
- 32 IPCC. **Climate change: Impacts, adaptation and vulnerability**. Disponível  
33 em: <http://www.ipcc.cg/SPM13ap07.pdf>. Acesso em: 10/03/2018. 2007.
- 34
- 35 JONES, P. G.; THORNTON, P. K. The potential impacts of climate change in tropical  
36 agriculture: The case of maize in africa and latin america in 2055. **Glob. Environ.**  
37 **Change**, v. 13, p. 51-59, 2003.
- 38
- 39 JOHNSON, K.A.; JOHNSON, D.E. Methane emission from cattle. **Journal of Animal**  
40 **Science**, v.73, p.2483-2492, 1995.
- 41
- 42 KRISTÍN, P., GVOŽDÍK, L. Influence of respirometry methods on intraspecific  
43 variation in standard metabolic rates in newts. **Comparative Biochemistry and**  
44 **Physiology**, Part A, 2012.
- 45
- 46 KOLB, E., **Regulação da temperatura corpórea fisiologia veterinária** 4 ed. Editora  
47 Guanabara Koogan, 562 p., 1981
- 48

- 1 LIMA, A.R.C. **Investigação sobre o efeito da temperatura na produção de calor em**  
2 **cabras da raça Sannen e Anglo-nubiana.** Doutorado em Zootecnia. Faculdade de  
3 Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Jaboticabal- São Paulo, 2017.  
4
- 5 MAIA, A.S.C.; SILVA, R.G.; LOUREIRO, C.M.B. Respiratory heat loss of Holstein  
6 cows in a tropical environment. **International Journal of Biometeorology**, v.49, n.5,  
7 pg. 332-336, 2005.  
8
- 9 MAIA, A.S.C. et al. Thermoregulatory responses of goats in hot environments. **Int J**  
10 **Biometeorol.** DOI 10.1007/s00484-014-0916-3. 2015.  
11
- 12 MAIA, A.S.C.; GEBREMEDHIN, K.G.; NASCIMENTO, S.T. et al. **Development of**  
13 **facial masks for indirect calorimetry studies for livestock.** ASABE paper n.  
14 141897355. In: ASABE and CSBE/SCGAB Annual International Meeting. ASABE, St  
15 Joseph, Mich. 2014.  
16
- 17 McDOWELL, R.E. et al. **Respiratory activity as an index of heat tolerance in Jersey**  
18 **and Sindhi x Jersey (F1) crossbreed cows.** 1953.  
19
- 20 MCMANUS, C.; LOUVANDINI, H.; PAIM, T. et al. The challenge of sheep farming  
21 in the tropics: Aspects related to heat tolerance. **Brazilian Journal of Animal Science**,  
22 v. 40, p. 107-120, 2011c.  
23
- 24 MENDES, A.M.P.; AZEVEDO, M.; CECON, P.R. et al. Determinação de um índice de  
25 conforto térmico para ovinos da raça Dorper. **Revista Semiárido De Visu**, v. 5, n. 2, p.  
26 88-95, 2017 | ISSN 2237-1966, 2017.  
27
- 28 MELO, L. S. S. **Parâmetros físicos e fisiológicos relacionados com a tolerância ao**  
29 **calor em ovinos no Brasil.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária,  
30 Universidade de Brasília, 2016, 112 p. Tese de Doutorado.  
31
- 32 MONTEIRO, R.B.N.C. **Desenvolvimento de um modelo para estimativas da**  
33 **produção de gases de efeito estufa em diferentes sistemas de produção de bovinos**  
34 **de corte.** 2009. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade de São Paulo,  
35 Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.  
36
- 37 NASCIMENTO, N. N. C. **Espirometria na avaliação do sistema respiratório de**  
38 **ruminantes em ambiente tropical.** 2016. 98f. Tese de doutorado. (Doutorado em  
39 zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de  
40 Jaboticabal, São Paulo, 2016.  
41
- 42 NEIVA, J. N. M.; TEIXEIRA, M.; TURCO, S. H. N. et al. Efeito do estresse climático  
43 sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos santa inês mantidos em  
44 confinamento na região litorânea do nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de**  
45 **Zootecnia**, v. 33, n. 3, p. 668-678, 2004.  
46
- 47 NÓBREGA, G.H.; SILVA, E.M.N.; SOUZA, B.B. et al. A produção animal sob a  
48 influência do ambiente nas condições do semiárido nordestino. **Rev. Verde de**  
49 **Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, p.67-73, 2011.  
50

- 1 OLIVEIRA, M. R. et al. Resposta econômica na terminação de novilhos confinados  
2 com silagens de milho (zeamays l.), em diferentes estádios de maturação, associadas a  
3 dois níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas,  
4 v. 10, n. 2, p. 87-95, 2011.
- 5  
6 OLIVEIRA, D.P.; OSTERNO, J.J.; PORTO, A. **Avaliação da Frequência cardíaca e**  
7 **respiratória em ovinos de diferentes raças**. In: XXI Congresso Brasileiro de  
8 Zootecnia – Universidade Federal de Alagoas, 2011.
- 9  
10 PACKARD, G.C. BIRCHARD, C.F. Traditional allometric analysis fail stoprovide a  
11 validpredictivemodel for mammalianmetabolic rates. **J. Exp. Biol.** 211:3581-3587,  
12 2008.
- 13  
14 PACHALY, J.R.; BRITO. H.F.V. Emprego do método de extrapolação alométrica no  
15 cálculo de protocolos posológicos para animais selvagens. **Hora Vet.**, Porto Alegre,  
16 20(118):84-90, 2000.
- 17  
18 PACHALY, J.R. **Terapêutica por extrapolação alométrica**, p.12151223. In: Cubas  
19 Z.S., Silva J.C.R. & Catão-Dias J.L. (Eds), Tratado de Animais Selvagens: Medicina  
20 veterinária. Roca, São Paulo. 1354p. 2006.
- 21  
22 PERISSINOTTO, M.; MOURA, D. J.; CRUZ, V. F. et al. Conforto térmico de bovinos  
23 leiteiros confinados em clima subtropical e mediterrâneo pela análise de parâmetros  
24 fisiológicos utilizando a teoria dos conjuntos fuzzy. **Ciência Rural**, v.39, n.5, p.1492-  
25 1498, 2009.
- 26  
27 QUESADA, M., CONCEPTA, M., D'ARAÚJO, F.A. Tolerância ao Calor de Duas  
28 Raças de Ovinos Deslanados no Distrito Federal. **Revista brasileira de zootecnia**,  
29 30(3):1021-1026, 2001.
- 30  
31 REECE, W. O.; ERICKSON, H. H.; GOFF, J. P. et al. Dukes' physiology of domestic  
32 animals. **John Wiley & Sons**, 2015. ISBN 1118501497.
- 33  
34 RIVERA, A.R. **Estudo da fermentação ruminal por bovinos consumindo feno de**  
35 **Tifton 85 e concentrado com aditivos**. Dissertação (Mestre em Zootecnia) –  
36 Faculdade de Ciências agrárias e Veterinária (UNESP) – Joticabal, São Paulo, 2006.
- 37  
38 ROBERTSHAW, D. Mechanisms for the control of respiratory evaporative heat loss in  
39 panting animals. **J. Appl. Physiol.** 101: 664-668, 2006.
- 40  
41 SEJIAN, V.; LAL, R.; LAKRITZ, J.; EZEJI, T. Measurement and prediction of enteric  
42 methane emission. **International Journal Biometeorology**, v.55, n.1, p.1- 16, 2011.
- 43  
44 SILANIKOVE, N. Effect sofheat stress on thewelfareo fextensively managed  
45 domesticruminants. **Livestock. Production. Science.** v67, p.1–18. 2000.
- 46  
47 SILVA, R.B. **Efeito do ambiente nas variáveis fisiológicas e na emissão de metano**  
48 **associado à produção e perda de calor em ovinos**. Dissertação (Mestrado em  
49 Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária (UNESP) Jaboticabal, SP,  
50 2013.

- 1  
2 SILVA, A.L., BORGES, L.S., SANTANA, M.L. et al. Avaliação das variáveis  
3 fisiológicas de ovinos Santa Inês sob influência do ambiente semiárido piauiense. **J**  
4 **Anim Behav Biometeorol** v.3, n.2, p.69-72, 2015
- 5  
6 SILVA, S.V. et al. Efeito das condições reprodutivas e climáticas na produção de  
7 embriões de cabras Boer superovuladas. **Ciência Animal Brasileira**, v.11, n.3, p.570-  
8 575, 2010.
- 9  
10 SOUZA, B.B.; SILVA, I.J.O.; MELLACE, E.M. et al. Avaliação do ambiente físico  
11 promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas  
12 leiteiras. **Agropecuária Científica no Semi-Árido** 6:59-65. 2010.
- 13  
14 STARLING, J.M.C.; SILVA, R.G.; NEGRÃO, J.A. et al. Variação estacional dos  
15 hormônios tireoideanos e do cortisol em ovinos em ambiente tropical. **Revista**  
16 **Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2064-2073, 2005.
- 17  
18 TORTORA, G.J.; DERRICKSON, B. (2010) **Sistema respiratório**. São Paulo. 12<sup>a</sup>  
19 edição, p.859-905, 2010.
- 20  
21 TRINDADE, A.M.; SOUSA, T.L.F.; ALBUQUERQUE, A.L.P. A interpretação da  
22 espirometria na prática pneumológica: até onde podemos avançar com o uso dos seus  
23 parâmetros?. **Pulmão**. Rio de Janeiro, 24(1):3-7 2015.
- 24  
25 WATANABE, M. J. **Avaliação espirométrica de cavalos da raça Puro Sangue**  
26 **Árabe durante teste padrão de exercício progressivo em esteira**. Dissertation, São  
27 Paulo University. 2007.
- 28  
29 WITHERS, P.C. 1992. Animal energetics, p.82-121. In: Withers P.C. (Ed.),  
30 **Comparative Animal Physiology**. **Saunders College Publishing**, Fort Worth. 949p.



## APÊNDICES

**APÊNDICE A** - Resultado dos exames (parasitológico de fezes e hemograma) realizados para comprovação da higidez dos animais para o experimento

MACHO I – M6 – 0167		
Hemácias: 7,25 PPT: 5,8 g/dL Ht (%): 26%	<b>Leucócitos:</b> 5.900 Bast. 0 Seg. 45 Linf 50 Mon 3 Eos 2 Bas. 0	<b>Absolutos</b> 0 2.655 2.950 177 118 0
OPG (ovos por grama de fezes): Resultado: 300 opg		

MACHO II – M10 – 0171		
Hemácias: 12.3 PPT: 6.4 g/dL Ht (%): 36%	<b>Leucócitos:</b> 7300 Bast. 0 Seg. 47 Linf 48 Mon 1 Eos 4 Bas. 0	<b>Absolutos</b> 0 3.413 3.504 73 292 0
OPG (ovos por grama de fezes): Resultado: 250 opg		

FÊMEA I – F10 – 0174		
Hemácias: 9.5 PPT: 7.4 g/dL Ht (%): 37%	Leucócitos: 8600 Bast. 0 Seg. 55 Linf 35 Mon 5 Eos 5 Bas. 0	Absolutos 0 4.730 3.010 430 430 0
OPG (ovos por grama de fezes): Resultado: 300 OPG		

FÊMEA II – F4 – 0160		
Hemácias: 12.3 PPT: 6.4 g/dL Ht (%): 36%	Leucócitos: 7300 Bast. 0 Seg. 47 Linf 48 Mon 1 Eos 4 Bas. 0	Absolutos 0 3.413 3.504 73 292 0
OPG (ovos por grama de fezes): Resultado: 100 OPG		