

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**  
**Curso de Doutorado em Zootecnia**



**Tese**

**Conforto térmico, comportamento, desempenho e características da carne de  
cordeiros terminados em duas estações climáticas**

**Volmir Antonio Polli**

**Pelotas, 2017**

**Tese**

**Conforto térmico, comportamento, desempenho e características da carne de  
cordeiros terminados em duas estações climáticas**

**Volmir Antonio Polli**

**Pelotas, 2017**

**Volmir Antonio Polli**

**Conforto térmico, comportamento, desempenho e características da carne de  
cordeiros terminados em duas estações climáticas**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do Título de Doutor em Ciências (D.S.).

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Zambarda Vaz

Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Isabella Dias Barbosa Silveira

Co-orientador: Prof. Dr. Renius de Oliveira Mello

Pelotas, 2017

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas  
Catalogação na Publicação

P774c Polli, Volmir Antonio

Conforto térmico, comportamento, desempenho e características da carne de cordeiros terminados em duas estações climáticas / Volmir Antonio Polli ; Ricardo Zambarda Vaz, orientador ; Renius de Oliveira Mello, Isabela Dias Barbosa Silveira, coorientadores. — Pelotas, 2017.

156 f. : il.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2017.

1. Comportamento. 2. Desempenho. 3. Estresse calórico. 4. Ovinos. 5. Qualidade de carne. I. Vaz, Ricardo Zambarda, orient. II. Mello, Renius de Oliveira, coorient. III. Silveira, Isabela Dias Barbosa, coorient. IV. Título.

CDD : 636.3

**Volmir Antonio Polli**

**Conforto térmico, comportamento, desempenho e características da carne de cordeiros terminados em duas estações climáticas**

Tese aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Doutor em Ciências, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal de Pelotas.

Pelotas, dezembro de 2017

Banca examinadora:

---

**Prof. Dr. Ricardo Zambarda Vaz (Orientador) - UFPEL**

Doutor em Zootecnia (Produção Animal) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

---

**Prof. Dr. Alexandre Nunes Motta de Souza - UFSM**

Doutor em Zootecnia (Forragicultura) pela Universidade Federal de Santa Maria.

---

**Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ana Gabriela de Freitas Saccol - UFSM**

Doutora em Zootecnia (Produção Animal) pela Universidade Federal de Santa Maria.

---

**Prof. Dr. Luís Fernando Vilani de Pelegrin - UFSM**

Doutor em Zootecnia (Produção Animal) pela Universidade Federal de Santa Maria.

---

**Prof. Dr. Rafael Bonadiman - IF Farroupilha**

Doutor em Ciências (Forragicultura) pela Universidade Federal de Pelotas.

## **Agradecimentos**

À Universidade Federal de Pelotas, à Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia por disponibilizar a estrutura física, corpo docente que possibilitaram a realização do curso de Doutorado.

À Universidade Federal de Santa Maria pela compreensão e estímulo a qualificação do seu quadro funcional. Em especial a Direção do Colégio Politécnico da UFSM por este mesmo entendimento, apoio financeiro e físico na realização do trabalho experimental. Aos Laboratórios de Físico Química de Alimentos e do Núcleo Integrado de Análises Laboratoriais – NIDAL do Departamento de Tecnologia de Alimentos da mesma universidade.

Aos professores Ricardo Zambarda Vaz, Renius de Oliveira Mello, Isabella Dias Barbosa Silveira e Sérgio Carvalho pela orientação e amizade dedicada.

À Fazenda do Rancho, de São Martinho da Serra-RS, modelo de eficiência no manejo da terra e produção animal na pessoa de seu proprietário prof. Regis Bernardes e sua família que, gentilmente, disponibilizaram os animais para o experimento.

Ao meu amigo e dedicado acadêmico em Zootecnia da UFSM, André Fogaça, na execução das análises laboratoriais. Ao Técnico Administrativo Dejanir Pissinin pela parceria e companheirismo. Em seus nomes agradeço muito aos alunos dos cursos Técnicos do Colégio Politécnico da UFSM e acadêmicos em Zootecnia, Mestrado e Doutorado que atuaram em diversos momentos nas diferentes fases de execução do projeto.

À minha família (esposa e filhos) pelo apoio e compreensão.

A meus pais Fernando e Jardelina Simioni Polli, gratidão eterna.

À Deus, em especial.

## Resumo

POLLI, Volmir Antonio. **Conforto térmico, comportamento, desempenho e características da carne de cordeiros terminados em duas estações climáticas.** 2017. 156f. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

O objetivo deste estudo foi avaliar o conforto térmico, o desempenho, o comportamento, eficiência biológica e a qualidade da carne de cordeiros terminados em confinamento e abatidos em duas estações climáticas (quente e fria). Foram utilizados 20 cordeiros da raça Texel castrados com idade média de 75 dias. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. As dietas foram compostas de silagem de milho como volumoso e concentrado com relações de 50:50 e 50,5:49,5 para os terminados na estação quente e fria, respectivamente. O conforto térmico no período de terminação avaliado pela frequência respiratória e temperatura da região ocular diferiram ( $P < 0,001$ ), com superioridade para os cordeiros terminados na estação quente. A temperatura retal não foi diferente ( $P > 0,05$ ). O índice de temperatura e umidade confirma a diferença de conforto térmico apresentado pelos cordeiros na estação quente e fria. Durante os períodos experimentais (70 dias cada), os cordeiros terminados na estação quente e fria vivenciaram quinze e quatro dias em estresse calórico, respectivamente, equivalendo a 27,7 e 6,5% das horas. Cordeiros terminados na estação quente permaneceram em média seis horas diárias em estresse calórico, não sendo observado estresse nos terminados na estação fria. O pico de estresse calórico ocorreu entre 14h30 às 16h30. Os cordeiros terminados na estação fria foram mais eficientes ( $P < 0,05$ ) no uso do alimento pelo Consumo Alimentar Residual (CAR). A eficiência alimentar não diferiu ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos. O consumo de matéria seca em relação ao peso corporal (%PV) e ao peso metabólico ( $\text{g/kgPV}^{0,75}$ ) não diferiram entre as estações climáticas ( $P > 0,05$ ). As variáveis de comportamento (tempos de alimentação, ruminação, ócio, deitado e em pé) avaliadas nos cordeiros não diferiram ( $P > 0,05$ ) entre as estações climáticas. As eficiências de alimentação e de ruminação foram superiores nos cordeiros terminados no inverno ( $P < 0,05$ ). O conforto térmico vivenciado pelos cordeiros no pré-abate nas distintas estações climáticas também demonstrado pelas variáveis fisiológicas é confirmada pelo índice de temperatura e umidade. A frequência respiratória (147,2 estação quente x 62,4 mov./min estação fria) e a temperatura do olho dos cordeiros avaliada momentos antes do abate foi diferente entre os lotes de cordeiros ( $P < 0,0001$ ). A temperatura retal não mostrou diferença estatística ( $P > 0,05$ ). O índice de temperatura e umidade da última semana pré-abate e durante período de jejum mostrou que os cordeiros abatidos na estação fria inverno não vivenciaram estresse algum. No entanto, os cordeiros abatidos na estação quente vivenciaram 51,8% das horas em estresse calórico, durante 13h do dia. No jejum, esses cordeiros viveram 72% das horas em estresse calórico. Apesar das diferenças de conforto térmico entre os lotes de cordeiros, a carne foi pouco afetada em suas principais características. O pH na hora zero, quatro e 24 horas pós abate não mostrou diferença entre os lotes de cordeiros ( $P > 0,05$ ). A perda por descongelamento foi maior na carne de cordeiros abatidos na estação quente ( $P < 0,01$ ). No cozimento a perda foi maior para os cordeiros abatidos no inverno (26,6%) ( $P < 0,05$ ) do que no verão (20,9%). As características: dureza, coesividade, mastigabilidade, força de cisalhamento e comprimento do sarcômero não foram diferentes ( $P > 0,05$ ). No conjunto, a carne de cordeiros abatidos no período de maior calor apresentou-se mais escura, com  $L^*$  33,5;  $a^*$  14,4;  $b^*$  9,2 do que a dos cordeiros abatidos no período de temperaturas mais amenas  $L^*$  35,1;  $b^*$  16,5;  $a^*$  10,8. A coordenada  $L^*$  não foi diferente ( $P > 0,05$ ), com  $a^*$  e  $b^*$  apresentando diferença estatística ( $P < 0,05$ ). O estudo mostra que as condições climáticas prevalentes na Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul deprimem a eficiência biológica avaliada pelo CAR sem afetar o ganho de peso de cordeiros Texel terminados em confinamento. No entanto, as características qualitativas da carne mostram ser pouco afetadas, mostrando a boa adaptação desta categoria e espécie animal.

**Palavras-chave:** comportamento; desempenho; estresse calórico; ovinos; qualidade de carne; variáveis fisiológicas.

## Abstract

POLLI, Volmir Antonio. **Thermal comfort, behavior, performance and meat characteristics of lambs finished in two climatic seasons.** 2017.156f. Thesis (Doctorate in Sciences) – Postgraduate Program in Animal Science, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2017.

The objective of this study was to evaluate the thermal integrity, performance, behavior, biological efficiency and meat quality of lambs finished in confinement and slaughtered at two climatic seasons (hot and cold). Twenty castrated lambs of the breed Texel, with mean age of 75 days. The experimental design was completely randomized. The diets were composed of corn silage as bulky and concentrated, with relations of 50:50 and 50,5:49,5 for those finished ones in the hot and cold season, respectively. Thermal comfort in the termination period evaluated by respiratory rate and temperature of the ocular region differed ( $P < 0.001$ ), with superiority for lambs terminated in the warm season. Rectal temperature was not different ( $P > 0.05$ ). The temperature and humidity index confirms the difference in thermal comfort presented by lambs in the hot and cold season. During the experimental periods (70 days each), the lambs finished in the hot and cold season experienced fifteen and four days in caloric stress, respectively, equivalent to 27.7 and 6.5% of the hours. Finished lambs in the hot season remained on an average of six hours a day in caloric stress, with no observed stress in the cold season. The peak of caloric stress occurred between 14:30 and 16:30. The lambs finished in the cold season were more efficient ( $P < 0.05$ ) in the use of the food by the Residual Feed Intake (RFI). Feed efficiency did not differ ( $P > 0.05$ ) between treatments. The dry matter intake in relation to body weight (% PV) and metabolic weight ( $\text{g} / \text{kgPV}^{0.75}$ ) did not differ between climatic seasons ( $P > 0.05$ ). Behavior variables (feeding, rumination, leisure, lying down and standing) evaluated in the lambs did not differ ( $P > 0.05$ ) among the climatic seasons. Feeding and rumination efficiencies were higher in lambs finished in winter ( $P < 0.05$ ). The thermal comfort experienced by the lambs in pre-slaughter in the different climatic seasons also demonstrated by the physiological variables is confirmed by the temperature and humidity index. The respiratory rate (147.2 hot season x 62.4 mov./min cold season) and the lambs eye temperature evaluated moments before slaughter was different among lamb lots ( $P < 0.0001$ ). Rectal temperature showed no statistical difference ( $P > 0.05$ ). The temperature and humidity index of the last week pre-slaughter and during the fasting period showed that lambs slaughtered in the cold winter season did not experience any stress. However, the slaughtered lambs in the hot season experienced 51.8% of the hours in caloric stress during 13h of the day. In fasting, these lambs lived 72% of the hours in caloric stress. Despite the differences in thermal comfort between lamb lots, the meat was little affected in its main characteristics. pH at zero hour, four and 24 hours after slaughter showed no difference between lamb lots ( $P > 0.05$ ). The loss due to defrosting was higher in the lambs slaughtered during the hot season ( $P < 0.01$ ). In cooking, the loss was higher for lambs slaughtered in winter (26.6%) ( $P < 0.05$ ) than in summer (20.9%). The characteristics: hardness, cohesiveness, chewing, shear force and sarcomere length were not different ( $P > 0.05$ ). On the whole, the meat of lambs slaughtered in the period of higher heat was darker, with  $L^* 33.5$ ;  $a^* 14.4$ ;  $b^* 9.2$  than that of lambs slaughtered in the period of milder  $L^* 35.1$ ;  $b^* 16.5$ ;  $a^* 10.8$ . The  $L^*$  coordinate was not different ( $P > 0.05$ ), with  $a^*$  and  $b^*$  presenting statistical difference ( $P < 0.05$ ). The study shows that the climatic conditions prevalent in the Central Depression of the state of Rio Grande do Sul deplete the biological efficiency evaluated by the RFI, without affecting the weight gain of confined lambs in Texel. However, the qualitative characteristics of the meat show little affection, showing the good adaptation of this category and animal species.

**Keywords:** behavior; caloric stress; performance; physiological variables; quality of meat; sheep.



## Lista de Figuras

### Metodologia

Figura 1 Instalações (aprisco) usadas para a terminação dos cordeiros..... 52

### Capítulo 1 - Manuscrito 1 - Conforto térmico e desempenho de cordeiros terminados em confinamento em duas estações climáticas

Figura 1 Índice de temperatura e umidade diário dos períodos de terminação dos cordeiros (Estação quente e fria)..... 90

Figura 2 Índice de temperatura e umidade médio horário para cordeiros terminados na estação quente e fria..... 90

Figura 3 Frequência de ocorrência de estresse calórico horário em cordeiros Texel terminados na estação quente e fria..... 91

Figura 4 Linhas mostrando o comportamento de cordeiros terminados na estação quente (q) e fria (f) para as variáveis de Alimentação (A), Ruminação (R), Ócio (O), Deitado (D) e Em Pé (E)..... 91

### Capítulo 2 - Manuscrito 2 - Conforto térmico e qualidade física da carne de cordeiros abatidos em duas estações climáticas

Figura 1 Índice de temperatura e umidade médio horário da última semana pré-abate na estação quente e fria..... 122

Figura 2 Índice de temperatura e umidade médio horário do período de jejum pré-abate para cordeiros abatidos na estação quente e fria.. 122

## Lista de Tabelas

### Metodologia

Tabela 1	Dados históricos do clima (1988-2016) e médias das principais variáveis climatológicas registradas no município de Sta. Maria-RS durante o período experimental (Estação quente e fria).....	51
Tabela 2	Composição química (% matéria seca) dos alimentos utilizados na formulação das dietas.....	53
Tabela 3	Proporção dos ingredientes (% matéria seca) e composição bromatológica das dietas experimentais.....	53

### Capítulo 1 - Manuscrito 1 - Conforto térmico e desempenho de cordeiros terminados em confinamento em duas estações climáticas

Tabela 1	Dados históricos do clima (1988-2016) e médias das principais variáveis climatológicas registradas no município de Sta. Maria-RS durante o período experimental (Estação quente e Estação fria).....	84
Tabela 2	Composição química (% matéria seca) dos alimentos utilizados na formulação das dietas.....	85
Tabela 3	Proporção dos ingredientes (% matéria seca) e composição bromatológica das dietas experimentais.....	86
Tabela 4	Variáveis fisiológicas de cordeiros da raça Texel durante a terminação na estação quente e fria.....	87
Tabela 5	Coeficientes de correlação de Pearson entre índice de temperatura e umidade e variáveis fisiológicas de cordeiros terminados na estação quente (acima da diagonal) e estação fria (abaixo da diagonal).....	87
Tabela 6	Pesos vivos inicial e final, ganho médio diário, consumo de matéria seca em % do peso vivo e em relação ao peso metabólico, eficiência alimentar, relação de Kleiber e consumo alimentar residual de cordeiros da raça Texel terminados em confinamento em duas estações climáticas.....	88

Tabela 7	Comportamento ingestivo de cordeiros da raça Texel durante o período experimental (Estação quente e Estação fria).....	89
----------	--	----

## **Capítulo 2 - Manuscrito 2 - Conforto térmico e qualidade física da carne de cordeiros abatidos em duas estações climáticas**

Tabela 1	Dados históricos do clima (1988-2016) e médias das principais variáveis climatológicas registradas no município de Sta. Maria-RS durante o período experimental (Estação quente e Estação fria).....	117
Tabela 2	Composição química (% matéria seca) dos alimentos utilizados na formulação das dietas.....	118
Tabela 3	Proporção dos ingredientes (% matéria seca) e composição bromatológica das dietas experimentais.....	119
Tabela 4	Variáveis fisiológicas de cordeiros da Raça Texel abatidos em duas estações climáticas (Quente e fria).....	121
Tabela 5	Variáveis relativas à qualidade da carne de cordeiros da raça Texel abatidos em duas estações climáticas (Estação quente e fria).....	121

## Lista de Abreviaturas e Siglas

ACTH	Hormônio Adrenocorticotrópico
CAR	Consumo Alimentar Residual
CIE Lab	Comission Internationale de L'Eclairage
CMSe	Consumo de Matéria Seca estimado
CMSo ou DMI	Consumo de Matéria Seca observado ou Dry Matter Intake
CRA	Capacidade de Retenção de Água
CRH	Hormônio Liberador das Corticotropinas
DFD	Dark, Firm and Dray
EAL	Eficiência de Alimentação
ERU	Eficiência de Ruminação
FAO	Food and Agriculture Organization
FAWC	Farm Animal Welfare Council
FR	Frequência Respiratória
FSH	Hormônio Gonadotrófico
GMD	Ganho Médio Diário
HLI	Índice de Carga Térmica
HPA	Hipotálamo-Pituitária-Adrenal
ICT	Índice de Conforto Térmico
IN	Instrução Normativa
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
ITGU ou BGHI	Índice de Temperatura e Umidade do Globo Negro
ITU ou THI	Índice de Temperatura e Umidade
LABRUMEN	Laboratório de Bromatologia e Nutrição de Ruminantes do Departamento de Zootecnia da UFSM
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
NRC	National Research Council
PC	Perda no Cozimento
PD	Perda no Descongelamento
PEX	Período Experimental

Pf	Peso final
Pi	Peso inicial
pH	Potencial de Hidrogênio
PSE	Pale, Solf and Exsudative
PV	Peso Vivo
RIISPOA	Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal
RK	Relação de Kleiber
RS	Rio Grande do Sul
SNC	Sistema Nervoso Central
STH	Hormônio do Crescimento
T3	Hormônio Triiodotironina
T4	Hormônio Tiroxina
TAL	Tempo de Alimentação
TCI	Temperatura Crítica Inferior
TCS	Temperatura Crítica Superior
TDE	Tempo Deitado
TEP	Tempo em Pé
TMT	Tempo de Mastigação Total
TOC	Tempo de Ócio
TO	Temperatura da Região Ocular
TPA	Texture Profile Analysis
TR	Temperatura Retal
TRU	Tempo de Ruminação
TSH	Hormônio Estimulante da Tireóide
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UR	Umidade Relativa
WBSf	Warner-Bratzler Shear force

## Sumário

1	Introdução.....	13
2	Revisão de Literatura.....	15
2.1	A ovinocultura.....	15
2.2	O clima e a produção animal.....	18
2.3	O organismo animal.....	22
2.4	Bem-estar animal.....	23
2.5	Estresse.....	25
2.5.1	Fisiologia do estresse.....	26
2.5.2	Comportamento do animal diante do estresse.....	32
2.6	Índices do ambiente térmico.....	33
2.7	Desempenho produtivo.....	35
2.8	Qualidade de carne.....	39
2.8.1	Variáveis relativas à qualidade física da carne.....	42
2.8.1.1	Potencial de Hidrogênio – pH.....	42
2.8.1.2	Capacidade de Retenção de Água – CRA.....	44
2.8.1.3	Cor da Carne.....	45
2.8.1.4	Força de cisalhamento - WBSF.....	47
2.8.1.5	Textura da Carne – TPA.....	48
2.8.1.6	Comprimento de sarcômero.....	49
3	Metodologia.....	51
4	<b>Capítulo 1 - Manuscrito 1 - Conforto térmico e desempenho de cordeiros terminados em confinamento em duas estações climáticas.....</b>	<b>60</b>
	Introdução.....	63
	Materiais e Métodos.....	65
	Resultados e Discussão.....	69
	Conclusões.....	77
	Aprovação.....	78
	Referências Bibliográficas.....	78

<b>5</b>	<b>Capítulo 2 - Manuscrito 2 - Conforto térmico e qualidade física da carne de cordeiros abatidos em duas estações climáticas.....</b>	<b>93</b>
	Introdução.....	96
	Materiais e Métodos.....	98
	Resultados e Discussão.....	104
	Conclusões.....	111
	Aprovação.....	112
	Referências Bibliográficas.....	112
<b>6</b>	<b>Discussão.....</b>	<b>125</b>
<b>7</b>	<b>Conclusão.....</b>	<b>127</b>
	<b>Referências.....</b>	<b>128</b>
	<b>Apêndices.....</b>	<b>144</b>
	<b>Anexos.....</b>	<b>152</b>

## 1 Introdução

Um dos grandes desafios da pecuária moderna está relacionado à exploração do máximo potencial genético do animal, tanto no aspecto produtivo quanto no reprodutivo. Durante muitos anos a busca da máxima eficiência na produção animal esteve voltada para atendimento das necessidades de manejo, sanidade, genética e nutrição (BRIDI, 2010b). Os avanços obtidos nestas áreas têm sido limitados pelos fatores ambientais, principalmente pelo ambiente térmico aos quais os animais são submetidos (KADZERE et al., 2002; MARAI et al., 2007; BRIDI, 2010b; RODRIGUES; ZANGERONIMO; FIALHO, 2010). Neste contexto, o tema adquire grande relevância, por ser capaz de afetar a segurança alimentar do planeta (Food and Agriculture Organization - FAO, sd.).

Os ovinos são homeotérmicos, ou seja, mantêm a temperatura corporal dentro de certos limites fisiológicos relativamente estreitos pelo controle da produção e perda de calor (ECKERT, 2000), mesmo que a temperatura ambiente flutue e que sua atividade varie (BAÊTA; SOUZA, 2012). Fora desta zona de conforto, o animal tem sua fisiologia e comportamento alterado com consequências negativas no seu desempenho (ECKERT, 2000; BAUMGARD; RHOADS, 2012). Essas consequências negativas serão tanto maiores quanto mais intenso e duradouro for o efeito ambiental que tira o animal de sua zona de conforto (St. PIERRE; COBANOU; SCHNITKEY, 2003; ELOY, 2007). Portanto, para que os ovinos possam apresentar bom desempenho produtivo e qualidade de carne precisam viver, na medida do possível, na chamada zona de conforto térmico (SILVA, 2000; BAÊTA; SOUZA, 2012).

Pesquisas demonstram ser o estresse calórico fator que deprime os mais variados parâmetros produtivos (MARAI et al., 2007; SILVA; VIEIRA, 2010). E essas perdas não se restringem apenas aos sistemas produtivos. Certamente, boa parcela dos danos ocorre da porteira para fora, ou seja, nas chamadas fases pré-abate, que incluem desde o carregamento dos animais na propriedade, o transporte e o descanso no frigorífico. Essas perdas resultam em menor qualidade da carne produzida com consequente perda de valor de mercado para a indústria (FAUCITANO, 2000).

O conhecimento das diferentes respostas fisiológicas e comportamentais que o animal apresenta quando em estresse calórico são importantes para avaliar e



quantificar o grau de adaptação dos mesmos ao ambiente. As mudanças fisiológicas estão relacionadas à frequência respiratória, frequência cardíaca, temperatura retal, níveis de hormônios e metabólitos sanguíneos (HAHN et al., 2009). Aliado as respostas fisiológicas e comportamentais para caracterizar o conforto térmico em que o animal se encontra, foram desenvolvidos índices que associam os diferentes fatores do clima, possibilitando desta forma ranquear com maior precisão o grau de conforto térmico ou de bem-estar dos animais (MARAI et al., 2007; PAPANASTASIOU; BARTZANAS; KITTAS, 2015).

As mudanças climáticas que estão ocorrendo no planeta nas últimas décadas e as previsões de aumento no aquecimento global enfatizam a importância de estudos sobre os efeitos do clima nos animais de produção (KUCZYNSKI et al., 2011; BAUMGARD; RHOADS, 2012). Pesquisas nesta área são importantes para identificar, avaliar e quantificar os efeitos do clima sobre os animais de produção e assim adequar as práticas de manejo, nutrição, instalações, genética e ambiência. Desta forma, o produtor poderá atuar de maneira mais eficaz nos diferentes momentos do processo de produção, visando melhor atender as necessidades de bem-estar dos animais. Com isso, obter ganhos no desempenho, na qualidade produtiva e conseqüentemente resultando em melhor ganho econômico e na produção de carnes com melhores padrões de qualidade beneficiando o consumidor.

Este trabalho objetiva avaliar o conforto térmico, comportamento, desempenho produtivo e qualidade física da carne de cordeiros da raça Texel terminados em regime de confinamento em duas estações climáticas.

## 2 Revisão de Literatura

### 2.1 A ovinocultura

Historiadores mostram que os ovinos estiveram entre as primeiras espécies domesticadas pelo homem, provavelmente, pelo seu pequeno porte, docilidade e diversidade produtiva (carne, leite, lã e pele) (HAFEZ, 1973). A capacidade produtiva, diversidade genética e adaptabilidade dos ovinos dão a esta espécie importância econômica e social para as diversas regiões do mundo (LIMA et al., 2014). Os pequenos ruminantes, como é o caso da ovelha, oferecem muitos benefícios a milhões de produtores, especialmente no ambiente semiárido tropical das diversas regiões do planeta (INDU et al., 2015).

O caminho percorrido pela espécie *Ovis aries* na companhia do homem após sua domesticação tem levado a mudanças significativas na genética e no fenótipo. Mudanças estas inicialmente baseadas na seleção natural, e atualmente mais intensa com a intervenção do homem. As mudanças de seleção que os ovinos sofreram pelo homem tiveram finalidades variadas: o fenótipo, produção, adaptação a determinadas condições climáticas, solo, manejo, sistemas de criação, alimentação e comércio dos produtos. Neste sentido, os ovinos, talvez como nenhuma outra espécie, tiveram a capacidade de se moldar as diferentes necessidades do homem, desde a sua domesticação, comprovado pelo grande número de raças hoje presentes no mundo (HAFEZ, 1973; SOUSA, 2014).

A grande difusão da espécie se deve principalmente a seu poder de adaptação a diferentes climas, relevos, vegetações e por seus inúmeros benefícios de sua produção. A criação ovina está destinada tanto a exploração econômica como a de subsistência das famílias em zonas rurais (VIANA, 2008; VIANA; WAQUIL; SPOHR, 2010; DIAS FILHO, 2016).

Historicamente, em diversas partes do mundo os ovinos foram importantes economicamente em função da produção de lã para a indústria têxtil. A Inglaterra enriqueceu exportando lã bruta para a Europa. Com o crescimento da população urbana a partir da Revolução Industrial, a carne foi tendo maior importância, em detrimento da lã, assim foram surgindo e se difundindo pelo mundo as raças inglesas

de corte (DIAS FILHO, 2016). A produção de lã no mundo está hoje concentrada no hemisfério sul, nos rebanhos da Austrália, Nova Zelândia e África do Sul. Esta atividade do criador ou aptidão da ovelha está sendo trocada por ovinos produtores de carne.

No Brasil as primeiras referências de ovinos datam de 1.556, quando foram introduzidos ovinos de origem espanhola e asiática (MACEDO, 2014). Tradicionalmente, o país jamais figurou entre os grandes produtores mundiais de ovinos. Mesmo assim, a ovinocultura apresentou, especialmente com a produção de lã no início do século XX, importante atividade econômica, notadamente no Estado do Rio Grande do Sul (RS), chegando a produzir em 1974 mais de 34.000 toneladas (GONZAGA; FERREIRA; OLIVEIRA, 2014). Após a crise do setor laneiro ocorrida na década de 1970, a cadeia da ovinocultura gaúcha vem aos poucos se estruturando, agora estando mais voltada a produção de carne. Com a exploração de raças produtoras de carne, a ovinocultura tem experimentado um novo impulso (ROCHA et al., 2010). Hoje a ovinocultura brasileira mostra bons índices de crescimento como o verificado entre 2014 e 2015 com 4,5%, passando de 17.694.454 para 18.614.551 cabeças, respectivamente (IBGE, 2015). Esse fato foi mais intenso na década de 1996 a 2005, com crescimento de 40% em nível nacional e 44% na região Centro Oeste do Brasil (SOUZA, 2010). Esta expansão ocorre hoje com maior força nas Regiões Sudeste, Centro Oeste e Nordeste e menos na Região Sul (IBGE, 2015). O RS perdeu muito espaço nesta atividade econômica, detendo atualmente apenas 22% do rebanho nacional de ovinos, sendo o Nordeste a maior região produtora, com 60,6% do rebanho nacional (IBGE, 2015).

Com exceção do Sul do Brasil, onde ainda se criam bastante raças produtoras de lã de boa qualidade, no restante do país, em especial na Região Nordeste, são criadas raças ovinas deslanadas, como Morada Nova, Santa Inês e Somalis Brasileira, entre outras. Estes, são animais que apresentam alta capacidade de adaptação ao ambiente tropical, com alta tolerância ao calor e as condições de criação extensiva e capacidade produtiva (SELAIVE-VILLARROEL, 2014).

Como perspectiva para a ovinocultura, a produção de carne ovina no Brasil apresenta grande potencial de crescimento, especialmente com a carne de cordeiro. Esta categoria animal além de apresentar maior valorização pela qualidade da carne, apresenta também alto rendimento de carcaça e maior eficiência para ganho de peso (PIRES et al., 2000). Existe no país um grande mercado consumidor não atendido

com a carne ovina, especialmente nos centros urbanos. É um público que espera por um animal jovem, bem acabado, e com regularidade de oferta (MADRUGA; SOUZA; ROSALE, 2005; ZANETTE; NEUMANN, 2012). Fazendo alusão ao mercado brasileiro da carne ovina, Madruga, Souza e Rosale (2005) vão mais longe, ao classificar inclusive o país como detentor de grande potencial exportador, por apresentar grande extensão territorial, clima, produção forrageira e mão-de-obra. A valorização do consumo de carne de ovinos que se verifica no país é um fator positivo no estímulo a criação de ovinos para corte (MOUSQUER et al., 2013). O mercado de produtos diferenciados como cortes especiais para consumidores de mais alta renda tem impulsionado a coordenação da cadeia produtiva da carne ovina como um todo (COSTA, 2007).

O potencial da ovinocultura no Brasil traçado por Madruga, Souza e Rosale (2005) e Zanette e Neumann (2012) talvez esteja longe de se efetivar devido a cadeia produtiva da carne ovina apresentar problemas estruturais graves. A coordenação da cadeia produtiva ainda encontra-se numa fase insipiente, desarticulada e fragmentada no que diz respeito aos interesses de cada elo (SOUZA, 2010). Em 2011, a produção de carne ovina nacional foi de 113.200 toneladas, equivalendo um consumo per capita do brasileiro em 0,60 kg/pessoa/ano (FAO, 2014). A produção hoje é insuficiente para atender o mercado interno, o produto ofertado é sabidamente caro, com pouca qualidade, pouca padronização, além da oferta sazonal. O déficit é suprido especialmente com a importação de carne ovina do Uruguai, representando em torno de 6% das exigências do mercado nacional (ALVES et al., 2014).

A organização e evolução da cadeia produtiva no Brasil são possíveis. Dependem certamente de esforços dos diferentes atores: produtores, indústria, comércio, ensino, pesquisa e do poder público com programas de fomento a atividade. A cadeia antes de mais nada deve saber e entender primeiramente o que e como produzir e para quem produzir (ALVES et al., 2014). Os referidos autores identificam como exemplos a serem seguidos pela cadeia da ovinocultura, às cadeias da avicultura, bovino e suinocultura por sua eficiência de estruturação, tecnificação e ampliação das receitas. No Brasil, Pires et al. (2014) citam a cadeia da ovinocultura do Estado do Paraná como exemplo de organização e franco crescimento do seu rebanho.

A contribuição da ciência é importante no desenvolvimento dos diferentes sistemas de produção animal, como o é em outras áreas. No Sul do Brasil, um sistema de produção que vem ganhando destaque é a produção de cordeiros em regime de confinamento, usando diferentes fontes de alimentos e/ou subprodutos da agricultura e agroindústria. O controle sanitário, especialmente nessa categoria animal é um dos grandes trunfos, além de reduzir os efeitos da sazonalidade de oferta de animais para abate (YAMAMOTO et al., 2007; ZANETTE; NEUMANN, 2012).

A sazonalidade na oferta de animais para a indústria e conseqüentemente de carne com maior qualidade para o consumidor talvez seja o maior entrave na evolução e tecnificação da cadeia da carne ovina (SOUZA, 2010; ALVES et al., 2014). A referida sazonalidade pode ser vencida ou pelo menos amenizada com a intensificação dos sistemas de produção (SOUZA, 2010), entre os quais, adoção do sistema de confinamento é apontado como bastante viável para este fim (PIRES et al., 2006; ZANETTE; NEUMANN, 2012). Corroborando, Zanette e Neumann (2012), enfatizam que a ovinocultura de baixa eficiência produtiva, não tem condições de competir no mercado de carne, devendo-se buscar a intensificação visando um ciclo produtivo mais acelerado.

O produtor precisa de maior nível de capacitação e gestão para que possa reduzir custos, aumentar a escala de produção e direcionar a produção para atender de forma regular a indústria e indiretamente o mercado, com volume suficiente e com qualidade satisfatória (SOUZA, 2010). Com a ovinocultura conduzida desta forma vai ocorrer com naturalidade à criação e terminação de animais em diferentes estações do ano. Com isso a sazonalidade da oferta de animais prontos para abate vai diminuir, ocorrendo a criação de cordeiros em diferentes momentos ao longo do ano, em diferentes condições de clima. Este fato deve intensificar os fatores relacionados a nutrição, instalações, sanidade, manejo e ambiência diferenciados para bem atendê-los nas suas necessidades.

## **2.2 O clima e a produção animal**

Apesar da espécie ovina, ser considerada a mais versátil quando a característica é a adaptação aos diferentes meios, também sofre as conseqüências do estresse calórico, notadamente quando a temperatura alta está associada a elevada umidade relativa do ar (STARLING et al., 2002). A velocidade do vento por

sua vez, tem importante papel no conforto térmico dos animais por atuar promovendo a perda de calor do animal pela via convectiva (BLANES et al., 2008). Os principais estudos científicos têm mostrado que o aquecimento global é uma realidade, especialmente no que tange as flutuações nos padrões climáticos, particularmente nas chamadas ondas de calor que são hoje mais frequentes e severas (KUCZYNSKI et al., 2011). O aumento na temperatura em escala global tem efeito direto nos animais, representado pelo estresse calórico, o qual tem uma variedade de efeitos negativos sobre a fisiologia, saúde, bem-estar e produtividade dos mesmos (FUQUAY, 1981; MARAI et al., 2007; KUCZYNSKI et al., 2011; PAPANASTASIOU; BARTZANAS; KITTAS, 2015), podendo assim, reduzir os lucros do produtor de várias maneiras (PANASTASIOU; BARTZANAS; KITTAS, 2015). Nas condições de alta temperatura e umidade do ar, os animais têm enormes dificuldades de perda de calor corporal, ou seja, de fazer a termorregulação. Os efeitos perversos no desempenho nas fases de cria, recria e terminação, no pré-abate, e as variáveis relativas à perda de qualidade da carne, serão tão maiores quanto maior e mais duradouros forem os eventos climáticos (St. PIERRE; COBANOU; SCHNITKEY, 2003).

Poucos são os estudos que identificam e ao mesmo tempo quantificam os efeitos do clima sobre os animais de produção (GAUGHAN et al., 2002; NIENABER; HAHN, 2004; St. PIERRE; COBANOU; SCHNITKEY, 2003; SILVA; VIEIRA, 2010; BAUMGARD; RHOADS, 2012). Para St. Pierre, Cobanou e Schnitkey (2003), estas perdas advêm da redução no desempenho dos animais nas diversas fases de criação, com diminuição no consumo de alimentos. Esse menor consumo correlaciona-se com menor produção de ovos, leite, perdas reprodutivas e pelo aumento da taxa de mortalidade. Também, as perdas que ocorrem com os animais de abate no pré-abate são pouco conhecidas, porém reconhecidamente importantes (FAUCITANO, 2000; FERGUSON; WARNER, 2008; LUDTKE et al., 2013). Como forma de enfatizar a perversidade do ambiente térmico sobre os animais, Kadzere et al. (2002) classificam o ambiente térmico como elemento mais negativo na produção de leite no mundo. Esta redução na produção de leite neutraliza os grandes avanços genéticos alcançados, especialmente em animais de alto mérito genético, uma vez que pouca atenção tem sido dada a capacidade termorregulatória. Normalmente esses animais, por sua maior produtividade, têm alto incremento de calor metabólico. Mecanismos termorreguladores são importantes para manter a temperatura corporal em uma zona termonêutra e na homeostase fisiológica. A simples seleção dos animais baseados

nas tradicionais características de produção e/ou produtividade aumenta a suscetibilidade dos animais ao estresse térmico (BAUMGARD; RHOADS, 2012). Isso ocorre quando não se considera a adaptação dos animais ao meio, fragilizando os mesmos perante os efeitos do clima (KADZERE et al., 2002). A maior produtividade, a qual predispõe mais fortemente o animal ao estresse calórico, é questionável ao se considerar a variável custo. É preciso sim que a eficiência produtiva ande acompanhada pela adaptação dos animais ao meio de criação.

A interação animal versus ambiente deve ser considerada quando se busca maior eficiência na exploração pecuária, pois as diferentes respostas do animal as peculiaridades de cada região são determinantes no sucesso da atividade produtiva. Assim, a correta identificação dos fatores que influenciam na vida produtiva do animal, como o estresse imposto pelas flutuações estacionais do meio ambiente, permitem ajustes nas práticas de manejo dos sistemas de produção, possibilitando dar-lhes sustentabilidade e viabilidade econômica (NEIVA et al., 2004). De Vries (2016) ao analisar os achados de St. Pierre, Cobanou e Schnitkey (2003), evidencia a redução nas perdas de produção de \$ 67/vaca/ano no rebanho leiteiro, quando técnicas viáveis economicamente foram usadas no processo produtivo nos Estados Unidos da América. Na média estas vacas permaneceram 14,1% das horas do ano em estresse térmico (St. PIERRE; COBANOU; SCHNITKEY, 2003).

O clima considerado autor ou co-autor de muitos danos a pecuária é definido como o conjunto de fenômenos meteorológicos que caracteriza a atmosfera de um determinado local (BAÊTA; SOUZA, 2012), ou ainda, como o padrão de diversos elementos climáticos de uma região. Os elementos climáticos: temperatura do ar, umidade do ar, pressão atmosférica e radiação solar, são os principais fenômenos que compõem o clima. Estes elementos climáticos quando em condições extremas atuam de forma direta ou indireta sobre os animais de criação tirando-os de sua zona de conforto térmico, assim deprimindo a eficiência de sua produção. Apesar de haver um grande número de fatores como experiência anterior, genética, idade, sexo ou condição fisiológica capazes de modelar a natureza da resposta biológica de um animal a um determinado agente estressor (HAFEZ, 1973; SILVA, 2000; RODRIGUES; ZANGERONIMO; FIALHO, 2010), como pode ocorrer também com o estresse calórico.

Quando submetido a um ambiente estressante, o animal pode ter seu desempenho produtivo e reprodutivo afetado de forma significativa, bem como seu sistema imunológico, dependendo da intensidade e persistência do agente estressor (St. PIERRE; COBANOU; SCHNITKEY, 2003; ELOY, 2007; RODRIGUES; ZANGERONIMO; FIALHO, 2010). O primeiro sinal de animais submetidos ao estresse calórico é o aumento da frequência respiratória. Este mecanismo fisiológico promove a perda de calor por meio evaporativo. No caso de ovinos lanados, é o principal mecanismo de termólise (SILVA, 2000; STARLING et al., 2002). Na persistência desta situação de estresse, os mecanismos de termorregulação intensificam-se, e o animal busca reduzir seu metabolismo por meio da depressão da atividade da tireoide, produzindo menor quantidade de tiroxina (ELOY, 2007).

Como visto, as condições climáticas têm efeito marcante no desempenho animal durante o processo de criação, porém seu efeito na fase pré-abate é pouco conhecido (FERGUSON; WARNER; 2008; SILVA; VIEIRA; 2010), especialmente considerando as condições climáticas em regiões tropicais, como é o caso do Brasil (BROSSI et al., 2009). O manejo dispensado aos animais e o controle ambiental, em cada etapa do pré-abate, como forma de dar aos animais o necessário bem-estar, têm reflexos preponderantes na qualidade da carne (FAUCITANO, 2000), e pode resultar em grandes perdas econômicas para a indústria. O estresse leva ao esgotamento das reservas de glicogênio do animal e um aumento do pH muscular com possível formação de carne DFD (Dark, Firm and Dry) (FERGUSON; WARNER, 2008). Este tipo de carne apresenta menor tempo de conservação (FERGUSON; WARNER, 2008), maior força de cisalhamento (WARNER; GREENWOOD; FERGUSON, 2010; LUDTKE et al., 2013), coloração indesejada e pouco brilhante, dando impressão de sangria deficiente (ISRAEL et al., 2010). Foi o que observaram Kadim et al. (2008) trabalhando em Omã, com ovinos das raças Omami e Merino, e três raças caprinas na fase pré-abate em distintas estações do ano (quente e fria). Os autores observaram que animais abatidos em temperatura em torno de 35°C tiveram maior pH final, o que levou a uma menor qualidade de carne do que animais abatidos em temperatura próxima a 21°C.

O gerenciamento do processo de criação animal, entre outras finalidades, visa identificar e corrigir distorções ou carências ambientais e se possível quantificá-las, visando tornar à atividade mais rentável e socialmente aceitável. Diante do efeito do clima sobre os animais de criação torna necessário rever e/ou adequar práticas de



manejo na criação animal para torná-las compatíveis as necessidades de bem-estar animal e por consequência manter a boa eficiência produtiva, reprodutiva e de qualidade da produção. A pesquisa científica teve, tem e terá papel preponderante fornecendo essas respostas ao produtor.

As mudanças climáticas no planeta e suas fortes implicações em diferentes áreas e também na produção de alimentos são muito preocupantes no entendimento da FAO e autores como Pires (2006); Baumgard e Rhoads (2012) e Mahjoubi et al. (2014). A FAO classifica as mudanças climáticas do planeta como uma séria ameaça à segurança alimentar, do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza. Até 2050 a mesma FAO prevê necessidade de aumentarmos em 60% a produção atual de alimentos para atender a população prevista para a data. Espera-se do Brasil o papel de protagonista nesta produção. Para a FAO (sd), o problema climático deve ser abordado como parte integral do programa global de desenvolvimento, e que a resposta que possamos dar as mudanças climáticas determinarão o modo como as futuras populações vão se alimentar.

### **2.3 O organismo animal**

Os animais portam-se como um sistema termodinâmico, que continuamente trocam energia com o ambiente. Neste processo, os fatores externos do ambiente tendem produzir variações internas no animal, influenciando na quantidade de energia trocada em ambos, havendo então a necessidade de ajustes fisiológicos para a ocorrência de balanço térmico (BAÊTA; SOUZA, 2012).

Os animais criados hoje possuem altas taxas metabólicas, são animais homeotérmicos capazes de manter a temperatura corporal acima da temperatura ambiente e a regulam dentro de limites fisiológicos estritos pelo controle da produção (termogênese) e perda de calor (termólise) (MOYES; SHULTE, 2010; BAÊTA; SOUZA, 2012). Na maioria dos mamíferos, a faixa fisiológica normal de temperatura corporal pode variar entre 37 e 40°C (ECKERT, 2000), a temperatura ambiental ideal entre 21 e 26°C e umidade relativa do ar ao redor de 65% (HAFEZ, 1973). O metabolismo representado pela soma de todas as reações químicas que estão ocorrendo dentro do corpo é a principal fonte de energia térmica na equação do equilíbrio térmico dos animais (MOYES; SCHULTE, 2010).

Quanto mais eficiente o animal for na captura e uso das fontes de energia no meio ambiente, maior a capacidade de competir com outros membros de sua espécie, (ECKERT, 2000). Neste sentido, a adaptabilidade dos animais de criação frente às condições do meio ambiente é uma das características importantes quando se busca eficiência produtiva. Porém, a espécie ovina é tida como a mais adaptada entre as diversas espécies domésticas criadas pelo homem (MARAI et al., 2007; OSÓRIO; OSÓRIO; SAÑUDO, 2009). O tamanho corporal dos ovinos, considerado pequeno, dá aos mesmos uma relação favorável entre a área da superfície e o volume para a perda de calor (PEANA; FOIS; CANNAS, 2007; MOYES; SCHULTE, 2010). Desta forma, Degen e Shkolnik (1978) consideram a ovelha um animal com boa adaptação a diferentes climas também pela sua excelente capacidade de isolamento térmico.

#### **2.4 Bem-estar animal**

O termo “bem-estar” animal é encontrado na literatura definido de diferentes formas, algumas mais outras menos aceitas por sua abrangência e adequação. A definição considerada mais aceita entre os especialistas da área, no entanto, é a proposta inicialmente em 1965 pelo Relatório Brambell na Grã-Bretanha e adaptada mais tarde pela Farm Animal Welfare Council (FAWAC, 2003; SILVA; MIRANDA, 2009). Essa definição se dá mediante o reconhecimento das cinco liberdades inerentes aos animais:

- Liberdade fisiológica (ausência de fome);
- Liberdade ambiental (edificações adaptadas);
- Liberdade sanitária (ausência de doenças e fraturas);
- Liberdade comportamental (expressão de comportamentos normais);
- Liberdade psicológica (ausência de medo e de ansiedade).

É cada vez mais reconhecido o fato de que elevados padrões de bem-estar têm impacto direto e indireto nos custos, na segurança e na qualidade da carne produzida pelos animais domésticos (COSTA, 2000; OLIVEIRA; De BORTOLLI; BARCELOS, 2008; PINHEIRO; BRITO, 2009). As práticas de produção pecuária, como nas demais áreas da produção, necessariamente devem estar pautadas nos princípios éticos e morais de respeito aos animais, de bem-estar do animal e dos trabalhadores envolvidos no processo, da sustentabilidade da atividade e em consonância com os interesses da sociedade como um todo. A carne produzida nestes sistemas é a

desejada hoje pelo consumidor (CHULAYO; MUCHENJE, 2015). Além deste pressuposto básico é de entendimento geral que o bem-estar animal é condição preponderante na melhoria da eficiência dos sistemas de criação (St. PIERRE; COBANOU; SCHNITKEY, 2003; RODRIGUES; ZANGERONIMO; FIALHO, 2010) e obtendo produtos de melhor qualidade (ZAPIOLA, 2006; KADIM et al., 2008; WARNER; GREENWOOD; FERGUSON, 2010). Os benefícios e ganhos das práticas de bem-estar animal nos sistemas produtivos pecuários são de interesse geral por serem compartilhados por todos os agentes da cadeia produtiva (OLIVEIRA; De BORTOLLI; BARCELOS, 2008), proporcionando o comércio de carnes e de seus derivados em muitos países (ZAPIOLA, 2006).

A condição de bem-estar no processo de criação poderá ser fortemente ameaçada por inúmeros fatores que precisam ser mitigados se não dirimidos. Entre os principais fatores geradores de estresse temos as condições climáticas as quais os animais são submetidos durante as diferentes etapas da criação (St. PIERRE; COBANOU; SCHNITKEY, 2003; MARAI et al., 2007). Em algumas etapas ou em todo o processo de criação, muitos animais são ainda, nos dias de hoje, mantidos em ambientes inadequados e/ou em condições restritas de espaço, não permitindo aos mesmos, possibilidades de manobras para ajustes comportamentais necessários a manutenção da homeostase térmica, devendo estas práticas de produção serem revisadas (BRIDI, 2006).

Segundo Silanikove (2000), a condição de bem-estar é característica de um animal, podendo variar desde uma condição pobre até uma muito boa. Ela pode ser definida por medidas discretas, como alterações no nível hormonal, temperatura corporal e comportamento, ou seja, sendo o bem-estar avaliado na prática da Etologia por meio de indicadores.

Os animais, para vivenciarem um bom bem-estar e assim poderem expressar seu potencial produtivo, dependem também do atendimento de uma temperatura adequada, determinando o conforto térmico (Liberdade ambiental). Nesta faixa de temperatura, o animal não precisa produzir ou perder calor corporal e a atividade metabólica é mínima, podendo os mesmos expressarem seu máximo potencial genético (ELOY, 2007; BRIDI, 2010b). A zona de conforto térmico é dependente de diversos fatores, sendo alguns ligados ao animal, como peso, idade, estado fisiológico, tamanho do grupo, nível de alimentação, genética e outros ligados ao ambiente como a velocidade do vento, temperatura e umidade do ar (BRIDI, 2010b).

O grau de atividade termorregulatória de que os animais homeotermos precisam para manter as temperaturas corporais centrais constantes aumenta com a mudança de temperatura ambiente para os extremos da zona de conforto; no entanto, em temperaturas moderadas, a taxa basal de produção de calor está em equilíbrio com a perda de calor para o ambiente (ECKERT, 2000). Caso haja necessidade de regulação de temperatura corporal poderá ser feita pelo ajuste da velocidade de perda de calor através de alterações na condutância térmica pela superfície corporal (ECKERT, 2000). Tais ajustes, segundo o autor, incluem mudanças vasomotoras e posturais. À medida que a temperatura ambiente diminui, o animal homeotérmico irá encontrar a Temperatura crítica inferior (TCI), abaixo da qual a taxa metabólica basal é insuficiente para equilibrar a perda de calor apesar dos ajustes, necessitando de aumento na produção de calor. Nesta situação, a capacidade do animal de aumentar a taxa metabólica torna-se relevante para a manutenção do equilíbrio homeotérmico (ECKERT, 2000; BAÊTA; SOUZA, 2012). A temperatura acima da Temperatura crítica superior (TCS) irá causar aumento da temperatura corporal do animal. Isso só não ocorrerá caso os mecanismos ativos de dissipação de calor como vasodilatação, sudorese e ofegação sejam postos em ação (ECKERT, 2000). Sem a perda de calor evaporativo, a temperatura acima da neutralidade térmica causa hipertermia, devido ao calor produzido não ser perdido com a mesma velocidade de produção (BAÊTA; SOUZA, 2012). Em ambos os casos (TCI e TCS), os animais irão utilizar a energia de manutenção para gerar ou dissipar calor, diminuindo a energia que seria utilizada para a produção e/ou reprodução (KUMAR; AJEET; MEENA, 2011; BAUMGARD; RHOADS, 2012). Graham et al. (1959) dizem ser esperado um aumento de 7% de energia a cada grau (°C) de aumento médio da temperatura corporal. Fora da zona de homeotermia o animal corre sérios riscos de vida por hipotermia ou hipertermia (SILVA, 2000; BAETA; SOUZA, 2012).

## **2.5 Estresse**

São inúmeras as definições de estresse. Para Randall (2010), no reino da biologia, estresse se refere ao que acontece quando um organismo falha em responder adequadamente às ameaças que está sofrendo. Silva (2000) define estresse térmico como a força exercida pelos componentes do ambiente térmico sobre

o organismo, causando nele reações fisiológicas proporcional à intensidade da força aplicada e à capacidade do organismo em compensar os desvios causados pela força.

O estresse é um aspecto inevitável da vida (ENCARNAÇÃO, 1992; ELOY, 2007), podendo em algumas situações ser considerado benéfico, especialmente para o ser humano, quando a pressão exercida pode ser um incentivo na realização de um objetivo (RANDALL, 2010). Contudo, salienta o autor, o estresse pode atingir níveis crônicos e prejudiciais, com consequências graves a função imune e prejuízo no desenvolvimento como um todo.

Na fase pré-abate o estresse é por certo inevitável. Assim, todos os animais para abate nesta fase experimentam algum nível de estresse que pode levar a diminuição da qualidade da carne produzida (ZAPIOLA, 2006; FERGUSON; WARNER, 2008). A intensidade da resposta ao estresse é grandemente governada pelos glicocorticoides, considerados como as primeiras moléculas envolvidas nas respostas ao estresse. Entre os corticoides o cortisol é considerado o principal responsável pela restauração da homeostase (RANDALL, 2010).

O estresse é considerado o principal parâmetro utilizado para avaliar o bem-estar do animal. Quando um indivíduo se encontra em estresse seu bem-estar é considerado pobre (BROOM; MOLENTO, 2004). Sob estresse, os animais desenvolvem mecanismos de respostas fisiológicas e/ou comportamentais para enfrentar o agente estressor, tentando dessa forma, manter a homeostasia.

Muitos são os agentes estressores nos animais, como: calor, frio, transporte, deficiência nutricional, mudanças bruscas de alimentação e tratador, sendo classificados em físicos e emocionais (ELOY, 2007). O estresse calórico é um estado fisiológico causado por uma combinação de condições ambientais que causam a temperatura efetiva do ambiente ser mais elevada que a variação da temperatura da zona de conforto (BARBOSA; SILVA, 1995).

### **2.5.1 Fisiologia do estresse**

O organismo animal apresenta inúmeras respostas fisiológicas que são comumente usadas e aceitas para quantificar o grau de conforto térmico ao qual o animal está submetido (SILANIKOVE, 2000; ROÇA, 2002; MARAI et al., 2007). Estas respostas são consideradas tentativas do mesmo para manter a homeostase térmica. A homeostase é alcançada por coordenação de um conjunto complexo de processos

fisiológicos por meio de comunicação química e/ou elétrica entre os tecidos que apresentam respostas apropriadas (EKERT, 2000). Os hormônios desempenham um papel central nesta comunicação e desta forma são considerados fundamentais para a homeostasia (ECKERT, 2000).

A energia térmica influencia as interações químicas que afetam a estrutura das macromoléculas e as reações bioquímicas. Consequentemente, a temperatura possui um importante efeito sobre todos os processos fisiológicos. Como resultado dos efeitos da temperatura, cada animal apresenta uma estratégia térmica: uma combinação de respostas comportamentais, bioquímicas e fisiológicas que garantem que a temperatura corporal se mantenha dentro de um limite aceitável (MOYES; SCHULTE, 2010; SOUZA; BATISTA, 2012).

A termorregulação é o conjunto de estratégias utilizadas pelos seres vivos para regulação da temperatura corporal. Apresenta-se como um mecanismo fundamental para a adaptação e manutenção de espécies animais em diferentes habitats (SOUZA; BATISTA, 2012). A termorregulação, segundo os autores é ajustada por dois mecanismos que atuam em conjunto, o sistema endócrino e o sistema nervoso. Ambos sistemas enviam mensagens por meio de fibras aferentes ao centro regulador – o hipotálamo – este processa as informações e envia respostas através de fibras eferentes e neurônios de associação até os órgãos efetores, que produzem os efeitos necessários à regulação da homeostase (SOUZA; BATISTA, 2012).

A fisiologia do estresse tem sua base representada pelo eixo Hipotálamo-Pituitária-Adrenal (HPA). Assim, em condições de estresse térmico, além de sua própria temperatura gerada pelos neurônios termossensíveis, o hipotálamo recebe impulsos neurais de transmissores de outras partes do corpo via Sistema Nervoso Central (SNC). As células neurosecretoras ativadas por estímulos neurais em resposta a uma variedade de estímulos estressantes ao organismo induz a produção do hormônio liberador das corticotropinas (CRH) dentro da veia porta. Após serem liberadas para a pituitária anterior, as CRH estimulam a secreção do hormônio adrenocorticotrópico (ACTH), o qual, por sua vez, provoca a liberação dos hormônios adrenocorticais pelas adrenais (ENCARNAÇÃO, 1992; EKERT, 2000). Dos hormônios adrenocorticais, os glicocorticoides têm forte relação com a síndrome do estresse, exercem função catabólica, inibindo a multiplicação celular de aminoácidos e glicose, bloqueando a síntese de proteínas diminuindo da taxa de metabolismo (ELOY, 2007) e a diminuição na ingestão de alimentos (MARAI et al., 2007). Os

glicocorticoides representados pelo seu principal hormônio, o cortisol, são responsáveis por regular a intensidade da resposta ao estresse e assim na restauração da homeostase (RANDALL, 2010).

A nível basal, a secreção dos glicocorticoides como o cortisol é regulada por feedback negativo pelos próprios hormônios nos neurônios secretores de CRH do hipotálamo e as células secretoras de ACTH da glândula pituitária anterior (ENCARNAÇÃO, 1992; ECKERT, 2000). Assim, inibem a superatividade da resposta ao estresse, protegendo o corpo do seu próprio sistema endocrinológico e imunológico. Com a concentração de glicocorticoides diminuindo no sangue, também para o efeito inibidor sobre o hipotálamo, voltando o CRH a ser secretado e aparecendo mais ACTH e glicocorticoides (ENCARNAÇÃO, 1992). Portanto, os glicocorticoides geralmente suprimem, em vez de acentuarem, o mecanismo normal de defesa do organismo. É um meio de adaptação, não contra a fonte de estresse, mas contra as reações normais de defesa que são ativadas pelo estresse. Com as reações de defesa atenuadas, previne-se, então, que haja desequilíbrio das funções e a conseqüente alteração da homeostase (ELOY, 2007).

Com a ativação do eixo hipotálamo-adenohipofise-cortex adrenal ocorrem mudanças em quase todo o sistema endócrino. Assim, o organismo estressado secreta menos hormônio do crescimento (STH), gonadotróficos (FSH) e tireotrófico TSH (ENCARNAÇÃO, 1992). Com o aumento da produção de glicocorticoides produzidos pelos rins, o hipotálamo através do TSH (hormônio estimulante da tireóide) deprime sua ação sobre a tireóide e essa para de produzir os hormônios T3 (triiodotironina) e T4 (tiroxina). Estes hormônios são responsáveis pela aceleração do metabolismo e, por conseguinte pelo aumento na produção de calor corporal (ECKERT, 2000). Como os glicocorticoides, a secreção dos hormônios tireoidianos (T3 e T4) também é regulada por feedback negativo destes sobre o hipotálamo.

Em situações de estresse, os opióides endógenos como a  $\beta$ -endorfina e encefalina produzidas pelo sistema nervoso central (SNC), também têm importância no controle do apetite e da termorregulação (ELOY, 2007). As catecolaminas (adrenalina e noradrenalina) produzidas pelo córtex adrenal, segundo Encarnação (1992) são responsáveis de dar ao organismo respostas imediatas às situações de estresse. Em geral, diante de um agente estressor todo o sistema endócrino está envolvido na resposta ao estresse (RODRIGUES; ZANGERONIMO; FIALHO, 2010), agindo de forma integrada no organismo (ECKERT, 2000).

Segundo Encarnação (1992), além das alterações já citadas, existem várias outras funções fisiológicas desencadeadas pelo sistema neuro-endócrino, pelas quais o organismo tenta compensar os efeitos climáticos e manter a homeostasia. Assim, para a ocorrência de tais reações termorreguladoras é desviada energia, que poderia ser empregada para crescimento e reprodução. As principais respostas fisiológicas de adaptação do animal ao calor são relacionadas por Encarnação (1992) e Rodrigues, Zangeronimo e Fialho (2010) como sendo a vasodilatação periférica, maior produção de suor, aumento da frequência respiratória, da temperatura da pele e dos batimentos cardíacos e maior ingestão de água e procura por sombra. Por outro lado, ocorrem diminuições da produção de calor, conversão alimentar, movimentação e consumo de forragem. No entanto, diante de um agente estressor, fatores como genética, idade, sexo ou condição fisiológica modelam a natureza das respostas fisiológicas (RODRIGUES; ZANGERONIMO; FIALHO, 2010).

Pesquisadores são unânimes ao reconhecer a frequência respiratória como a resposta fisiológica do animal que primeiro responde aos efeitos estresse calórico, sendo a mais correlacionada com o conforto térmico, podendo a mesma, identificar indivíduos em risco (KUCZINSKI et al., 2011). Silanikove (2000) mostra poder quantificar pela avaliação da taxa respiratória a severidade do estresse causado pelo calor em ruminantes. Frequências respiratórias de 40 a 60; 60 a 80 e 80 a 120 movimentos/minutos caracterizam respectivamente, estresse baixo, médio-alto e alto, e em valores acima de 200 movimentos/minutos, o estresse é considerado severo em ovinos.

Bhattacharya e Hussain (1974) trabalhando com borregas Awasi em câmaras climáticas com diferentes condições de clima e rações verificaram aumento na taxa de respiração (FR) (94 x 38 resp./min), frequência cardíaca (FC) (97 x 88 bat./min) e temperatura retal (TR) (39,1 x 39,1°C), respectivamente nos ensaios com alta temperatura-umidade e ração com 25% de forragem, e em condições neutras de clima. Quando nas mesmas condições de clima foi incluído na ração 75% de forragem, os valores foram: 101 x 43 para FR, 110 x 97 para FC; e 39,5 x 39,2 para TR. Dixon; Thomas e Holmes (1999) ao manterem borregos (Merino X Leicester) em câmaras climáticas durante 44 dias e duas condições climáticas: temperatura entre 13 a 15°C e umidade relativa de 56 a 58% (frio) e temperatura de 32 a 40°C e umidade relativa de 50 a 70% (calor). Verificaram que a elevação da temperatura teve reflexos na



frequência respiratória e temperatura retal (196 x 56 resp./min e 40,1 x 39,2°C, respectivamente).

Srikandakumar, Johnson e Mahgoub (2003) avaliaram frequência respiratória de borregos Merinos e Omami em condições de estresse térmico em Oman. Os ovinos Merinos apresentaram frequência respiratória de 128 movimentos/min e os Omami 65 movimentos/min. Esta diferença de resposta fisiológica se deve ao grau de adaptação dos animais da raça Omami diante de condições adversas de temperatura ambiente. Em ovinos, a temperatura retal começa elevar-se acima do normal quando a temperatura ambiente atingir 32°C e a ofegação com a boca aberta inicia quando a temperatura for de 40°C e a umidade relativa estiver abaixo de 65% (SRIKANDAKUMAR; JOHNSON; MAHGOUB, 2003).

Wojtas et al. (2013) estudaram, na Polônia, ovinos Polish Merino com idade de 12 meses e peso médio de 45 kg mantidos em três estágios de 14 dias cada: 1º de termoneutralidade; 2º com temperaturas de 30,6 e 28,6°C e umidade relativa de 50,5 e 47,8% durante o dia e a noite, respectivamente; 3º com idêntica temperatura e umidade relativa ao 2º período, porém com velocidade do vento maior, ou seja 3,12 m/s. A frequência cardíaca (FC–bat./min) ( $P < 0,05$ ) e respiratória (FR–mov./min), temperatura retal (TR-°C) e nível de cortisol (ng/dL), foram, respectivamente, de: 90,23; 56,21; 39,36 e 5,88 x 107,79; 96,43; 39,36 e 7,97 x 80,8; 57,6; 38,97 e 4,48 para os animais no estágio I, II e III. Alhidary et al. (2013) ao trabalharem com borregas Merino com peso médio de 30,4 kg expostas a altas temperaturas ambientais verificaram resultados semelhantes aos observados por Wojtas et al. (2013) quanto as variáveis fisiológicas. Estes resultados se associaram a menores consumos diários de matéria seca (-22%) e maior consumo de água passando de 1,3 para 4,4 (L/d) para as borregas mantidas em condições de alta temperatura.

A temperatura superficial do animal pode ser usada para estimar o nível de desconforto térmico dos mesmos. Muitas formas de avaliação são usadas, entre elas a termografia de infravermelho. Esta técnica tem sido usada com sucesso por vários pesquisadores na investigação de estresse térmico em animais, além de apresentar grande vantagem de ser uma técnica não invasiva (DALTRO, 2014; ROBERTO; SOUZA, 2014). Martins (2011) ao trabalhar com ovinos concluiu ser possível correlacionar o conforto térmico dos animais com a temperatura do olho, tendo esta correlação de 0,71 com o ITU (Índice de Temperatura e Umidade), apresentando este melhor resposta comparada aos demais índices avaliados.

Para os animais homeotérmicos manterem a temperatura corporal relativamente constante, necessitam, através de variações fisiológicas, comportamentais e metabólicas, produzir ou perder calor para o meio (BRIDI, 2010a). Estes mecanismos podem ser divididos em duas categorias: Os não-evaporativos ou sensíveis e os evaporativos ou latentes (ECKERT, 2000). Os meios não-evaporativos incluem a condução, convecção e radiação como formas de trocas de calor, requerendo para sua eficiência um diferencial de temperatura entre o animal e o meio ambiente (SCHMIDT, 2005). Nos mecanismos evaporativos ou latentes a perda de calor se dá por evaporação da água via respiração ou sudação (BAÊTA; SOUZA, 2012). A perda de calor por essa via segundo Starling et al. (2002) é o mecanismo mais eficaz por não depender do diferencial de temperatura entre o organismo e a atmosfera. A umidade atmosférica tem grande importância neste mecanismo de termorregulação. A ofegação tem duas desvantagens claras quando o tema é termorregulação, uma é que o aumento da ventilação facilmente causa uma perda excessiva de dióxido de carbono dos pulmões, o que pode resultar em alcalose severa; a outra é que o aumento da ventilação requer trabalho muscular, o que por sua vez, aumenta a produção de calor, adicionando-se, pois, a carga de calor do corpo que precisa ser eliminado (SCHMITDH, 2005). Por outro lado, a ofegação é considerada por Schmitdh (2005) e Robertshaw (2006) como o mecanismo mais eficiente na perda de calor corporal por promover seu próprio fluxo de ar para as superfícies úmidas facilitando a evaporação.

A perda de calor latente através das glândulas sudoríparas constitui-se também em um ótimo mecanismo de adaptação dos ovinos, não tão bom em animais lanados, pois de certa forma pode comprometer a eficiência do mecanismo de sudação por dificultar a evaporação da umidade cutânea (MARAI et al., 2007).

As altas temperaturas do ambiente, associadas à falta de adaptação dos animais levam a perdas catastróficas em sistemas de produção intensiva (NIENABER; HAHN, 2004). Assim, o conhecimento das variáveis climáticas, suas interações 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).

### 2.5.2 Comportamento do animal diante do estresse

Juntamente com as respostas fisiológicas, o comportamento que o animal apresenta pode ser considerado um ótimo indicador do grau de conforto térmico em que o mesmo se encontra (BROOM; MOLENTO, 2004). Modificações no comportamento são os primeiros sinais visíveis desencadeados por alterações hormonais em decorrência do estresse calórico (SILVA et al., 2016). Nessas condições de desconforto é comum os animais manifestarem comportamentos anômalos, os quais se afastam do comportamento natural.

Mudanças no comportamento são considerações importantes quando da avaliação dos efeitos da carga térmica. As mudanças comportamentais são primeiramente uma tentativa para manter aceitáveis os níveis de desconforto (GAUGHAN et al., 2002). Os animais respondem às condições ambientais desfavoráveis de diversas maneiras, destacando-se o movimento ou orientação. Assim, têm possibilidade de alterar seu microambiente ou seu microclima, buscando encontrar conforto (BAÊTA; SOUZA, 2012).

O comportamento ingestivo dos animais expresso pelas atividades de alimentação, ruminação, ócio e ingestão de água, e também pela posição corporal (em pé ou deitado) durante o dia sofre interferência das condições climáticas (HAFEZ, 1973; NIENABER; HAHN, 2004). Como já referido, em condições de severo estresse térmico, com intuito de reduzir a produção de calor corporal, naturalmente os animais reduzem a ingestão de alimento, seu metabolismo e em consequência a produção de calor (MARAI et al., 2007). Portanto, a redução na ingestão de alimento motivada pelo efeito do clima traz consequências diretas no tempo de alimentação, ruminação e ócio (INDU et al., 2015). Outros fatores alheios à questão de estresse também podem afetar o comportamento ingestivo. O tipo de alimento que o animal consome é um fator importante, provocando mudanças nas atividades de alimentação, ruminação e ócio (CARVALHO et al., 2014).

O teor de fibra em detergente neutro e o tamanho da partícula do alimento oferecido também têm grande influência. Estas variáveis de comportamento, aliadas, a outros fatores, fornecem subsídios necessários para avaliação nutricional do alimento fornecido (CARVALHO et al., 2014). Desta forma, possibilita ajustar o manejo alimentar dos animais e assim, melhorar o desempenho produtivo (CARDOSO et al., 2006; GUEDES et al., 2015). Entretanto, é necessário aprender mais a respeito de

comportamento animal para a partir daí definir técnicas de criação e manejo que atendam os interesses do homem sem prejudicar o bem-estar dos animais (COSTA, 2000). O estudo do comportamento animal (Etologia) pode propiciar uma nova perspectiva para o modelo convencional de produção animal, trazendo luz a situações até agora não consideradas ou pouco compreendidas (COSTA, 2002).

## **2.6 Índices do ambiente térmico**

A determinação do impacto do ambiente climático nas respostas dos animais de criação normalmente é feita através da combinação das diferentes variáveis climáticas em um índice, que expressa o conforto térmico do animal (BARBOSA; SILVA, 1995; MARAI et al., 2007; HAHN et al., 2009). Ao longo da história, grande número de diferentes índices do ambiente térmico foram criados, outros ainda poderão ser desenvolvidos ou os que aí estão poderão ser aprimorados como de fato tem acontecido (HAHN et al., 2009).

Os diversos índices que tentam representar a influência do ambiente térmico nas respostas dos animais têm sofrido restrições de alguns pesquisadores por não representarem adequadamente o ambiente térmico de muitos animais de criação e destes em situações distintas. Hahn et al. (2009) lembra que esses índices são modelos matemáticos, que nunca representam verdadeiramente a complexidade das interações físicas e biológicas. Os índices devem ser vistos sim como base para o manejo ambiental na criação de animais por representar a influência do ambiente térmico nas respostas dos mesmos.

Entre os diversos índices o THI ou ITU (Índice de Temperatura e Umidade) criado por Thom (1959) é considerado como índice padrão, conhecido e aceito por considerar a temperatura e a umidade do ar. Estas sabidamente são as duas variáveis do clima que mais afetam os animais no seu conforto térmico. Atribui-se restrições ao ITU por não considerar os efeitos da velocidade do vento e da radiação solar (HAHN et al., 2009). Em animais que não suam, como é o caso das aves e suínos, o ITU é de uso restrito. No entanto, para bovinos em geral, as informações disponibilizadas pelo ITU aos criadores têm sido de grande utilidade para o desenvolvimento da tomada de decisões racionais no processo de criação, e nisto reside o sucesso do ITU (HAHN et al., 2009).

Outros índices, como o BGHI ou ITGU (Índice de Temperatura e Umidade do Globo Negro), proposto por Buffington et al. (1981), considera a temperatura de bulbo seco e a temperatura do globo negro na equação, sendo indicado para gado leiteiro. O ITU, com inclusão da velocidade do vento e da radiação solar na equação, foi proposto por Davis e Mader (2002). Gaughan et al. (2008) criaram o HLI (Índice de Carga Térmica), especialmente para bovinos em confinamento. Barbosa e Silva (1995) desenvolveram para ovinos o ICT (Índice de Conforto Térmico). Este índice envolve as variáveis: temperatura do ar, pressão parcial de vapor, temperatura de globo negro e velocidade do vento.

O ITU desenvolvido por Thom, inicialmente teve aplicação em humanos. Como outros índices criados, também sofreu alterações para atender diferentes espécies, como é o caso do ITU próprio para a espécie ovina proposto por Marai et al. (2007), com a seguinte equação:

$$\text{ITU} = T_b - (0,31 - 0,0031 * \text{UR}) - (T_b - 14,4), \text{ onde:}$$

$T_b \rightarrow$  é a temperatura de bulbo seco; e

$\text{UR} \rightarrow$  é a umidade relativa em porcentagem (decimal).

Os autores ranquearam os possíveis valores do ITU proposto em quatro grupos:  $\text{ITU} < 22,2$ ,  $\text{ITU} \geq 22,2$  e  $< 23,3$ ,  $\text{ITU} \geq 23,3$  e  $< 25,6$  e  $\text{ITU} \geq 25,6$ , correspondendo a ausência de estresse térmico, moderado estresse térmico, severo e extremamente severo estresse térmico, respectivamente.

Papanastasiou, Bartzanas e Kittas (2015) na Grécia, durante os anos de 2007 a 2012, avaliaram as condições de estresse térmico ao qual os ovinos eram expostos no verão, assim classificando-os de acordo com as condições meteorológicas prevalentes. O potencial de estresse térmico das ovelhas foi avaliado pelo ITU proposto por Marai et al. (2007) com bons resultados. A avaliação mostrou que o valor horário máximo diário excedeu ao limiar de estresse térmico em 82% dos dias, com ITU maior que 25,6, considerado estresse extremamente severo.

O número de horas do dia com ITU abaixo do limiar é considerado o número de horas que o animal tem para se recuperar do período exposto ao calor excessivo, e assim voltar à temperatura normal (GAUGHAN et al., 2002). Além do número de horas para a recuperação do calor do dia, a temperatura noturna é muito importante para determinar o número de horas necessárias de recuperação. Neste sentido Igono, Bjotvet e Sanford-Crane (1992) trabalhando com gado leiteiro, constataram que temperatura abaixo de 21°C por 3 a 6h permite a recuperação do animal do estresse

calórico sofrido no dia e assim reduzindo o efeito do estresse calórico na produção de leite.

## 2.7 Desempenho produtivo

A meta na produção econômica de animais de corte é a capacidade de transformar o maior volume possível de nutrientes consumidos em músculo. O consumo de alimentos e o ganho de peso são diretamente relacionados à eficiência alimentar dos animais.

A capacidade de consumo dos animais produtores de carne, varia com o peso vivo e com a taxa de ganho de peso, determinada pela genética, nutrição, sanidade, instalações e pelo clima (CABRAL et al., 2008a). O consumo de alimentos pelos animais ruminantes, segundo os mesmos autores, é controlado por mecanismos físicos, fisiológicos ou psicogênicos. Quando os animais são mantidos a base de dietas com elevado teor de concentrado, como é o caso do confinamento, é possível que o principal mecanismo envolvido na regulação do consumo seja o fisiológico, assim as necessidades em nutrientes (energia) dos animais regulam o consumo.

Quando os mecanismos fisiológicos do animal falham por excesso de carga térmica, a temperatura retal aumenta e o animal sofre as consequências do estresse. O estresse térmico evoca uma série de mudanças drásticas nas funções biológicas dos animais, as quais incluem diminuição do consumo, na utilização, distúrbios no metabolismo da água, proteínas, energia, balanço de minerais, reações enzimáticas, secreção hormonal e metabólitos sanguíneos (RODRIGUES; ZANGERONIMO; FIALHO, 2010). Este conjunto de efeitos negativos sobre as funções biológicas resulta em prejuízos da produção, sanidade e características reprodutivas (MARAI et al., 2007; KUMAR; AJEET; MEENA, 2011). A diminuição no consumo de alimentos ocorre nos animais como forma de reduzir a carga térmica (NIENABER; HAHN, 2004). Marai et al. (2007) enfatizam que esses efeitos deletérios podem ser agravados quando a alimentação inclui alta porcentagem de forragem. Assim, em condições de forte estresse térmico a alimentação de ovelhas pode ser realizada com baixo teor de forragem durante o período mais fresco do dia.

A concentração de fibra na dieta de ovinos tem relação direta com o consumo de matéria seca quando os animais se encontram em estresse térmico. Bhattacharya e Hussan (1974) ao trabalharem com borregos da raça Awasi em câmaras

climatizadas na temperatura de 32°C, verificaram que o consumo de matéria seca diminuiu 14% quando os ovinos receberam dieta com 25% de forragem (feno de cevada) e em 50% quando a porcentagem de forragem na dieta foi de 75%. Igualmente observaram que quando houve aumento do percentual de forragem na ração diminuiu ( $P < 0,05$ ) a digestibilidade da proteína bruta e extrato etéreo, mas não mostrou efeito na digestibilidade da matéria seca e fibra bruta. Altas temperaturas são determinantes de diminuições no consumo de matéria seca (BERNABUCCI et al., 2009; INDU et al., 2015) e conseqüentemente diminuição do ganho de peso (DIXON; THOMAS; HOLMES, 1999).

Dixon, Thomas e Holmes (1999) observaram aumento significativo ( $P < 0,05$ ) na digestibilidade da matéria seca consumida pelos cordeiros mantidos no calor, resultado da menor velocidade de passagem da ingesta pelo trato gastrointestinal, causado pelo menor consumo de alimento (CHURCH, 1974). No entanto, esta constatação na literatura é contraditória. É reconhecido que o estresse calórico afeta negativamente a funcionalidade do rumem, seja por alteração do pH, pelo equilíbrio ácido-base, pela alteração da flora ruminal, pela menor motilidade, menor produção de saliva (KADZERE et al., 2002), e pela diluição do conteúdo ruminal devido a maior ingestão de água (BERNABUCCI et al., 1999).

A redução no consumo de matéria seca especialmente de fibra do volumoso em condições ambientais termicamente desfavoráveis, é uma tentativa do animal de adequar fisiologicamente o balanço entre produção e perda de calor. Com a redução no consumo de matéria seca diminui a taxa metabólica e conseqüente a produção de calor (MENDES et al., 2014). A ingestão de matéria seca nem sempre pode declinar, especialmente quando as temperaturas noturnas são baixas, permitindo a recuperação da temperatura do dia, ou se a exposição às condições de calor for de curta duração (GAUGHAN et al., 2002).

As alterações nos consumos de matéria seca são afetadas também pela densidade energética da dieta, condições do animal, exposição prévia as condições de calor e dias de alimentação (GAUGHAN et al., 2002). As respostas animais, em geral, variam de acordo com o tempo de mudança térmica: quando a mesma for de curto período, os animais apresentam mudanças comportamentais, fisiológicas e imunológicas (NIENABER; HAHN, 2007). Quando estas mudanças ocorrerem por período prolongados, causam resposta na performance, isto é, no consumo e na

perda de calor com reflexos no crescimento, reprodução e eficiência (BERNABUCCI et al., 2009).

O conhecimento científico que hoje se dispõe sobre nutrição animal, em especial de animais ruminantes é de que quando o animal se encontra em condições de estresse calórico seu metabolismo é alterado (MARAI et al., 2007) precisando então de ajustes nutricionais. Dixon, Thomas e Holmes, (1999) mostram haver evidências que as interações entre dieta e estresse térmico podem alterar as necessidades de energia metabolizável e de aminoácidos absorvidos, mudando os requerimentos de energia e proteína em ambientes tropicais. Além do manejo nutricional, possíveis modificações do meio ambiente de criação, e de adoção de animais com maior grau de adaptação são práticas possíveis para mitigar custos na produção (BEEDE; COLLIER, 1986; SILVA; SOUZA; SILVA, 2015).

A simples seleção de animais para elevada capacidade produtiva também é prática questionável. Os custos desses ganhos precisam ser considerados, ou seja, deve-se avaliar o quanto o animal produz em função do seu consumo (ROCHA, 2016). A identificação e seleção de animais que usam o alimento mais eficientemente, sem comprometer a produção e as características de qualidade da carne, são importantes considerando o impacto econômico e ambiental da alimentação nos sistemas de produção (FIDELIS et al., 2017). Para tanto, diversos índices desenvolvidos para avaliar a eficiência biológica devem embasar a seleção, como: conversão e eficiência alimentar, consumo alimentar residual, relação de Kleiber e ainda pelo índice nutricional multivariado biológico. O consumo alimentar residual tem sido ferramenta muito usada em melhoramento animal (GOMES, 2015), sendo aceito como uma medida de eficiência alimentar que independe da taxa de crescimento e do tamanho corporal adulto do animal (SAINZ; OBTJEN, 2015). Fazendo isso, evitam-se comparações errôneas entre animais de portes diferentes e o favorecimento de animais de maior tamanho corporal. Animais de baixo consumo alimentar residual são mais eficientes pelo seu maior aproveitamento dos nutrientes da dieta (MAGNANI et al., 2013).

O desempenho animal é afetado pela genética, pelo meio ambiente e pela interação entre esses fatores, a nutrição é o fator do meio mais importante e determinante no desempenho dos animais e pela sua importância nos custos de produção. Desta forma, a avaliação da eficiência alimentar é importante em sistemas de produção animal, pois não basta apenas a seleção de animais com elevada



capacidade de ganho de peso, é preciso que esses sejam eficientes, no sentido de apresentarem, em comparação aos seus pares, adequado consumo e desempenho compatível (CABRAL et al., 2008b). Ao avaliarem cordeiros mestiços Santa Inês, Cabral et al. (2008b) verificaram melhor conversão alimentar (4,75) até o peso vivo entre 30 e 35 kg e conversão alimentar de 6,7 quando o peso corporal aumentou para 40 a 45 kg. Assim, o abate de cordeiros com pesos mais elevados pode tornar a atividade pouco lucrativa ou inviável.

À medida que o animal se aproxima da maturidade mais gordura corporal é depositada. Com isso, ocorre a diminuição na eficiência alimentar pelo fato da deposição de gordura demandar mais energia que a deposição de proteína. A piora na eficiência alimentar que se verifica em animais de maior peso, também é o resultado dos maiores requisitos de manutenção desses animais (CABRAL et al., 2008b).

A seleção de animais eficientes pelo consumo alimentar residual teria implicações positivas ou negativas na carcaça e na carne produzida? Neste sentido Fidelis et al. (2017) avaliaram e quantificaram a associação entre características da carcaça e qualidade da carne de 127 touros Nelore classificados em alto e baixo consumo alimentar residual e terminados em confinamento. Os autores não observaram associação entre as referidas variáveis, e afirmam que animais Nelore de baixo consumo alimentar residual usam os alimentos de forma eficiente e produzem carcaças e carne de boa qualidade. Paula et al. (2012) trabalhando com cordeiros Ile de France e Rocha (2016) trabalhando com cordeiros mestiços Texel, igualmente não observaram menor qualidade de carne e carcaça em cordeiros de baixo consumo alimentar residual, apesar de haver na literatura trabalhos mostrando efeito negativo, pelo fato de animais mais eficientes no uso de alimentos produzirem carcaças com menor teor de gordura.

Para Sen, Kuran e Ensoy (2013), a estação de parição e/ou criação tem efeito importante na performance e crescimento de ovinos. Os autores observaram que borregas nascidas no inverno tiveram diferentes padrões de crescimento das nascidas no outono, com menor ganho de peso do nascimento ao desmame e maior ganho de peso do desmame ao abate ( $P < 0,05$ ) do que as nascidas no outono. A média de consumo de alimentos foi 12% maior para as borregas nascidas no outono. Assim, partições no outono podem ser consideradas uma alternativa no sistema de partições

para produtores de ovinos, com os ovinos apresentando satisfatórias taxas de crescimento (SEN; KURAN; ENSOY, 2013).

A água, além de ser um importante nutriente na fisiologia do organismo e fazer parte de mais de 70% da composição do músculo, tem igualmente papel de destaque na termorregulação. A água é um dos muitos nutrientes importantes necessários para a manutenção da saúde e é envolvida em muitas funções fisiológicas essenciais para a máxima performance dos animais de criação (MARAI et al., 2007). Esta água necessária para o organismo é obtida a partir de três fontes: da água de beber, da água contida nos alimentos e da água metabólica derivada do catabolismo dos nutrientes (BEEDE; COLLIER, 1986; ANDRIGUETTO et al., 2006).

Os requerimentos de água variam e são regulados por muitos fatores tais como pelo consumo de matéria seca, temperatura ambiente, perda de água dos tecidos do corpo (MARAI et al., 2007). Ainda como fatores de variação no consumo de água pode-se verificar a espécie animal, a idade, o estado fisiológico e a alimentação (ARAUJO et al., 2011).

O consumo médio de água de um ovino varia então de 3 a 4 litros de água por animal por dia, podendo chegar até 10L (HAFEZ, 1973). Dixon, Thomas e Holmes (1999) verificaram consumo de  $5,62 \times 2,46L/d$ , respectivamente para borregos mantidos em temperatura de 32 a 40°C e os mantidos em temperatura de 13 a 15°C ( $P < 0,01$ ).

## **2.8 Qualidade de carne**

A legislação brasileira (RIISPOA - art. 276) define carne como sendo massas musculares e demais tecidos que as acompanham, incluída ou não a base óssea correspondente, procedentes das diferentes espécies de animais, julgadas aptas para o consumo pela inspeção veterinária (BRASIL, 2017d). A carne é o resultado de inúmeras transformações bioquímicas que ocorrem no músculo após a morte do animal. Tem grande importância na nutrição humana pela elevada qualidade de sua composição nutricional, em função disto teve importante papel na evolução do homem, inclusive sendo fundamental pelo crescimento do nosso Sistema Nervoso Central (MEDEIROS, 2008).

A qualidade da carne ovina pode ser definida pelo aspecto sanitário, cor da carne e da gordura, quantidade de gordura intramuscular, e de cobertura do músculo, associada aos atributos sensoriais, aroma, maciez e sabor (ALVES et al., 2014). Além desses, outros atributos como a composição química são determinantes de qualidade. Neste aspecto a carne de cordeiros mostra ser uma excelente fonte de proteínas de alto valor biológico (REIS et al., 2001), de baixa concentração de lipídios e de gordura saturada (ALVES et al., 2014).

Em linhas gerais a qualidade de um produto é definida por Prändl e Fischer (1994) como sendo a soma de suas características, biológicas, organolépticas, de consumo e social. Nas características organolépticas estão envolvidas as características comumente avaliadas na carne, seja por instrumentação ou sensorialmente por painéis de avaliadores. Em última instância a qualidade da carne está intimamente ligada ao consumidor. O grau de satisfação depende de respostas psicológicas e sensoriais inerentes a cada indivíduo (TONETTO et al., 2004).

A qualidade da carne é um fator economicamente importante também para a indústria e é considerado um item decisivo no momento da escolha e da satisfação do consumidor. Esta qualidade da carne é determinada por inúmeros fatores *ante* e *post mortem*. No *post mortem*, é altamente dependente do manejo dispensado à carcaça e a carne. A etapa *ante mortem* constitui-se de uma ampla gama de fatores ou variáveis de ordem genética e fisiológica, igualmente importantes na qualidade final do produto. Para Belew et al. (2003) há múltiplos fatores influenciando a maciez da carne, e cada qual é apoiado por teorias que tentam explicar como se dá esta influência na maciez sendo eles proteólise *post mortem*, a gordura intramuscular ou marmoreio, tecido conectivo e estado de contração muscular.

Durante o período de pré-abate Terlow et al. (2008) classificam os fatores de estresse em três classes: psicológicos (mudanças do meio ambiente); sociais (perturbações no manejo) e físicos (privação de alimento, condições climáticas, fadiga, dor). Contudo as causas exatas do estresse dependem da espécie e dos sistemas de criação.

As diferentes etapas que configuram o chamado período pré-abate são assim resumidas por Dalla Costa et al. (2009): etapa primeira de formação do lote realizada na propriedade; etapa de carregamento, transporte e descarregamento dos animais; etapa de descanso e dieta hídrica no matadouro-frigorífico; e como última etapa atordoamento e sangria. Em todas as etapas, o estresse físico e emocional dos

animais é inevitável. O clima tem atuação significativa em todos os momentos no pré-abate (GRANDIN, 1996; FAUCITANO, 2000; FERGUSON; WARNER, 2008). No entanto, é no período de descanso que os fatores do clima, especialmente altas temperaturas e umidade do ar têm efeito marcante na qualidade da carne (PETRACCI et al., 2001). Pois o desequilíbrio fisiológico causado por estas condições de clima tem efeito direto sobre as reservas de glicogênio muscular, responsável pelas reações bioquímicas no *post mortem* (ARALDI et al., 2011), que vão dar a carne as importantes características físicas, químicas e sensoriais que o consumidor procura. O bem-estar animal no pré-abate é condição importante para a qualidade da carne e dos resultados econômicos por atender os princípios éticos na produção animal (GALLO; HUERTAS, 2015).

Os benefícios de dar aos animais um tempo de descanso entre o transporte e abate (Norma legal), podem ser perdidos se os animais forem submetidos a um mau manejo por parte dos colaboradores e quando as instalações não atenderem aos requisitos de propiciar um manejo facilitado aos animais (GRANDIN, 1996; FAUCITANO, 2000). A falta de controle ambiental igualmente pode resultar em estresse adicional levando a perdas econômicas devido a mortalidade, danos na carcaça e pela perda de qualidade da carne (FAUCITANO, 2000; SARABIA; LINARES; RINCÓN, 2013).

A qualidade da carne também é afetada pelo sistema de produção animal adotado, como pela alteração da época ou estação climática de nascimento, crescimento, terminação e abate de ovinos, conforme constatação feita por Sen, Kuran e Ensoy (2013) na Turquia. Ao avaliarem a carcaça e carne de borregas Karayaka nascidas no outono e inverno não foram verificadas diferenças no pH e da queda deste no *post mortem*. No entanto, as borregas nascidas no inverno tiveram perda mais alta no gotejamento e na cozimento e também mais alta força de cisalhamento ( $P < 0,05$ ).

Sen, Kuran e Ensoy (2013) observaram que a cor da carne diferiu entre as épocas de nascimento, onde borregas nascidas no inverno tiveram maiores valores de  $L^*$  mais alto, e  $a^*$  mais baixo. Isso se deve em parte, pelo teor de gordura intramuscular desses músculos. A cor também é fator determinante de qualidade no momento da compra da carne pelos consumidores.

Como visto, muitos fatores têm potencial para afetar a qualidade da carne produzida, sendo a falta de avaliação sistemática das carcaças e da carne produzida os verdadeiros motivos pelos quais os custos econômicos dos defeitos da carne originados durante o período *ante mortem* não serem ainda totalmente conhecidos e quantificados (SCHAEFER et al., 2001).

### **2.8.1 Variáveis relativas à qualidade de carne**

A qualidade da carne é a soma de suas características físicas, químicas e sensoriais. A determinação ou avaliação destas características é comumente feita mediante avaliação instrumental ou através de painéis de avaliadores, com correlação entre ambas. Entre as variáveis relativas à qualidade da carne e que são avaliadas instrumentalmente temos: a cor, a textura (maciez), força de cisalhamento, capacidade de retenção de água, pH, comprimento de sarcômero, marmoreio e perda de peso na cocção. Estes são atributos físicos determinantes na caracterização da qualidade e aceitação da carne pelo consumidor (SILVA et al., 2008).

#### **2.8.1.1 Potencial de Hidrogênio - pH**

O pH constitui um dos fatores mais importantes na transformação do músculo em carne. Assim, quando o declínio normal do pH é alterado, a qualidade da carne é prejudicada, resultando em possíveis anomalias do tipo PSE (Pale, Soft and Exsudative) e DFD (Dark, Firm and Dry) (SILVA et al., 2008). O pH é a chave para acompanhar a glicólise muscular *post mortem*, estando correlacionada com qualidades importantes da carne, como a capacidade de retenção de água, cor, textura, rendimento, vida útil e valor nutricional (RAMOS; GOMIDE, 2017), sendo dependente do gasto de energia no pré-abate (SARABIA; LINARES; RINCÓN, 2013). Os fatores causadores de estresse no pré-abate, incluindo o efeito do clima afetam diretamente as reservas de glicogênio do animal no momento do abate o que leva o músculo no *post mortem* ter pH elevado com consequências negativas nos principais parâmetros físicos relacionados a qualidade da carne (KADIM et al., 2004; FERGUSON; WARNER, 2008).

O histórico do potencial de hidrogênio (pH) compreende avaliações do pH na carcaça do animal do abate até 24 e/ou até 48 horas após a morte. O pH do músculo medido 24 horas *post mortem*, também chamado de pH final é o que tem maior associação com vários parâmetros de qualidade da carne, anteriormente citados (BRESSAN et al., 2001). Segundo Jeleníková, Pipek e Staruch (2008), o referido pH mostra uma relação direta com o estresse. O estresse *ante mortem* acarreta importantes modificações na bioquímica do músculo no *post mortem* e na qualidade da carne. Kadim et al. (2008) ao avaliarem características da carne de três raças ovinas e duas de cabras quando abatidas em estação climáticas quente (temperatura média de 35°C) ou fria (21°C) verificaram maior pH final, menor cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), maior capacidade de retenção de água dos animais abatidos na estação quente quando comparado aos abatidos em temperatura média de 21°C. Isso comprova que temperaturas maiores que 35°C podem afetar o nível de glicogênio muscular e subsequentemente o pH final, podendo levar a uma rápida deterioração das características da carne. Kadim et al. (2004) trabalhando com bovinos nas mesmas condições do trabalho acima, encontraram 59% das carcaças abatidas no verão classificadas como DFD (pH maior que 6,0), contra zero da estação fria. A possível razão pode ser explicada pelo fato de que animais abatidos durante a estação fria são menos afetados pelo estresse fisiológico, tendo assim mais glicogênio do que os abatidos na estação quente salientam os autores.

O estado físico da carne está intimamente ligado ao pH, como já foi visto. Carnes com pH alto apresentam colorações mais escuras devido a maior absorção da luz. Por outro lado, as com pH mais baixo possuem coloração mais clara pela menor absorção de luz. Carnes com pH alto apresentam aumento da atividade da citocromo oxidase, que reduz as possibilidades de captação de oxigênio e, portanto, há predomínio da metamioglobina de cor vermelho púrpura. Os pHs baixos também favorecem a auto oxidação do pigmento, produzindo uma marcante desnaturação proteica (mioglobina) e, por tudo isso, também carnes mais claras (OSÓRIO; OSÓRIO; SAÑUDO, 2009).

A relação entre  $pH_{24}$  ou pH final e maciez mostra ser controversa. Jeleníková, Pipek e Staruch (2008) indicam uma linear dependência desse parâmetro. No entanto, pode ocorrer uma dependência curvelinear, com máxima dureza para carne com pH entre 5,8 e 6,3. Segundo Jeleníková, Pipek e Staruch (2008) a explicação pode estar baseada na atividade enzimática. A maior maciez em pH entre 6,0 e 7,0 é atribuída a

maior atividade da calpaína, a qual é máxima em pH neutro. Para Ramos e Gomide (2017) além do pH alto, a atividade da calpaína é também dependente da temperatura entre 10 a 25°C. Em contraste, o aumento de maciez em pH abaixo de seis tem sido atribuído a melhora na atividade das proteases ácidas. Os resultados obtidos por Jeleníková, Pipek e Staruch (2008) ao avaliarem o efeito do tratamento *ante mortem* com touros e vacas no pH24 e maciez da carne confirmam a relação curvelinear entre pH e maciez. Esses autores verificaram que a maior força de cisalhamento foi encontrada em carne com pH entre 6,2 e 6,4. Yu e Lee (1986) reconhecem que valores intermediários de pH não são ótimos para a atuação das calpaínas e catepsinas na transformação do músculo em carne, assim, resultando em mais baixo grau de amaciamento da carne durante a maturação.

### **2.8.1.2 Capacidade de Retenção de Água - CRA**

A capacidade de retenção de água é a característica da carne em reter água durante a aplicação de forças externas, tais como: corte, aquecimento, moagem ou pressão (SILVA SOBRINHO et al., 2005; SILVA et al., 2008). A menor CRA implica em perdas de exsudato liberado, resultando, após o cozimento em carnes mais secas e com menor maciez (ZEOLA et al., 2007).

A CRA é um parâmetro bio-físico-químico que se poderia definir como o maior ou menor nível de fixação de água de composição do músculo nas cadeias de actina-miosina. Durante a mastigação isso se traduz em sensação de maior ou menor suculência (OSÓRIO; OSÓRIO; SAÑUDO, 2009). Portanto, há tendência de que carnes com pH muito baixo perdem mais água e serão mais secas e, as com pH mais elevado terão boa retenção de água e serão mais suculentas. A carne com menor CRA terá maiores perdas durante a obtenção de cortes e cocção, havendo uma rápida saída de suco e perdas de valor nutritivo, pois com a exsudação são perdidas substâncias hidrossolúveis, como vitaminas e proteínas (ROTA et al., 2004).

A capacidade de retenção de água tem importância econômica e sensorial, já que a carne com menor CRA tem maiores perdas no resfriamento, no cozimento e no porcionamento (ROTA et al., 2004), dificultando a comercialização da carne pré-embalada. Estas perdas levariam a diminuição da qualidade no que se refere à suculência (OSÓRIO; OSÓRIO; SAÑUDO, 2009).

A excessiva capacidade de retenção de água da carne é verificada em carnes DFD. Esta carne apresenta problemas tecnológicos e sensoriais que a deprecia. Conforme Sañudo e Osório (2004) tanto a carne PSE como a DFD não apresentam incidência significativa em ovinos por serem animais pouco estressáveis.

A perda de água por cozimento é uma variável importante por influenciar as características de qualidade, como cor, força de cisalhamento e suculência da carne (BONAGÚRIO, 2001). Perdas na CRA tornam a carne menos macia, devido à redução da água intracelular, com conseqüente aumento da resistência das fibras (RAMOS; GOMIDE, 2017).

O CRA mostra ter variação importante quando avaliado entre diferentes músculos da carcaça. Assim, Zeola et al. (2007) ao avaliarem a capacidade de retenção de água de diferentes músculos de cordeiros da raça Morada Nova, abatidos com cinco meses de idade e peso de 25 kg, verificaram que o músculo *Biceps femoris* apresentou uma CRA de 60,05%; para o *Triceps brachii* foi de 66,19% e 59,06% para o *Longissimus dorsi*.

### 2.8.1.3 Cor da Carne

A cor da carne é normalmente determinada instrumentalmente por equipamento chamado de Colorímetro. É expressa na Escala de Hunter Lab pelas coordenadas L, a, b ou na Escala CIE com as coordenadas L\*, a\*, b\*. O L\* representa a Luminosidade, o a\* a intensidade da cor vermelha, e b\* a intensidade de cor amarela (RAMOS; GOMIDE, 2017). A escala CIELAB é a mais usada e recomendada internacionalmente.

A cor da carne é determinada por três fatores principais: a sua estrutura física, a concentração de pigmentos (mioglobina e hemoglobina) variável com o tipo de músculo e espécie animal, e pelo estado químico desses pigmentos (RAMOS; GOMIDE, 2017).

O aspecto da carne fresca determina sua atração para o consumidor, sua utilização para o comércio e processamento. As mudanças mais perceptíveis para o consumidor são as que podem alterar as propriedades físicas da carne, relacionadas ao frescor, influenciando diretamente sua aquisição. A cor é a primeira característica a ser observada pelo consumidor no momento da compra (OSÓRIO; OSÓRIO; SAÑUDO, 2009). A grande importância econômica que hoje se dá a cor da carne tem



como marco a opção feita pela indústria e varejo nos últimos anos, com a venda de carnes pré-embaladas em bandejas colocadas em expositores, seja com película permeável ao oxigênio ou em atmosfera modificada (OSÓRIO; OSÓRIO; SAÑUDO, 2009). A carne precisa estar nessas condições com cor atrativa para o consumidor.

A cor da carne é dada quase que 100% pela mioglobina e a hemoglobina (OSÓRIO; OSÓRIO; SAÑUDO, 2009), além do estado químico do seu principal componente a mioglobina e com alguma extensão, da hemoglobina que permanece no tecido como sangue residual (RAMOS; GOMIDE, 2017). Na carne fresca a mioglobina pode se apresentar em três formas básicas, assim a cor variará segundo a porção relativa e distribuição destes pigmentos: mioglobina reduzida ou desoximioglobina ( $Fe^{++}$ ), Oximioglobina ou mioglobina oxigenada ( $Fe^{++}$ ), e metamioglobina ou mioglobina oxidada ( $Fe^{+++}$ ) (OSÓRIO; OSÓRIO; SAÑUDO, 2009).

O exercício físico segundo Osório; Osório e Sañudo (2009) também afeta a cor da carne. Assim animais em pastejo a campo, exigem do organismo maior oxigenação e terá maior quantidade de pigmentos, conseqüentemente, carnes mais escuras, em relação aos animais alimentados em confinamento (OSÓRIO; OSÓRIO; SAÑUDO, 2009). O sexo e o nível nutricional também mostram ter efeito na cor da carne. Fêmeas têm carne mais escura que machos, embora sem diferenças importantes (OSÓRIO; OSÓRIO; SAÑUDO, 2009). Animais submetidos a um nível nutricional mais alto e assim mais alto crescimento, tendem a ter níveis de mioglobina mais baixos (SARABIA; LINARES; RINCÓN, 2013).

Rocha et al. (2010) avaliaram a produção e as características da carne de cordeiros Texel, Suffolk, Ile de France e Santa Inês, não castrados, castrados e submetidos ao criptorquidismo e abatidos aos 118 dias de idade e peso médio de 30,0 kg. Para cor, o músculo avaliado foi o *Triceps branquial*. Os autores não observaram diferença de cor entre os diferentes grupos de animais, ficando em média com  $L^*=45,2$ ;  $a^*=14,6$  e  $b^*=14,9$ . Babiker, Khider e Shade (1990) obtiveram para cordeiros chamados do deserto com peso de 35 kg os seguintes índices de coloração:  $L=36,2\pm 1,2$ ;  $a=11,96\pm 0,36$ ; e  $b=5,7\pm 0,3$  quando o músculo avaliado foi o *Semimembranosus*. Rocha et al. (2010) justificam os valores elevados em função do músculo usado para as análises.

Zeola et al. (2007) avaliaram a carne no aspecto cor de três músculos: *Biceps femoris*, *Triceps brachii* e *Longissimus dorsi* de cordeiros da raça Morada Nova terminados em confinamento (40% de volumoso e 60% de concentrado) e abatidos

com idade média de cinco meses e peso médio de 25 kg. Os autores observaram que não ocorreu diferença de luminosidade ( $L^*$ ). As carnes mais pálidas foram provenientes dos músculos *Biceps femoris* (38,94) e *Triceps brachii* (39,74) ( $P>0,05$ ), e as carnes mais escuras foram oriundas do *Longissimus dorsi* (37,52). O teor de vermelho ( $a^*$ ) para este músculo foi de 16,08 e o teor de amarelo ( $b^*$ ) de 1,77.

#### 2.8.1.4 Força de cisalhamento - WBSF

A força de cisalhamento consiste na força necessária para comprimir e cortar uma porção de carne ao meio, utilizando um aparelho chamado texturômetro, através de uma lâmina Warner-Bratzler, com a qual se obtêm resultados objetivos (BATISTA; ALBUQUERQUE; MENDES, 2013). Desta forma, mede-se comumente a maciez. Esta característica da carne é tida por todos como o fator de qualidade mais importante de satisfação do consumidor (JELENÍKOVA; PIPEK; STARUCH, 2008). Alguns fatores afetam diretamente a maciez da carne, dentre os quais destaca-se a dieta, o genótipo, a idade do animal, o peso de abate, condições de abate (estresse) e armazenamento da carne (SILVA et al., 2008). Para fatores diretamente ligados a carne, Belew et al. (2003) cita quatro características principais: proteólise no *post mortem*, marmoreio, tecido conectivo e estado de contração do músculo. Estes fatores também contribuem para a diferença de maciez entre e dentro do músculo na mesma carcaça.

Além dos fatores de variação citados, o sexo mostra ser uma variável importante na questão maciez, como foi constatado por Bonacina et al. (2011). Machos (2,59 kgf/cm<sup>2</sup>) obtiveram carne com maior força de cisalhamento ( $P<0,05$ ) do que fêmeas (2,33 kgf/cm<sup>2</sup>). Estas igualmente apresentaram também maior teor de gordura intramuscular (4,01% x 2,93%) do que machos ( $P<0,05$ ). Neste caso a gordura atua diluindo o tecido conjuntivo dos elementos da fibra muscular, dando a carne maior maciez (LAWRIE, 2005). Bonagúrio et al. (2003) comentam que além dos machos apresentarem menor quantidade de gordura na carne que fêmeas, eles normalmente apresentam constituição muscular mais densa o que resulta em carne menos macia (STARKEY et al., 2017). Para Osório, Osório e Sañudo (2009) um aumento de energia na ração, aumenta o estado de engorduramento, beneficiando a maciez da carne.

Diferentes músculos da carcaça mostram ter diferentes graus de maciez. Zeola et al. (2007) avaliaram a força de cisalhamento de diferentes músculos de cordeiros da raça ovina Morada Nova, abatidos com cinco meses de idade e peso de 25 kg verificaram valores para o músculo *Biceps femoris* de 2,76 kgf/cm<sup>2</sup>; para o *Triceps brachii* foi de 1,96 kgf/cm<sup>2</sup> e 3,03 kgf/cm<sup>2</sup> para o *Longissimus dorsi*.

#### **2.8.1.5 Textura da Carne – TPA**

A textura da carne pode ser considerada a manifestação de suas propriedades reológicas, ou seja, a manifestação sensorial de sua estrutura e a maneira com que esta reage à força aplicada durante a mastigação e a outras sensações específicas envolvidas no ato de degustação (RAMOS; GOMIDE, 2017).

A textura é medida objetivamente mediante teste de compressão de dois ciclos (1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> medida), assim designados para simular sucessivas mastigações (TRINH; GLASGOW, 2012). O perfil de textura permite avaliar vários parâmetros de textura que se correlacionam com os atributos sensoriais, como: dureza, fraturabilidade, coesividade, adesividade flexibilidade, entre outros (RAMOS; GOMIDE, 2017). O teste TPA (Texture Profile Analysis) é capaz de explicar cerca de 51% da variabilidade da maciez total, enquanto o sistema WBSF (Warner-Bratzler Shear Force) elucida apenas 35%. A textura é um conjunto de sensações distintas, como a dureza-maciez, firmeza, sensações táteis, etc. A dureza-maciez é a característica mais importante (OSÓRIO; OSÓRIO; SAÑUDO, 2009).

A maciez pode ser definida sensorialmente como a facilidade com que a carne é mastigada, podendo ser decomposta em três sensações pelo consumidor: uma inicial, ou facilidade de penetração e corte; outra mais prolongada que seria a resistência que oferece a ruptura ao longo da mastigação; e a final, que daria a sensação de resíduos, mais ou menos importantes (OSÓRIO; OSÓRIO; SAÑUDO, 2009).

A maciez da carne está diretamente relacionada com as estruturas proteicas e os tecidos conjuntivos e musculares, existindo maior sensibilidade – importância para o tecido conjuntivo do que para a fibra muscular (OSÓRIO; OSÓRIO; SAÑUDO, 2009). A quantidade, composição, o número e natureza das uniões intercelulares do colágeno influenciam diretamente na dureza da carne. O aumento dos enlaces

cruzados provoca incremento da dureza da carne pela diminuição da solubilidade do colágeno (OSÓRIO; OSÓRIO; SAÑUDO, 2009).

#### **2.8.1.6 Comprimento de sarcômero**

A ciência da carne caracteriza o sarcômero como a menor unidade contrátil estrutural repetitiva do músculo (LAWRIE, 2005). É realmente onde ocorre o trabalho muscular (contração e relaxamento). O comprimento do sarcômero é tomado como a distância entre duas linhas Z de sua estrutura física (JELENÍKOVÁ; PIPEK; STARUCH, 2008). A microscopia de contraste de fase e o uso do laser de difração são as duas técnicas comumente usadas na sua determinação (CROSS; WEST; DUNTSUN, 1980; RAMOS; GOMIDE, 2017).

O sarcômero assume no músculo três posições definidas: contraído, distendido e relaxado. Com o processo de *rigor mortis* observa-se contração muscular. O grau desta contração está correlacionado com a maior ou menor maciez da carne (JELENÍKOVÁ; PIPEK; STARUCH, 2008), quando reduzido o comprimento de sarcômero é reconhecido como uma importante causa da dureza na carne. Bataglia (2016) encontrou elevados coeficientes de correlação com a maciez instrumental e sensorial quando usou a difração de raio laser no comprimento de sarcômero. Segundo Lawrie (2005), o sarcômero na posição de repouso possui comprimento médio de 2,4 $\mu$ m e quando em posição estendida o comprimento é de 3,1 $\mu$ m. Segundo Ramos e Gomide (2017), a dureza da carne inicia quando o comprimento do sarcômero atinge valores menores que 2,0 $\mu$ m, ou seja, quando atinge 20% de encurtamento muscular.

A formação do complexo actomiosina durante o desenvolvimento do *rigor mortis* aumenta significativamente a dureza da carne, devido à compactação do sistema miofibrilar. O grau de maciez será determinado, portanto, pelo estado de contração pós-rigor e pelo comprimento da unidade contrátil do músculo (sarcômero), que é controlado, em parte, pela quantidade de tensão desenvolvida no músculo durante a fase de estabelecimento do *rigor mortis* (RAMOS; GOMIDE, 2017). A referida compactação causa a expulsão de água da microestrutura miofibrilar, levando à redução da maciez percebida na mastigação.

A avaliação do comprimento do sarcômero e a determinação do índice de fragmentação miofibrilar são técnicas usadas para predizer a maciez da carne crua (ROSA et al., 2015). Trabalhos mostram que o comprimento da unidade contrátil do músculo (sarcômero) está diretamente correlacionado com a maciez da carne. Ele reflete o estado de compactação da estrutura miofibrilar (RAMOS; GOMIDE, 2017). A avaliação do comprimento do sarcômero traz vantagens para uma interpretação mais precisa e antecipada dos resultados obtidos com a maciez da carne (ROSA et al., 2015; BATAGLIA, 2016). Rosa et al. (2015), ao compararem o método de difração de raio laser e o de microscopia de contraste de fases na determinação do comprimento de sarcômero, verificaram correlação positiva, considerada alta entre os testes realizados ( $r=0,73$ ;  $0,84$  e  $0,89$ ).

Kadim et al. (2008) avaliaram o comprimento de sarcômero de ovinos e caprinos abatidos na estação quente ( $35^{\circ}\text{C}$ ) e estação fria ( $21^{\circ}\text{C}$ ), verificaram diferença ( $P<0,05$ ) entre raças no comprimento de sarcômero e entre estações climáticas. Isto indica a importância das condições de abate (estresse térmico) e do efeito adaptativo do animal nas características de qualidade da carne.

Starkey et al. (2017) avaliaram a relação do comprimento do sarcômero com a variável maciez ou força de cisalhamento da carne de cordeiros. Para tanto usaram o músculo *Biceps femoris*, onde verificaram que o comprimento do sarcômero foi relacionado negativamente ( $P<0,05$ ) com a força de cisalhamento, de modo que, à medida que aumentava o comprimento a força de cisalhamento diminuía.

### 3 Metodologia

O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal (CEEA) da Universidade Federal de Pelotas, BR, sob o número 8251, sendo conduzido de acordo com as recomendações de bem-estar animal e abate humanitário.

O Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). O local da pesquisa, situa-se na região fisiográfica denominada Depressão Central, com altitude de 95m, latitude de 29° 43' Sul e longitude de 53° 42' Oeste (RIO GRANDE DO SUL, 1979). O Clima da região, segundo a classificação de Köppen é do tipo subtropical-cfa (MORENO, 1961). O INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) para Santa Maria registra temperatura média anual de 18,8°C, com temperaturas máximas e mínimas de 24,9°C e de 14,3°C, respectivamente (BRASIL, 2017a; Tabela 1).

Tabela 1 - Dados históricos do clima (1988-2016) e médias das principais variáveis climatológicas registradas no município de Sta. Maria-RS durante o período experimental (Estação quente e Estação fria)

Variáveis climatológicas							
Mês	T.Média (°C)	T.Máx. (°C)	T.Mín. (°C)	UR (%)	V.Vento (m/seg)	Precip. (mm)	Insol. (h)
Estação quente							
Novembro	20,8±2,0	25,6±2,4	16,9±2,3	77,6±9,4	2,6±0,8	164,3	5,28±4,9
Dezembro	23,7±2,0	28,6±2,2	19,7±2,1	80,4±8,7	2,1±0,9	336,0	5,89±4,5
Janeiro	25,6±2,0	31,5±1,8	20,8±1,6	74,5±8,9	2,2±0,6	101,9	7,22±4,5
Médias 1*	23,4±2,4	28,6±3,0	19,1±2,0	77,5±3,0	2,3±0,3	200,7	5,34±4,2
Médias 2**	23,5±1,5	29,8±1,9	18,4±1,3	71,0±2,2	2,2±0,1	148,5±20	7,83±0,8
Estação fria							
Julho	13,6±5,0	19,7±4,9	10,0±4,8	82,4±10,9	2,1±0,8	95,3	5,10±3,3
Agosto	15,6±4,0	22,8±4,1	10,9±4,1	80,3 ± 8,4	1,8±0,7	123,2	5,26±3,7
Setembro	15,5±3,0	22,4±2,7	10,4±2,5	75,8 ± 8,2	2,2±0,8	53,0	7,86±3,7
Médias 1*	14,9±1,1	21,6±1,7	10,4±0,4	79,5 ± 3,4	2,0±0,2	90,5	6,00±3,6
Médias 2**	15,1±1,7	21,3±1,7	10,7±1,7	80,0 ± 1,7	2,1±0,7	130,9±16	5,21±0,5

Fonte: INMET (BRASIL, 2017b); base dados Rede SULFLUX - Laboratório de micrometeorologia/UFSM.

\*Médias 1 - Médias climatológicas durante o período experimental (Estação quente e Estação fria).

\*\* Médias 2 - Médias climatológicas históricas do período experimental registradas no município de Santa Maria - RS.

Foram utilizados 20 cordeiros machos castrados da raça Texel oriundos de mesma propriedade, genética e manejo, com data média de nascimento em

17/08/2015 (terminados no verão) e 24/04/2106 (terminados no inverno), oriundos de parto simples e idade inicial de 75 dias. Foram selecionados ao acaso do rebanho, de forma que melhor representasse o conjunto dos animais. Os períodos de terminação dos cordeiros foram em épocas distintas: de 02 de novembro a 11 de janeiro (Estação quente) e de 11 de julho a 19 de setembro (Estação fria), determinando os tratamentos:

Estação quente - cordeiros terminados em confinamento e abatidos no verão (n=10).

Estação fria - cordeiros terminados em confinamento e abatidos no inverno (n=10).

A terminação dos animais nos dois períodos foi conduzida em regime de confinamento, em baias individualizadas, ripadas, com 2,70 m<sup>2</sup> cada, em galpão (aprisco) elevado do solo e coberto com telhas de fibrocimento, com orientação Leste-Oeste (Figura 1). Todas as baias eram providas de cochos para alimentação, mineralização e com água de boa qualidade.



Figura 1. Instalações (aprisco) onde os cordeiros foram terminados.

Os animais nos diferentes períodos de terminação, foram submetidos a manejos alimentares a base de silagem de milho e concentrado (milho + farelo de soja + calcário calcítico), sendo os mesmos alimentados duas vezes ao dia, nos horários das 08h00 e 16h00. Para os animais terminados no verão, a relação volumoso concentrado foi de 50:50. Já para os animais terminados no inverno a relação volumoso concentrado foi 50,5: 49,5 (Tabela 2). Esta diferença se deu em função da

padronização a dieta, atendendo as exigências nutricionais do NRC (2007) para cordeiros de 20 kg e moderada taxa de crescimento (Tabela 3).

Tabela 2 - Composição química (% matéria seca) dos alimentos utilizados na formulação das dietas

Item	Estação quente				Estação fria			
	Silagem de milho	Milho	Farelo de soja	Calcário Calcítico	Silagem de milho	Milho	Farelo de soja	Calcário Calcítico
MS	24,43	86,82	84,74	100	22,58	87,46	88,76	100
MO	93,00	98,78	93,15		92,79	94,96	88,84	
MM	7,00	1,22	6,85	*	7,21	5,04	11,16	*
PB	7,77	9,34	53,62		8,72	9,34	52,67	
FDN	51,75	12,60	16,31		47,87	12,31	8,61	
FDA	25,05	2,13	7,03		25,75	1,85	4,93	
EE	2,79	3,60	1,99		2,79	3,60	1,99	
NDT	59,81	84,22	77,74		59,91	84,22	77,74	

\*34,0% de Ca e 0,02% de P.

MS= Matéria seca; MO= Matéria orgânica; MM= Matéria mineral; PB= Proteína bruta; FDN= Fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido; EE= Extrato etéreo; NDT= Nutrientes digestíveis totais.

Tabela 3 - Proporção dos ingredientes (% matéria seca) e composição bromatológica das dietas experimentais

Ingrediente	Tratamento	
	Estação quente	Estação fria
Silagem de milho	50,00	50,50
Milho quebrado	25,46	25,52
Farelo de soja	23,39	22,83
Calcário calcítico	1,15	1,15
	Composição bromatológica	
MS	55,29	55,14
MO	93,44	91,38
PB	18,81	18,81
EE	2,78	2,78
FDN	32,90	29,28
FDA	14,71	14,60
EL	1,58	1,58
CHT	71,85	69,78
CN	38,95	40,50
CIN	6,56	8,62
NDT	69,53	69,50
Ca	0,63	0,63
P	0,29	0,29

MS=Matéria seca; MO= Matéria orgânica; PB= Proteína bruta; EE= Extrato etéreo; FDN= Fibra em detergente neutro; FDA= Fibra em detergente ácido; EL= Energia líquida; CHT= Carboidratos totais; CNE= Carboidratos não estruturais; CIN= Cinzas; NDT= Nutrientes digestíveis totais; Ca= Cálcio; P= Fósforo.



Primeiramente a isso os animais foram submetidos a 14 dias de adaptação a alimentação, instalações e manejos. Neste momento, foi realizado manejo sanitário preventivo por meio da administração do princípio anti-helmíntico closantel e vacina contra clostridioses. Posteriormente foi realizado monitoramento diário dos animais, realizando controle e tratamento de enfermidades.

Obtidos os consumos de matéria seca e os ganhos de pesos dos animais foram calculadas as eficiências alimentares (ganho de peso no período/consumo de matéria seca do período). Foram ainda determinados o consumo alimentar residual (SAINZ; OLTJEN, 2015) mediante a equação:

$$DMI = \beta_1 (1 - \alpha (DMI \sqrt{DMI} - 1)) BW^{0,75} + \beta_2 \cdot ADG + RFI, \text{ onde:}$$

$$\beta_1 = \text{coeficiente de manutenção (kg MS/kg}^{0,75}\text{)}$$

$\alpha$  = ajuste de manutenção

DMI = ingestão de MS (Kg/d)

$BW^{0,75}$  = peso metabólico (Kg)

$\beta_2$  = coeficiente de ganho (kg MS/kg)

ADG = ganho médio diário (kg)

RFI = consumo alimentar residual (kg/d)

$$CMSe = 0,08146 (1 + 0,2663 (CMS \sqrt{CMS} - 1)) PV^{0,75} + 0,7995 \cdot GMD + CAR$$

O CAR é então obtido pela diferença entre o Consumo de Matéria Seca observada pelo Consumo de Matéria Seca estimado.

RK → Relação de Kleiber, calculada conforme Kleiber (1936) mediante a equação:

$$RK = GMD/BW^{0,75}$$

Os dados do comportamento ingestivo foram transformados em porcentagem para efeito da análise estatística. Foram avaliados os tempos de alimentação, ruminação, ócio, deitado, em pé e no consumo de água. Os dados de comportamento dos cordeiros foram obtidos mediante três avaliações de 24 horas em cada fase experimental (Estação quente e estação fria), com avaliações feitas a intervalos de 21 dias. Para esta avaliação usou-se a técnica de registro periódico com intervalos de cinco minutos. Para a observação noturna dos animais foi mantida iluminação artificial de fraca intensidade (ALVES et al., 2010).

As eficiências de alimentação e de ruminação foram calculadas em gramas de matéria seca por hora, sendo as mesmas determinadas dividindo o consumo de matéria seca pelos tempos de alimentação e de ruminação, respectivamente. O tempo

de mastigação (% do dia) foi obtido pela soma do tempo total de alimentação e de ruminação. O consumo diário de água (L/kgMS) foi determinado mediante a soma do consumo de água no cocho (ofertada menos a sobra), com a água ingerida via alimento (alimento ofertado consumido menos a matéria seca deste alimento), sendo o mesmo avaliado nas mesmas datas e intervalos da observação do comportamento ingestivo.

Como respostas fisiológicas foram avaliadas a temperatura retal medida através de uso de termômetro digital, a temperatura da região ocular obtida por câmara termográfica com dispositivo infravermelho de onda longa (7,5-13,0  $\mu\text{m}$ , Modelo FLIR E60, FLIR, EUA). A frequência respiratória obtida através da contagem dos movimentos ao longo do flanco do cordeiro por período de 15 segundos com auxílio de cronômetro e em seguida convertido em respirações por minuto (MAHJOUBI et al., 2014).

As respostas fisiológicas durante a terminação foram tomadas em três momentos para cada uma das fases experimentais (estação quente e estação fria), no horário das 14h00 às 15h30, respeitando um intervalo de 21 dias cada período. No jejum as avaliações ocorreram às 08h30, momentos antes do abate.

O Índice de Temperatura e Umidade (ITU) foi calculado mediante equação (MARAI et al., 2007):

$$\text{ITU} = \text{Tb} - (0,31 - 0,0031 * \text{UR}) - (\text{Tb} - 14,4)$$

Onde Tb = é a temperatura de bulbo seco; e UR = é a umidade relativa do ar em porcentagem (decimal).

Com o ITU calculado o desconforto térmico foi classificado em quatro grupos (MARAI et al., 2007), assim:

- valores de ITU < que 22,2  $\rightarrow$  correspondem à ausência de estresse térmico.
- valores de ITU  $\geq$  a 22,2 e < 23,3  $\rightarrow$  correspondem a um moderado estresse térmico.
- valores de ITU  $\geq$  a 23,3 e < 25,6  $\rightarrow$  correspondem a um severo estresse térmico.
- valores de ITU  $\geq$  25,6  $\rightarrow$  correspondem a extremamente severo estresse térmico.

Passados 70 dias de terminação, os animais foram transportados até o abatedouro em caminhão boiadeiro, percorrendo distância de 6 km. Do momento do

carregamento até início do abate foi respeitado período médio de jejum e dieta hídrica de 15h.

O Abate ocorreu nas dependências do Abatedouro do Setor de Ovinocultura do Departamento de Zootecnia da UFSM, sob normas prescritas pelo Sistema Brasileiro de Inspeção Animal (BRASIL, 2017c), e de abate humanitário segundo a IN n° 3 do MAPA de 17 de janeiro de 2000 (BRASIL, 2000d). Uma vez insensibilizados os animais foram içados, sangrados com corte dos grandes vasos na região do pescoço por período mínimo de três minutos, após foram esfolados, eviscerados e sua carcaça imediatamente lavada e destinada à refrigeração por 24 horas.

Após resfriamento as carcaças foram avaliadas e divididas em seus cortes comerciais. Da meia carcaça esquerda retirou-se o músculo *Longissimus dorsi*, o qual foi identificado, envolto em filme plástico e papel pardo para congelamento em freezer (-18°C).

A qualidade da carne dos cordeiros foi avaliada, por meio das seguintes variáveis: pelo pH; pela perda de peso no descongelamento; pela perda de peso no cozimento; pela força de cisalhamento; pelo perfil de textura; e pelo comprimento do sarcômero.

Potencial de hidrogênio (pH) → O pH foi mensurado em potenciômetro digital portátil modelo mPA-210P, equipado com eletrodo de pH e compensação automática para temperatura (MS Tecnopon Equipamentos Especiais Ltda, Piracicaba-SP). Na carcaça foram feitas três avaliações: pH0, pH4; pH24 horas pós abate (resfriamento), através de incisão no lombo na altura da 12ª costela.

Cor → A cor foi analisada conforme sistema da Comissão Internationale de L'Éclairage – CIE, utilizando as coordenadas L\*, a\*, b\*, em colorímetro Minolta® (Modelo CM-700d, Konica Minolta, Osaca Japão), com iluminante A, ângulo de 10°, medição por refletância incluso (SCI), com área de medição de 8 mm (máscara com placa, MAV). Os resultados foram expressos com L\* (luminosidade), a\* (onde – a\* representa direção ao verde e +a\* direção ao vermelho), b\* (onde – b\* representa direção ao azul e +b\* direção ao amarelo). O colorímetro foi calibrado e as medidas foram realizadas em seis pontos diferentes da amostra em ambos os lados.

Perdas por descongelamento → As amostras de carne foram descongeladas sob refrigeração durante 24h na temperatura de 4°C, obtendo-se assim as perdas no descongelamento pela diferença de peso antes e após o descongelamento.

Perdas por cozimento → A determinação seguiu protocolo de Wheeler et al. (2005). As amostras descongeladas do músculo Longissimus dorsi foram cozidas em grelha (Grill elétrico Modelo George Foreman Jumbo) à temperatura de 163°C até a temperatura interna de 71°C (centro geométrico da amostra medida com termopar), obtendo-se as perdas na cozimento pela diferença de peso antes e após o cozimento. As amostras do *Longissimus dorsi* foram seccionadas transversalmente na forma de bifés com tamanho de uma polegada. Estes eram envoltos em papel alumínio e assim levados para cozimento. Ao atingir a temperatura de 40°C eram virados. Com o cozimento os bifés eram retirados da grelha e resfriados a temperatura ambiente quando eram pesados. As perdas de peso por cozimento (cooking loss) foram determinadas com a pesagem das amostras do músculo descongelado subtraindo-se seu peso após cozimento e o resultado transformado em porcentagem.

Força e cisalhamento → A força de cisalhamento – WBS (Warner-Bratzler Shear force) foi determinada em Texturômetro XTPlus com aplicativo Exponent v.6.1.5.0 (Stable Microsystems Ltd, Surrey England), de acordo com as diretrizes da AMSA (1995), tendo sido efetuadas 10 determinações para cada amostra experimental de carne. Por meio de um perfurador metálico foram retirados os núcleos com diâmetro de 1,27mm (0,5”) paralelamente a orientação das fibras, de modo que a ação do corte fosse feita perpendicular as fibras musculares. Foi usada lâmina com 1,016mm (0,0040”) de espessura com corte em forma de V (ângulo de 60°).

Textura → O perfil de textura foi realizado no sentido perpendicular as fibras musculares das amostras de 1 x 1 x 1cm em Texturômetro XTPlus com aplicativo Exponent v.6.1.5.0 (Stable Micrisystems Ltda., Surrey England), utilizando sonda arredondada de alumínio com 36mm de diâmetro, ciclo de dupla compressão à 80% da altura original, velocidade de pré-teste de 1mm/s, velocidade de teste e pós-teste de 5mm/s, tendo sido efetuadas 10 determinações para cada unidade experimental. Os parâmetros avaliados foram: dureza, coesividade e mastigabilidade, conforme Bourne (1978).

Comprimento de sarcômero → O comprimento de sarcômero das amostras do músculo Longissimus dorsi foi avaliado após 24 horas de descongelamento a 4°C usando-se equipamento a laser Modelo Laser Radiation – 632,8nm/1mV – HE-NE Laser-3B – U21840. Com auxílio de bisturi foram obtidas as amostras e assim colocadas em lâmina, hidratadas com solução de glicose 0,2M, sobre as mesmas lamínulas. Usou-se o método de Difração a Laser proposto por (CROSS et al., 1981).

A lâmina com a amostra era colocada na plataforma de suporte do Laser para que o feixe de luz passasse por ela num ângulo de 90°. Ao atravessá-la o feixe de luz fornece bandas de difração sobre o papel localizado a 10cm da amostra. As linhas do sarcômero eram então delimitadas com traço feito com lápis e régua. Posteriormente seu comprimento medido com uso de paquímetro. Foram feitas 10 determinações de cada amostra de carne. Os resultados obtidos foram trabalhados e transformados por meio de equação matemática.

As análises das amostras de alimentos que compuseram a ração, mais as amostras compostas das sobras de alimento ofertado foram realizadas no LABRUMEN (Laboratório de Bromatologia e Nutrição de Ruminantes do Departamento de Zootecnia da UFSM). As amostras foram pré-secas em estufa ventilada a 55°C por aproximadamente 72 horas e, posteriormente, moídas em moinho tipo “Willey” com peneira de 1-2 mm. O teor de matéria seca das amostras foi determinado por secagem em estufa a 105°C durante pelo menos oito horas (AOAC, 1984). O conteúdo de cinzas foi determinado por combustão a 600°C durante quatro horas e a matéria orgânica por diferença de massa. O nitrogênio total foi determinado pelo método Kjeldahl (AOAC, 1997). Para a conversão dos valores de nitrogênio em proteína bruta foi utilizado o fator de correção 6,25.

As análises de fibra em detergente neutro foram baseadas nos procedimentos descritos por Mertens (2002) com uso de  $\alpha$ -amilase termoestável, exceto que as amostras foram pesadas dentro de sacos filtro de poliéster (porosidade de 16  $\mu$ m) e tratadas com detergente neutro em autoclave a 110°C por 40 min (SENGER et al., 2008). As concentrações de fibra em detergente ácido foram analisadas de acordo com o Método 973.18 (AOAC, 1997) exceto procedimentos adotados por Senger et al. (2008) como visto para fibra em detergente neutro. O teor de estrato etéreo foi determinado pelo Método Am5-04 (AOCS, 2005), com uso de equipamento ANKOM XT15 e sacos de filtro ANKOM XT4. Foi utilizado éter de petróleo como solvente, adotando-se temperatura de 90°C e 60 minutos de extração.

Os nutrientes digestíveis totais foram determinados a partir do desaparecimento da matéria orgânica das amostras incubadas por 48 horas no rúmen de um bovino fistulado, no qual se obteve o teor de matéria orgânica digestível. Os consumos de matéria seca foram expressos em consumo médio de matéria seca observado, em porcentagem do peso corporal, por unidade de tamanho metabólico, e

esperado. O consumo observado foi obtido pela diferença entre a quantidade ofertada e a sobra.

Os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram continuamente registrados por dois Data Loggers (Modelo HT-500 da Instrutherm) com registros horários durante todo o tempo dos períodos experimentais. Foram instalados no galpão junto às baias a uma altura aproximada de 70 cm do piso. Demais dados de clima foram obtidos junto aos arquivos do INMET e da base dados Rede SULFLUX - Laboratório de micrometeorologia – Lumet /UFSM.

Foi utilizada a análise da variância para avaliar o efeito do clima sobre as variáveis que caracterizam o desempenho e características fisiológicas dos animais, com o peso vivo inicial como covariável. Para tanto usou-se o pacote estatístico SAS University Edition (2017) ao nível de 5%.

O Modelo matemático utilizado foi:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + b_1 (X_{ij} + \bar{X}) + \varepsilon_{ij}$$

Onde  $Y_{ij}$  = valor observado no  $i$ -ésimo tratamento,  $j$ -ésima repetição;  $\mu$  = média geral da variável resposta;  $\alpha_i$  = efeito do  $i$ -ésimo tratamento;  $b_1$  = coeficiente angular da reta  $Y_{ij}$  em função do peso vivo inicial (PVI);  $X_{ij}$  = peso vivo inicial no  $i$ -ésimo tratamento na  $j$ -ésima repetição;  $\bar{X}$  = média geral do peso vivo inicial dos animais;  $\varepsilon_{ij}$  = efeito aleatório associado à observação  $Y_{ij}$ , pressuposto  $\varepsilon_{ij} \sim^{iid} N(0, \sigma^2)$ .

## **Capítulo 1**

### **Manuscrito 1**

#### **Conforto térmico e desempenho de cordeiros terminados em confinamento em duas estações climáticas<sup>1</sup>**

#### **Thermal comfort and performance of lambs finished in confinement at two climatic seasons**

Volmir Antonio Polli; \*\*<sup>2</sup> Ricardo Zambarda Vaz<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Manuscrito de acordo com as normas de publicação da Revista Semina: Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Londrina (Anexo A).

<sup>2</sup> Professor do Ensino Básico Técnico e Tecnológico do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM. Doutorando em Ciências, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas - UFPel.

<sup>3</sup> Professor do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas – UFPel.

## **Conforto térmico e desempenho de cordeiros terminados em confinamento em duas estações climáticas**

### **Thermal comfort and performance of lambs finished in confinement at two climatic seasons**

**Resumo:** O estudo objetivou avaliar o conforto térmico, o desempenho e o comportamento de cordeiros terminados em confinamento em duas estações climáticas (quente e fria). Foram utilizados 20 cordeiros da raça Texel castrados com idade média de 75 dias. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. As dietas foram compostas do volumoso silagem de milho e concentrado com relações de 50:50 e 50,5:49,5 para os terminados na estação quente e fria, respectivamente. O conforto térmico proporcionado pelas diferentes estações climáticas através das variáveis fisiológicas é confirmada pelo índice de temperatura e umidade. Maiores frequências respiratórias e temperaturas da região ocular ( $P < 0,001$ ) foram observadas entre as estações climáticas com superioridade para os cordeiros terminados na estação quente. A temperatura retal não diferiu ( $P > 0,05$ ). Os cordeiros terminados na estação quente e fria vivenciaram quinze e quatro dias em estresse calórico, respectivamente, equivalendo a 27,7 e 6,5% das horas. Cordeiros terminados na estação quente permaneceram em média seis horas diárias em estresse calórico, não sendo observado o estresse nos terminados na estação fria. O pico de estresse calórico ocorreu entre 14h30 às 16h30. Os cordeiros terminados na estação fria foram mais eficientes ( $P < 0,05$ ) no uso do alimento pelo Consumo Alimentar Residual. Os consumos de matéria seca em relação ao peso corporal (%PV) e ao peso metabólico ( $\text{g/kgPV}^{0,75}$ ) não diferiram entre as estações climáticas ( $P > 0,05$ ). As variáveis de comportamento avaliadas nos cordeiros não diferiram ( $P > 0,05$ ) entre as estações climáticas. As eficiências de alimentação e de ruminação foram superiores nos cordeiros terminados na estação fria ( $P < 0,05$ ). As condições climáticas prevalentes na Região Central do Estado do Rio



Grande do Sul mostram pouco efeito no desempenho e comportamento de cordeiros provocado pelo desconforto térmico vivenciado pelos animais nas distintas estações climáticas.

**Palavras-chave:** Alimento. Comportamento. Desempenho. Estresse Calórico. Ovinos.

**Abstract:** The study aimed to evaluate thermal comfort, performance and behavior of lambs finished in confinement in two climatic seasons (hot and cold). Twenty Texel lambs castrated with medium age of 75 days were used. The experimental design was completely randomized. The diets were composed of the massive corn silage and concentrated with ratios of 50:50 and 50,5: 49,5 for the hot and cold season, respectively. The thermal comfort provided by the different climatic seasons, through the physiological variables, is confirmed by the temperature and humidity index. Higher respiratory frequencies and temperatures of the ocular region ( $P < 0.001$ ) were observed among climatic seasons, with superiority for lambs in the hot season. The rectal temperature did not differ ( $P > 0.05$ ). The lambs finished in hot and cold season lived fifteen and four days in caloric stress, respectively, equivalent to 27.7 and 6.5% of the hours. Finished lambs in the hot season remained, on average, six hours a day in caloric stress and it was not observed stress in the cold season. The peak of caloric stress occurred between 14:30 and 16:30 p.m. Finished lambs in the cold season were more efficient ( $P < 0.05$ ) in the use of the food by the Residual Feed Intake. The dry matter intakes in relation to body weight (% PV) and metabolic weight ( $\text{g} / \text{kgPV}^{0,75}$ ) did not differ between climatic seasons ( $P > 0.05$ ). Behavioral variables evaluated in lambs did not differ ( $P > 0.05$ ) between climatic seasons. The feed and feed efficiencies rumination were higher in lambs finished in the cold season ( $P < 0.05$ ). The climatic conditions in the central region Rio Grande do Sul state show little effect on the performance and behavior of lambs caused by the thermal discomfort experienced by the animals in the different climatic seasons.

**Key words:** Behavior. Caloric Stress. Food. Performance. Sheep.

## Introdução

A terminação de cordeiros em confinamento constitui interessante alternativa para aumentar a eficiência dos sistemas produtivos ovinos, possibilitando a redução da idade de abate e a obtenção de carcaças mais pesadas e padronizadas. No entanto, apresenta custos mais elevados, necessitando de um planejamento ajustado para permitir a obtenção de lucro. O comportamento alimentar e fisiológico dos ovinos diante das condições do clima pode determinar variações importantes no consumo do alimento (SOUZA et al., 2011) e na utilização dos nutrientes (MARAI et al., 2007; ALHIDARI et al., 2013).

O clima em especial a temperatura, tem efeito na saúde, no bem-estar e na eficiência produtiva dos animais (FUQUAY, 1981), sendo preciso identificar, avaliar e quantificar os meios, pelos quais esses efeitos interferem no bem-estar e produtividade (INDU et al., 2015). Na escolha do indivíduo a ser criado deve considerar primeiramente sua adaptação ao clima e as condições do sistema de criação (De VRIES, 2016). Neste particular a espécie ovina é tida como bastante tolerante (STARLING et al., 2002; MARAI et al., 2007; OSÓRIO et al., 2009).

Em sistemas intensivos de produção, como é o caso de animais confinados, os espaços restritos reduzem a possibilidade de ajustes comportamentais visando à manutenção da homeostase térmica (BRIDI, 2006). O estresse térmico ocorre com características como elevadas temperaturas e umidade relativa do ar, radiação solar, vento, temperatura corporal, intensidade e duração do agente agressor (ELOY, 2007). Quando estes fatores ocorrem, há um desbalanceamento entre produção (termogênese) e dissipação (termólise) de calor (KUMAR et al., 2011), ocorrência que é potencializada quando se aliam elevadas temperaturas à alta umidade relativa do ar (SOUZA; BATISTA, 2002; INDU et al., 2015).

A genética do animal e os fatores ambientais determinam a intensidade e a duração da expressão comportamental e fisiológica adotada visando a manutenção do equilíbrio térmico (KUMAR et al., 2011). O desempenho dos animais é diretamente dependente dos mecanismos da termoregulação (ELOY, 2007). Ao incrementar o uso destes mecanismos, se reduz a

eficiência nutricional (KUMAR et al., 2011) e amplia o consumo de água (MARAI et al., 2007). A redução da eficiência se deve em parte à energia gasta pelo corpo para perder calor, através do aumento da frequência respiratória (MAHJOUBI et al., 2014) e de outras atividades relacionadas (FUQUAY, 1981). O impacto climático no conforto térmico dos animais de criação pode ser avaliado mediante a combinação dos diferentes fatores meteorológicos em um índice (MARAI et al., 2007; HAHN et al., 2009).

O gerenciamento do processo de criação animal entre outras finalidades visa identificar e corrigir distorções ou carências ambientais e se possível quantificá-las para assim tornar a atividade mais rentável e eticamente aceitável. Neste sentido o presente trabalho se propõe a avaliar o efeito da época do ano (estação quente e estação fria) sobre características fisiológicas, comportamentais e de desempenho de cordeiros Texel terminados em confinamento.

## **Materiais e métodos**

O Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), local da pesquisa, situa-se na região fisiográfica denominada Depressão Central com altitude de 95 m, latitude de 29° 43' Sul e longitude de 53° 42' Oeste (RIO GRANDE DE SUL, 1979). O clima da região, segundo a classificação de Köppen é do tipo subtropical-cfa (MORENO, 1961). O INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) para Santa Maria registra temperatura média anual é de 18,8°C, com máximas e mínimas de 24,9°C e de 14,3°C, respectivamente (BRASIL, 2017a, Tabela 1).

Foram utilizados 20 cordeiros, machos, castrados da raça Texel oriundos de mesma propriedade, genética e manejo, com data média de nascimento em 17/08/2015 (Estação quente) e 24/04/2106 (Estação fria), oriundos de parto simples e idade inicial de 75 dias. Os períodos de terminação dos cordeiros foram em épocas distintas: de 02 de novembro a 11 de janeiro e de 11 de julho a 19 de setembro, determinando os tratamentos:

Estação quente - cordeiros terminados em confinamento e abatidos no verão (n=10).

Estação fria - cordeiros terminados em confinamento e abatidos no inverno (n=10).

A terminação dos animais nos dois períodos foi conduzida em regime de confinamento, em baias individualizadas, ripadas, com 2,70 m<sup>2</sup> cada, em galpão (aprisco) elevado do solo e coberto com telhas de fibrocimento, com orientação Leste-Oeste. Todas as baias eram providas de cochos para alimentação, mineralização e com água de boa qualidade.

Os animais nos diferentes períodos de terminação, foram submetidos a manejos alimentares a base de silagem de milho e concentrado (milho + farelo de soja + calcário calcítico), sendo os mesmos alimentados duas vezes ao dia, nos horários das 08h00 e 16h00. Para os animais terminados no verão, a relação volumoso:concentrado foi de 50:50. Já para os animais terminados no inverno a relação volumoso:concentrado foi 50,5:49,5 (Tabela 2). Esta diferença se deu em função da padronização a dieta, atendendo as exigências nutricionais do NRC (2007) para cordeiros de 20 kg e moderada taxa de crescimento (Tabela 3).

Primeiramente os animais foram submetidos a 14 dias de adaptação a alimentação, instalações e manejos. Neste momento, foi realizado manejo sanitário preventivo por meio da administração do princípio anti-helmíntico closantel e vacina contra clostridioses.

O período experimental foi de 70 dias para cada fase experimental. Os animais foram pesados no início e final do período experimental e a cada intervalo de 14 dias, tempo referente a cada período experimental. Para isso, os animais passaram por jejum de 14 horas, sendo o peso obtido por meio de balança apropriada com capacidade para 300,0 kg e precisão de 0,100 kg. O ganho de peso médio diário foi obtido pela diferença de peso entre as pesagens divididas pelo intervalo entre as mesmas.

As análises das amostras de alimentos que compuseram a ração, mais as amostras compostas das sobras de alimento ofertado foram realizadas no LABRUMEN (Laboratório de Bromatologia e Nutrição de Ruminantes do Departamento de Zootecnia da UFSM). As amostras foram pré-secas em estufa ventilada a 55°C por aproximadamente 72 horas e, posteriormente, moídas em moinho tipo “Willey” com peneira de 1-2 mm. O teor de matéria

seca das amostras foi determinado por secagem em estufa a 105°C durante pelo menos oito horas (AOAC, 1984). O conteúdo de cinzas foi determinado por combustão a 600°C durante quatro horas e a matéria orgânica por diferença de massa. O nitrogênio total foi determinado pelo método Kjeldahl (AOAC, 1984), sendo o mesmo convertido em proteína bruta utilizando o fator de correção 6,25.

As análises de fibra em detergente neutro foram baseadas nos procedimentos descritos por MERTENS (2002) com uso de  $\alpha$ -amilase termoestável, exceto que as amostras foram pesadas dentro de sacos filtro de poliéster (porosidade de 16  $\mu$ m) e tratadas com detergente neutro em autoclave a 110°C por 40 min (SENGER et al., 2008). As concentrações de fibra em detergente ácido foram analisadas de acordo com o Método 973.18 (AOAC, 1997) exceto procedimentos adotados por SENGER et al. (2008) como visto para fibra em detergente neutro. O teor de estrato etéreo foi determinado pelo Método Am5-04 (AOCS, 2005), com uso de equipamento ANKOM XT15 e sacos de filtro ANKOM XT4. Foi utilizado éter de petróleo como solvente, adotando-se temperatura de 90°C e 60 minutos de extração.

Os nutrientes digestíveis totais foram determinados a partir do desaparecimento da matéria orgânica das amostras incubadas por 48 horas no rúmen de um bovino fistulado, no qual se obteve o teor de matéria orgânica digestível. Os consumos de matéria seca foram expressos em consumo médio de matéria seca observado, em porcentagem do peso corporal, por unidade de tamanho metabólico, e esperado. O consumo observado foi obtido pela diferença entre a quantidade ofertada e a sobra.

Depois de obtidos os consumos de matéria seca e os ganhos de pesos dos animais foram calculadas as eficiências alimentares (ganho de peso no período/consumo de matéria seca do período). Foram ainda determinados o consumo alimentar residual (SAINZ; OLTJEN, 2015) mediante a equação:

$$\text{DMI} = \beta_1 (1 - \alpha (\text{DMI} \sqrt{\text{DMI} - 1})) \text{BW}^{0,75} + \beta_2 \cdot \text{ADG} + \text{RFI}, \text{ onde:}$$

$$\text{B1} = \text{coeficiente de manutenção (kg MS/kg}^{0,75}\text{)}$$

$\alpha$  = ajuste de manutenção

DMI = ingestão de MS (Kg/d)

$BW^{0,75}$  = peso metabólico (Kg)

B2 = coeficiente de ganho (kg MS/kg)

ADG = ganho médio diário (kg)

RFI = consumo alimentar residual (kg/d)

$CMS_e = 0,08146 (1 + 0,2663 (CMS \sqrt{CMS} - 1)) PV^{0,75} + 0,7995 \cdot GMD + CAR$ , onde o CAR é então obtido pela diferença entre o Consumo de Matéria Seca observada pelo Consumo de Matéria Seca estimado.

RK - Relação de Kleiber, (KLEIBER, 1936) mediante a equação:  $RK = GMD/BW^{0,75}$ .

Os dados do comportamento ingestivo foram transformados em porcentagem para efeito da análise estatística. Foram avaliados os tempos de alimentação, ruminação, ócio, deitado, em pé e no consumo de água. Os dados de comportamento dos cordeiros foram obtidos mediante três avaliações de 24 horas em cada estação climática, com avaliações feitas a intervalos de 21 dias. Para esta avaliação usou-se a técnica de registro periódico com intervalos de cinco minutos. Para a observação noturna dos animais foi mantida iluminação artificial de fraca intensidade (ALVES et al., 2010).

As eficiências de alimentação e de ruminação foram calculadas em gramas de matéria seca por hora, sendo as mesmas determinadas dividindo o consumo de matéria seca pelos tempos de alimentação e de ruminação, respectivamente. O tempo de mastigação (% do dia) foi obtido através da soma do tempo total de alimentação e de ruminação. O consumo diário de água ( $L \text{ kgMS}^{-1}$ ) foi determinado mediante a soma do consumo de água no cocho (ofertada menos a sobra), com a água ingerida via alimento (alimento ofertado consumido menos a matéria seca deste alimento), sendo o mesmo avaliado nas mesmas datas e intervalos da observação do comportamento ingestivo.

As respostas fisiológicas avaliadas foram a temperatura retal medida através de uso de termômetro digital, a temperatura da região ocular obtida por câmara termográfica com dispositivo infravermelho de onda longa (7,5-13,0  $\mu\text{m}$ , Modelo FLIR E60, FLIR, EUA). A frequência respiratória obtida através da contagem dos movimentos ao longo do flanco do cordeiro por período de 15 segundos com auxílio de cronômetro e em seguida convertido em respirações por minuto (MAHJOUBI et al., 2014). As respostas fisiológicas foram tomadas em três momentos para cada uma das fases experimentais (estação quente e estação fria), no horário das 14:00 às 15:30, respeitando um intervalo de 21 dias cada período.

O Índice de Temperatura e Umidade (ITU) foi calculado mediante equação (MARAI et al., 2007):

$$\text{ITU} = \text{Tb} - (0,31 - 0,0031 * \text{UR}) - (\text{Tb} - 14,4)$$

Onde Tb = é a temperatura de bulbo seco; e UR = é a umidade relativa em porcentagem (decimal).

Com o ITU calculado o desconforto térmico foi classificado em quatro grupos (MARAI et al., 2007), assim: valores < que 22,2 correspondem à ausência de estresse térmico, valores  $\geq$  a 22,2 e < 23,3 correspondem a um moderado estresse térmico, valores  $\geq$  a 23,3 e < 25,6 correspondem a um severo estresse térmico e valores  $\geq$  25,6 correspondem a extremamente severo estresse térmico.

Os dados de Temperatura e umidade relativa do ar foram continuamente registrados por dois Data Loggers (Modelo HT-500 da Instrutherm) com registros horários durante todo o tempo dos períodos experimentais. Foram instalados no galpão junto às baias a uma altura aproximada de 70 cm do piso. Demais dados de clima foram obtidos junto aos arquivos do INMET e da base dados Rede SULFLUX - Laboratório de micrometeorologia – Lumet /UFSM.

Foi utilizada a análise da variância para avaliar o efeito do clima sobre as variáveis que caracterizam o desempenho e características fisiológicas dos animais, com o peso vivo inicial

como covariável. Para tanto usou-se o pacote estatístico SAS University Edition (2017) ao nível de 5%.

O Modelo matemático utilizado foi:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + b_1 (X_{ij} + \bar{X}) + \varepsilon_{ij}$$

Onde  $Y_{ij}$  = valor observado no  $i$ -ésimo tratamento,  $j$ -ésima repetição;  $\mu$  = média geral da variável resposta;  $\alpha_i$  = efeito do  $i$ -ésimo tratamento;  $b_1$  = coeficiente angular da reta  $Y_{ij}$  em função do peso vivo inicial (PVI);  $X_{ij}$  = peso vivo inicial no  $i$ -ésimo tratamento na  $j$ -ésima repetição;  $\bar{X}$  = média geral do peso vivo inicial dos animais;  $\varepsilon_{ij}$  = efeito aleatório associado à observação  $Y_{ij}$ , pressuposto  $\varepsilon_{ij} \sim^{iid} N(0, \sigma^2)$ .

## Resultados e discussão

A frequência respiratória ( $P < 0,0001$ ) e a temperatura na região ocular ( $P < 0,005$ ) foram diferentes (Tabela 4; Figura 1). Na estação quente as condições climáticas, especialmente a temperatura e a umidade do ambiente colocam os cordeiros em estresse calórico em média por seis horas durante o dia (Figura 2). Desta forma, os animais necessitam adotar mecanismos termorregulatórios como o aumento da taxa respiratória e da vasodilatação periférica para manter a homeostase. A frequência respiratória é tida como a variável fisiológica que primeiro demonstra o desconforto calórico e correlacionando-se com os diversos índices de conforto térmico (MAHJOURI et al., 2014). Os fatores do clima: temperatura ambiente e umidade relativa do ar juntas provocam grandes alterações na expressão da frequência respiratória (WOJTAS et al., 2013).

A temperatura retal não se mostrou um indicador sensível às variações de temperatura ambiente como constatado em outros estudos, como o de TEIXEIRA (2000). No presente estudo, a temperatura e umidade relativa do ar média no momento da avaliação das variáveis fisiológicas foram de 27,4°C e 67,5% e de 20,1°C e 63,7%, respectivamente, para os períodos quente e frio.



O conforto térmico dos animais de criação é comumente estimado mediante uso de diferentes índices do ambiente térmico (MARAI et al., 2007; HAHN et al., 2009). O comportamento diário do índice de temperatura e umidade calculado para os dois períodos experimentais, totalizou 70 dias de avaliação (Figura 1). Na estação quente os cordeiros tiveram índice de temperatura e umidade acima do limiar ( $ITU = 22,2$ ) em 15 dias, sendo nove dias em estresse moderado e seis dias em estresse severo (MARAI et al., 2007). Para os cordeiros terminados na estação fria foram quatro dias em estresse, sendo dois dias em estresse moderado, um dia em estresse severo e um dia em estresse extremamente severo (MARAI et al., 2007).

Analisando-se o índice de temperatura e umidade horário (Figura 2), verifica-se que na média os cordeiros terminados no verão permaneceram seis horas em estresse calórico, todas classificadas de estresse moderado. Os cordeiros terminados na estação fria a média do índice de temperatura e umidade horário que os cordeiros estavam submetidos esteve sempre abaixo do limiar de 22,2 (MARAI et al., 2007), ambiente ausente de estresse calórico.

PAPANASTASIOU et al. (2015) no Centro-Oeste da Grécia com dados climáticos de seis anos, nos meses de verão avaliaram o potencial do estresse calórico em que os ovinos foram submetidos. Estes autores concluíram ser o verão na região desfavorável à criação de ovinos ao ar livre, visto que, em 82% dos dias as ovelhas enfrentaram ambientes classificados como extremamente severo, em 15% dos dias um ambiente severo, em 2% dos dias moderado e apenas 1% dos dias na ausência de estresse calórico.

No presente estudo, diferente do trabalho de PAPANASTASIOU et al. (2015), os animais estiveram em confinamento coberto durante os 70 dias do período experimental. Aqui os cordeiros criados na estação quente e fria enfrentaram dezessete e quatro dias, respectivamente, com pelo menos uma hora em estresse extremamente severo contra dezoito e quarenta e oito dias considerados na ausência de estresse. Estes números mostram a diferença climática entre os dois períodos de terminação, com o período quente menos adequado à criação de cordeiros produtores de carne. As horas avaliadas em relação ao bem-estar dos cordeiros de

acordo com o índice de temperatura e umidade, verifica-se estarem 27,7% e 6,5% em estresse calórico os cordeiros terminados na estação quente e fria, respectivamente, com a incidência de estresse tendo pico de ocorrência entre 14h30 às 16h30 para o verão e às 16h30 no inverno (Figura 3).

A frequência respiratória e a temperatura na região ocular dos cordeiros terminados na estação quente correlacionam-se positivamente com o índice de temperatura e umidade, com valores de  $P < 0,01$ ;  $r = 0,99$  e  $P < 0,05$ ;  $r = 0,97$ ), respectivamente, (Tabela 5). Para os mesmos animais, a temperatura ocular também mostrou correlação com a frequência respiratória ( $P < 0,01$ ;  $r = 0,99$ ). Isso evidencia ser possível correlacionar conforto térmico dos animais com a frequência respiratória e a temperatura ocular juntamente com o índice de temperatura e umidade (MARTINS, 2011). Com os animais terminados no inverno, apenas a frequência respiratória apresentou correlação significativa ( $P < 0,01$ ;  $r = 0,99$ ) com o índice de temperatura e umidade. Para estes animais, diferentemente dos terminados no período quente verificou-se associação positiva ( $P < 0,05$ ;  $r = 0,95$ ) entre temperatura retal e temperatura ocular.

As diferenças de conforto térmico relativo à condição ambiental representado pelo Índice de Temperatura e Umidade e pela expressão das variáveis fisiológicas avaliadas na estação quente e fria provocaram respostas modestas quanto ao desempenho e ao comportamento dos cordeiros, caracterizando a capacidade adaptativa da espécie. Diminuições contundentes de desempenho seriam uma realidade em condições de estresse calórico severo nas principais espécies de criação, como acontece quando da ocorrência de ondas de calor que perduram por vários dias e até semanas (St. PIERRE et al., 2003; MARAI et al., 2007; INDU et al., 2015).

Cordeiros terminados no inverno apresentaram maior peso vivo corporal final comparado aos terminados no verão ( $P < 0,0001$ ; Tabela 6). Entretanto, não houve diferença significativa no ganho médio diário durante os períodos de terminação ( $P > 0,05$ ). Os dados contrastam com os obtidos por SEN et al. (2013) ao trabalhar com borregas da raça Karayaka,

nascidas durante o outono e alimentadas em regime de confinamento no pós-desmame (terminação dos 90 a 150 dias), as quais apresentaram menor ganho de peso até o abate ( $158,2 \text{ g d}^{-1}$ ) quando comparadas as nascidas no inverno ( $200,8 \text{ g d}^{-1}$ ). Os autores atribuem as diferentes performances de crescimento aos climas diferentes entre as estações de nascimentos. Porém, no estudo de SEN et al. (2013), no período de terminação a temperatura média oscilou entre 3 e  $8^{\circ}\text{C}$  para as borregas nascidas no outono e entre 13 a  $21^{\circ}\text{C}$  para as nascidas no inverno. No presente estudo as temperaturas de terminação para animais terminados na estação quente variaram de  $21,0$  a  $26,1^{\circ}\text{C}$  e de  $14,4$  a  $16,7^{\circ}\text{C}$  para animais terminados na estação fria. Na estação quente, como pode ser visto nas Figuras 1 e 2, essas temperaturas quando associadas a umidade relativa do ar provocaram relativo desconforto térmico nos animais.

Os ganhos de peso no pós-desmame de cordeiros são dependentes de fatores externos, dentre os quais, o clima assume grande importância. Quando a criação é desenvolvida nos períodos mais quentes a influência é maior, pois o calor afeta o desempenho animal (NEIVA et al., 2004). De uma forma geral, nesta fase de criação, ganhos de peso entre  $0,100$  a  $0,300 \text{ g d}^{-1}$  são comuns para cordeiros (PIRES et al., 2000; CARVALHO et al., 2007, 2008; LOPES, 2014).

A avaliação do consumo de matéria seca dos cordeiros em relação à % de peso vivo e ao consumo por unidade de peso metabólico ( $\text{PV}^{0,75}$ ), não diferiram entre as épocas de terminação dos cordeiros ( $P > 0,05$ ; Tabela 5). Os consumos de matéria seca mostram-se elevados quando comparados aos de outros autores (PIRES et al., 2000; CARVALHO et al., 2008; CARVALHO et al., 2014). Valores similares aos do presente estudo, com consumo de 4,6% do peso corporal e  $105 \text{ g PV}^{0,75^{-1}}$ , foram relatados com cordeiros da raça Santa Inês com peso médio inicial de 18 e 20 kg por (TEIXEIRA, 2000). Este autor manteve também, os cordeiros em confinamento coberto, sendo alimentados com feno de capim elefante e concentrado, porém em relação 70:30. Os valores de consumo de matéria seca em porcentagem de peso vivo no presente estudo condizem com as estimativas do NRC (2007) para cordeiros com ganhos moderados de crescimento.

Vários fatores podem alterar o consumo e conseqüentemente o desempenho dos animais. A composição, as características ou a natureza da dieta disponível podem restringir o consumo alimentar (PEREIRA et al., 2003). Isso limitará por sua vez o desempenho animal, cuja consequência direta é a redução da eficiência do processo produtivo (LOPES, 2014). Dietas com menor relação volumoso:concentrado (> qualidade) demonstram favorecer um maior consumo, como observado nos trabalhos de TEIXEIRA (2000) e CARVALHO et al. (2008), onde dietas com maior nível de concentrado apresentaram maior consumo de matéria seca de 4,6 e 3,88%, respectivamente.

Durante a fase de terminação dos cordeiros verificou-se diminuição na eficiência alimentar de 12,8% e 20,4% para os cordeiros terminados na estação fria e quente, respectivamente (Tabela 6). A perda de eficiência alimentar verificada nos cordeiros criados na estação quente por certo é reflexo do desconforto térmico vivenciado pelos mesmos (Figuras 1 e 2), que aumenta a taxa metabólica via termorregulação (MARAI et al., 2007). A menor eficiência dos cordeiros com o passar do tempo se deve ao aumento da idade, onde os mesmos vão perdendo eficiência para ganho de peso (PIRES et al., 2000). A perda de eficiência se deve em parte, às maiores necessidades de manutenção e custo em depositar gordura com o aumento de peso e idade (CABRAL et al., 2008). Estes autores verificaram conversões alimentares de 4,75 com pesos corporais entre 30 e 35 kg, aumentando para 6,70 quando o peso corporal aumentou para 40 a 45 kg. Para CAVALCANTE (2003) melhores desempenhos alimentares podem ser obtidas com o uso de alimentos de boa qualidade e animais em fase adequada para acabamento. Este recomenda em torno de 15 kg de peso vivo, pelo fato destes serem mais eficientes na conversão do alimento em tecido muscular.

Os valores de eficiência alimentar de 0,144 e 0,152 para verão e inverno, respectivamente, podem ser considerados baixos para a categoria em estudo. LOPES (2014) ao avaliar cordeiros cruza Suffolk x (Lacaune x Ovelhas aptidão carne) encontrou eficiência alimentar de 0,12 ao alimentá-los exclusivamente com feno de alfafa. O mesmo autor, ao ofertar

uma dieta composta por 50% feno de alfafa e 50% de concentrado (aveia) elevou a eficiência para 0,19, e ao utilizar uma dieta com 100% de concentrado (aveia + correção para proteína e minerais) elevou a eficiência para 0,23, concluindo que o tipo de alimentação influencia na eficiência alimentar de cordeiros confinados.

Os índices de eficiência biológica (Tabela 6) mostram que não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre os lotes de cordeiros para eficiência alimentar e pela relação de Kleiber. Já para consumo alimentar residual houve diferença ( $P < 0,05$ ) entre as estações climáticas. O consumo alimentar residual independe do ganho de peso, ao passo que a relação de Kleiber é dependente. O consumo alimentar residual mostra-se mais sensível que a relação de Kleiber e a eficiência alimentar em detectar diferenças nos tratamentos.

A eficiência alimentar avaliada pelo consumo alimentar residual mostra que os cordeiros terminados no inverno foram mais eficientes na utilização do alimento quando comparados aos terminados no verão. Esta maior eficiência possivelmente é decorrente das melhores condições de conforto térmico.

PAULA et al. (2013) ao trabalhar com cordeiros Ile de France com 115 dias de idade, peso de 31,3 kg e alimentados com 30% de volumoso (feno de azevém picado) e 70% de concentrado, obtiveram valores de 0,133 e de -0,137 para os animais de alto e baixo consumo alimentar residual, respectivamente. Para ROCHA (2016) e FIDELIS et al. (2017), a maior eficiência alimentar é importante considerando o impacto econômico e ambiental da alimentação nos sistemas de produção.

Com o desconforto térmico evidenciado pela frequência respiratória, temperatura na região ocular (Tabela 4) e pelo número de dias e horas diárias em que os cordeiros estiveram submetidos (Figuras 1 e 2) levou os cordeiros a um maior gasto de energia no processo de termorregulação (FUQUAY, 1981; MARAI et al., 2007). Os menores valores de CAR mostram que os animais consomem menos para ter o mesmo ganho de peso em um dado tamanho

metabólico, significando terem estes animais menor exigência de manutenção e crescimento (MURDOCH et al., 2005 apud MELLO, 2007).

O comportamento apresentado pelo animal pode ser considerado um indicador do grau de conforto térmico em que o mesmo se encontra (BROOM; MOLENTO, 2004). Alterações no comportamento são os primeiros sinais visíveis desencadeados por alterações hormonais em decorrência do estresse calórico (SILVA et al., 2016). No presente estudo, o comportamento dos animais para as principais variáveis é mostrado na Figura 4. Os tempos de alimentação, ruminação e ócio não foram influenciados pela estação climática na terminação dos animais (Tabela 7), caracterizando neste aspecto o fraco efeito do clima da região e do ano da avaliação sobre os animais.

Em caso de estresse calórico severo, naturalmente os animais reduzem a ingestão de alimento, o metabolismo e a consequente produção de calor (NIENABER; HAHN, 2004; MARAI et al., 2007; INDU et al., 2015), com reflexos importantes no desempenho dos animais (MARAI et al., 2007; BERNABUCCI et al., 2009; KUMAR et al., 2011). Além das condições climáticas, muitas outras causas podem levar a mudanças no comportamento ingestivo dos animais como o efeito da composição da dieta (CARVALHO et al., 2014).

O tempo em pé ou deitado dos cordeiros durante os confinamentos não diferiu entre as estações climáticas ( $P > 0,05$ ), demonstrando também que o impacto do clima sofrido pelos animais terminados na estação quente não foi suficiente para alterar este item do comportamento. Normalmente, era de se esperar maior tempo em pé de cordeiros em desconforto térmico (LIMA et al., 2014). Embora, bovinos e ovinos produzam cerca de 10% a mais de calor corporal quando os mesmos estão em pé do que quando deitados (HAFEZ, 1973).

O consumo de água dos cordeiros terminados no verão por unidade de consumo de matéria seca foi 36,6% superior ( $P < 0,05$ ) comparado ao lote de cordeiros terminados na estação fria (Tabela 7). Este maior consumo de água dos animais terminados na estação quente era esperado por ser a água importante na termorregulação dos mesmos. São recorrentes aumentos

de consumos de água quando os animais passam de uma condição termoneutra para condição de estresse calórico (BERNABUCCI et al., 2009; ALHIDARY et al., 2013).

Os cordeiros terminados na estação fria demonstraram maior eficiência na atividade de alimentação e na ruminação com superioridade de 17,0 e 18,7% ( $P < 0,05$ ; Tabela 6), respectivamente, quando comparados aos da estação quente. O tempo de mastigação total não diferiu ( $P > 0,05$ ) entre as estações climáticas. Isso se explica pela eficiência na alimentação e ruminação. O conhecimento das alterações no comportamento dos animais em diferentes condições de clima é importante na avaliação e adequação de práticas de manejo dos animais de criação com vistas à melhoria na eficiência produtiva (NEIVA et al., 2004; MARAI et al., 2007; CARVALHO et al., 2014; GUEDES et al., 2015).

A fraca influência negativa do clima na performance dos diferentes lotes de cordeiros pode ser atribuída a moderada magnitude de seus principais fatores (temperatura e umidade do ar). Reforçam esta constatação cinco outras possíveis causas: a tolerância dos ovinos aos fatores do clima (STARLING et al., 2002; MARAI et al., 2007; OSÓRIO et al., 2009); novas estratégias homeoréticas de enfrentamento ao problema do estresse calórico (BAUMGARD; RHOADS, 2012); dieta (silagem + concentrado) tem baixa produção de calor metabólico e fermentativo (MÜLLER, 1989; PIRES, 2006); a ingestão de alimento pode não ser afetada quando o estresse calórico for de curta duração e as condições do clima permitem a recuperação especialmente à noite (GAUGHAN et al., 2002). Parece ter sido o que realmente ocorreu neste estudo durante a estação quente: o estresse calórico dos cordeiros foi vivenciado diariamente por seis horas e a temperatura média noturna era de 20,8°C. Os dados do comportamento ingestivo mostram que não houve importantes diferenças na atividade de alimentação entre os lotes de cordeiros durante as 24 horas do dia que pudessem caracterizar compensação dos animais nessa atividade diante de estresse calórico (Figura 4). Como última causa, temos a ação benéfica do vento sobre os animais interferindo positivamente na termorregulação (WOJTAS et al., 2013). Durante os períodos experimentais (estação quente e estação fria) a velocidade do

vento média foi de 2,3 e 2,0 m s<sup>-1</sup> (Tabela 1), respectivamente. Esta brisa leve por certo contribuiu para o processo de termorregulação dos animais.

Os animais no verão mesmo apresentando estresse médio diário por seis horas durante o dia tinham dezoito horas diárias para a recuperação (Figura 2). Isto se dava especialmente à noite quando as condições do clima propiciavam a troca de calor (perda) por radiação. Para IGONO et al. (1992), três a seis horas de temperatura abaixo de 21°C são suficientes para permitir a recuperação do animal do estresse calórico sofrido durante o dia.

Para NIENABER e HAHN (2007), as respostas dos animais variam de acordo com o tipo de mudança térmica, quando esta for de curto período, os animais apresentam mudanças comportamentais, fisiológicas e imunológicas. Quando as mudanças ocorrem por período prolongados causam resposta na performance, isto é, no consumo e na perda de calor com reflexos no crescimento, reprodução e eficiência (BERNABUCCI et al., 2009).

## **Conclusões**

O clima subtropical, característico da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul proporciona condições menos adequadas, especialmente para o conforto dos animais produtores de carne criados na estação quente, evidenciadas pelas variáveis fisiológicas frequência respiratória e temperatura na região ocular, e pelos valores do índice de temperatura e umidade.

O desempenho e comportamento dos cordeiros da raça Texel terminados em confinamento nas condições de clima da Depressão Central, Santa Maria-RS, Brasil mostra ser pouco afetados. No entanto, a eficiência biológica determinada pelo Consumo Alimentar Residual é deprimida pela ação destes fatores durante a estação quente.

A terminação de cordeiros na estação fria no Sul do Brasil mostra-se alternativa técnica interessante e merecedora de consideração para a redução da estacionalidade da produção de ovinos, possibilitando contribuir na viabilização da cadeia da carne ovina.



## Aprovação

O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal (CEEA) da Universidade Federal de Pelotas sob o número 8251, sendo conduzido de acordo com as recomendações de bem-estar animal e abate humanitário.

## Referências Bibliográficas

ALHIDARY, I.A.; SHINI, S.; AL JASSIN, R.A.M.; GAUGHAN, J.B. Physiological responses of Australian Merino wethers exposed to high heat load. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v.90, p.212-220, 2013.

ALVES, E.M.; PEDREIRA, M.S.; OLIVEIRA, C.A.S.; AGUIAR, L.V.; PEREIRA, M.L.A.; ALMEIDA, P.J.P. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com farelo de vagem de algaroba associado a níveis de ureia. *Acta Scientiarum Anim. Sci.*, Maringá, v.32, n.4, p.439-445, 2010.

AMERICAN OIL CHEMIST'S SOCIETY – AOCS. *Official Procedure, Approved Procedure Am 5-04, Rapid determination of oil/fat utilizing high temperature solvent extraction*. Urbana, IL, 2005.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. *Official Methods of Analysis*. 14.ed., Washington, D.C., 1984.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. *Official Methods of Analysis*. 16<sup>th</sup>, 3.ed, AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD, 1997. 1141p.

BAUMGARD, L.H.; RHODS, R.P. Ruminant nutrition symposium: Ruminant production and metabolic responses to heat stress. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v.90, p.1855-1965, 2012.

BERNABUCCI, U.; LACETERA, N.; DANIELI, P.P.; BANI, P.; NORDANE, A.; RONCHI, B. Influence of different periods of exposure to hot environment on rumen function and diet digestibility in sheep. *Int. J. Biometeorol.*, Norfolk, v.53, p.387-395, 2009.

BRASIL – Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). *Normais Climatológicas*. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. Acesso em: 13 mar. 2017a.

BRASIL – Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). *Dados históricos*. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmp>>. Acesso em: 13 mar. 2017b.

BRIDI, A.M. *Instalações e ambiência em produção animal*. 2006. Disponível em: <[www.uel.br/pessoal/ambriid/Bioclimatologiaarquivos/InstalacoeseAmbienciaeProducaoanimal.pdf](http://www.uel.br/pessoal/ambriid/Bioclimatologiaarquivos/InstalacoeseAmbienciaeProducaoanimal.pdf)>. Acesso em: 12 mar. 2014.

BROOM, D.M.; MOLENTO, C.F.M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas – Revisão. *Arch. Vet. Sci.*, Curitiba, v.9, n.2, p.01-11, 2004.

CABRAL, L.S.; SANTOS, J.W.; ZERVOUDAKIS, J.T.; ABREU, J.G.; SOUZA, A.L. RODRIGUES, R.C. Consumo e eficiência alimentar em cordeiros confinados. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, Salvador, v.9, n.4, p.703-714, out/dez., 2008.

CARVALHO, S.; BROCHIER, M.A.; PIVOTO, J.; TEIXEIRA, R.C.; KIELING, R. Ganho de peso, características e componentes não-carcaça de cordeiros da raça Texel terminados em diferentes sistemas alimentares. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.37, n.3, p.821-827, 2007.

CARVALHO, S. DIAS, F.D.; PIRES, C.C.; BRUTTI, D.D. LOPES, J.F.; SANTOS, D.; BARCELOS, R.D.; MACARI, S.; WOMMER, T.P.; GRIEBLER, L. Comportamento ingestivo de cordeiros Texel e Ideal alimentados com casca de soja. *Arch. Zootec.*, Córdoba, v.63, n.241, p.55-64, 2014.

CARVALHO, S.; VARGAS, T.D.; DALTROZO, F.D.; KIELING, R. Consumo de nutrientes, ganho de peso e conversão alimentar de cordeiros terminados em confinamento com dietas contendo diferentes níveis de energia. *Rev. Bras. Agrociência*, Pelotas, v.14, n.4, p.86-90, 2008.

CAVALCANTE, A.C.R.; BOMFIM, M.A.D.; BARROS, N.N.; VASCONCELOS, V.R.; REIS, R.A. Efeito de níveis de concentrado sobre consumo e conversão alimentar em cordeiros da raça Somalis. *Embrapa Caprinos e Ovinos*, Sobral, p.01-04, 2003. Disponível em: <<https://cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/42477/1/AACC-Efeito-de-niveis.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2017.

De VRIES, A. La economía del estrés por calor: Implicaciones para el manejo. *Extension*, Kansas City, p.01-10, jan. 2016. Disponível em: <<file:///c:/users/6382868/Downloads/articles.extension.org-La%20Economia%20del%20Estrés%20por%20Calor%20Implicaciones%20para%20Manejo.pdf>>. Acesso em: 19 maio 2017.

ELOY, Â.M. X. *Estresse na produção animal*. Comunicado Técnico. EMBRAPA. Sobral, dez. 2007. 7p.

FIDELIS, H.A.; BONILHA, S.F.M.; TEDESCHI, L.O.; BRANCO, R.H.; CYRILLO, J.N.S.G.; MERCADANTE, M.E.Z. Residual feed intake, carcass traits and meat quality in Nelore cattle. *Meat. Sci.*, Savoy, v.128, p.34-39, 2017.

FUQUAY, J.W. Heat stress as it affects animal production. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v.52, n.1, p.164-174, 1981.

GAUGHAN, J.B.; MADER, T.L.; HOLT, S.M.; HAHN, G.L.; YOUNG, B.A. Review of current assessment of cattle and microclimate during periods of high heat load. *Anim. Prod. Aust.*, Wagga Wagga, v.24, p.77-80, 2002.

GUEDES, L.F.; SANTOS, D.; BORGES, I.; ALVES, L.R.N.; ANDRÉ JR, J. Efeito do processamento sobre o desempenho de cordeiros e cabritos. *Nutri-Time*, Viçosa, v.12, n.6, p.4441-4446, nov/dez. 2015.

HAFEZ, E.S.E. *Adaptación de los animales domésticos*. Ed. Labor, Barcelona, 1973. 563p.

HAHN, G. L.R.; GAUGHAN, J.B.; MADER, T.L.; EIGENBERG, R. A. Thermal indices and their applications for livestock environments. Chapter 5. p.113-130. In: De SHAZER, J.A. *Livestock Energetics and Thermal Environmental Management*. ASABE – American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

IGONO, M.O.; BJOTVET, G.; SANFORD, H.T.C Environmental profile and critical temperature effects on milk production of Holstein cows in desert climate. *Int. J. Biometeorol.*, Norfolk, v. 36, p.77-87, 1992.

INDU, S.; SEJIAN, V.; KUMAR, D.; PAREEK, A.; NAQVI, S.M.K. Ideal proportion of roughage and concentrate for Malpura ewes to adapt and reproduce in a semi-arid tropical environment. *Trop. Anim. Health Prod.*, Berlin, v.47, p.1487-1495, 2015.

KLEIBER, M. Problems involved in breeding for efficiency of food utilization. In: AMERICAN SOCIETY ANIMAL PRODUCTION, 29, 1936, Madison, WI. *Proceedings...* Madison: Wisconsin University, p.247-258, 1936.

KUMAR, B.V.S.; AJEET, K; MEENA, K. Effect of heat stress in tropical livestock and different strategies for its amelioration. *J. Stress Physiology & Biochemistry*, Irkutsk, v.7, n.1, p.45-54, 2011.

LIMA, C.B.; COSTA, T.G.P. NASCIMENTO, T.L.; LIMA JR, D.M.; SILVA, M.J.M.S.; MARIZ, T.M.A. Comportamento ingestivo e respostas fisiológicas em pastejo no semiárido. *J. Anim. Behav. Biometeorol.*, Mossoró, v.2, n.1, p.26-34, 2014.

LOPES, J. F. *Eficiência alimentar, características da carcaça e qualidade da carne de cordeiros alimentados com volumoso e/ou concentrado*. 2014. 121f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. Disponível em: <<http://repositorio.ufsm.br/handle/1/10861>>. Acesso em: 27 set. 2017.

MAHJOUBI, E.; AMANLOU, H.; ALAMOUTI, H.R.M.; AGHAZIARATI, N.; YAZDI, M.H.; NOORI, G.R.; YUAN, K.; BAUMGARD, L.H. The effect of cyclical and mild heat stress on productivity and metabolism in Afshari lambs. *J. Anim. Sci*, Champaign, v.92, p.1007-1014, 2014.

MARAI, I.F.M.; DARAWANY, A.A.; FADIEL, A.; HAFEZ, M.A.M.A, Physiological traits as affected by heat stress. *Small Ruminant Research*, Amsterdam, v.71, p.01-12, 2007.

MELLO, R.O. *Eficiência produtiva e econômica, características da carcaça e qualidade da carne de bovinos mestiços confinados e abatidos com diferentes pesos corporais*. 2007. 161f. Tese (Doctor Scientiae em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fibre in feeds with refluxing beakers or crucibles: collaborative study. *J. of AOAC International*, Rockville, v.85, p.1217-1240, 2002.

MORENO, J.A. *Clima do Rio Grande do Sul*. Secretaria da Agricultura – Secção de Geografia. Porto Alegre, 1961. 41p.

MÜLLER, P.B. *Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos*. 3.ed., Porto Alegre: Sulina, 1989. 262p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, goats, and new world camelids**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 384p.

NIENABER, J.A.; HAHN G. L. Engineering and management practices to ameliorate livestock heat stress. *Meat Abstract Proceedings*, Int'l Symp. GIGR New Trends in Farm Buildings, Evora-Portugal, v.6, p.1-18, May, 2004.

NEINABER, J.A.; HAHN, G.L. Livestock production system management responses to thermal challengs. *Int. J. Biometeorol*. Norfolk, v.52, p.149-157, 2007.

NEIVA, J.N.M.; TEIXEIRA, M.; TURCO, S.H.N.; OLIVEIRA, S.M.P.; MOURA, A.A.A.N. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa

Inês em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.33, n.3, p.668-678, 2004.

OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M.; SAÑUDO, C. Características sensoriais da carne ovina. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.38, (nº esp.), p.01-10, 2009.

PAPANASTASIOU, D.K.; BARTZANAS, T.; KITTAS, C. Classification of potential sheep heat-stress levels according to the prevailing meteorological conditions. *Agric. Eng. Int: CIGR Journal*, Pequim, Special issue, p.57-64, 2015.

PAULA, E.F.E.; MONTEIRO, A.L.G.; SOUZA, D.F.; PRADO, O, R.; NOMURA, T.M.; STIVARI, T.S.S.; SILVA, C.J.A.; SANTANA, M.H.A. Consumo alimentar residual e sua relação com medidas de desempenho e eficiência e características *in vivo* da carcaça de cordeiros. *Arq. Bras. Med. Vet.*, Viçosa, v.65, n.2, p.566-72, 2013.

PEREIRA, E.S.; ARRUDA, A.M.V.; MIZUBUTI, I.Y.; SILVA, L.D.F. Consumo voluntário em ruminantes. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v.24, n.1, p 191-196, 2003.

PIRES, M.F.A. *Manejo nutricional para evitar o estresse calórico*. Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora, MG. Comunicado Técnico nº52, nov. 2006. 4p. Disponível em: <<https://docs.ufp.br/~freitasjaf/artigos/manestresescal.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2017.

PIRES, C.C.; SILVA, L.F.; SCHLICK, F.E.; GUERRA, D.P.; BISCAINO, G.; CARNEIRO, R.M. Cria e terminação de cordeiros confinados. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.30, n.5, p.01-07, 2000.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura. Departamento de Pesquisa. Instituto de Pesquisas Agronômicas. *Observações Meteorológicas no Estado do Rio Grande do Sul*, (Boletim Técnico). Porto Alegre, 1979. 270p.

ROCHA, R.F.A.T. *Consumo alimentar residual em cordeiros mestiços Texel*. 2016. 51f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Matogrosso do Sul, Campo Grande. Disponível em: <[posgraduacao.ufms.br/portal/trabalho-arquivos/download/3041](https://posgraduacao.ufms.br/portal/trabalho-arquivos/download/3041)>. Acesso em: 01 maio 2107.

SAINZ, R.D.; OBTJEN, J.W. Incorporation of a variable maintenance coefficient into calculations of residual feed intake. Proceedings of the Meeting of Animal Science Modelling Group. *Can. J. Anim. Sci.*, Ottawa, v.95, p.633-643, 2015.

SAS University Edition. SAS Institute Inc. Disponível em: <[https://www.sas.com/pt\\_br/software/university-edition.html](https://www.sas.com/pt_br/software/university-edition.html)>. Acesso em: 10 ago. 2017.

SEN, U.; KURAN, M.; ENSOY, U. Growth performance, carcass and meat quality of Karayaka female lambs born in different seasons. *Archiv. Tierzucht*, Dummerstorf, v.56, n.3, p.315-327, 2013.

SENGER, C.C.D.; KOSLOSKI, G.V.; SNACHEZ, L.B.; MESQUITA, F.R.; ALVES, T.P.; CASTAGNINO, D.S. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. *Anim. Feed Sci. and Technology*, Amsterdam, v.46, n.1 p.169-174, 2008.

SILVA, M.R.; SOUZA, B.B.; GUIMARÃES, L.J; COSTA, D.F.; ROCHA, E.D.; SOUTO, D.V.O.; SILVA, E.M.N. Estresse térmico e sua influência na fisiologia hormonal de pequenos ruminantes. *J. Anim. Behav. Biometeorol.*, Mossoró, v.4, n.2, p.50-54, 2016.

SOUZA, B.B.; ANDRADE, I.S.; PEREIRA FILHO, J.M. SILVA, A.M.A. Efeito do ambiente e da suplementação no comportamento alimentar e no desempenho de cordeiros no semiárido. *Revista Caatinga*, Mossoró, v.24, n.1, p.123-129, 2011.

SOUZA, B.B.; BATISTA, N.L. Os efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia animal. *Agrop. Cient. Semiárido – ACSA*, Campina Grande, v.8, n.3, p.06-10, 2002.

STARLING, J.M.C.; SILVA, R.G.; MUÑOZ, M.C.; BARBOSA, G.S.S.C.; COSTA, M.J.R.P. Análise de algumas variáveis fisiológicas do grau de adaptação de ovinos submetidos ao estresse por calor. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.31, n.5, p.2070-2077, 2002.

St. PIERRE, N.R.; COBANOU, B.; SCHNITKEY, G. Economic losses from heat stress by US livestock industries. *J. Dairy Sc.*, Champaign, v.86 (E. Suppl.), p. E52–E77, 2003.

TEIXEIRA, M. *Efeito do estresse climático sobre parâmetros fisiológicos e produtivos em ovinos*. 2000. 73f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. Disponível em:

[file:///C:/Users/PCCLI/Downloads/EFEITO DO ESTRESSE CLIMATICO SOBRE PAR AMETROS\\_FISI.pdf](file:///C:/Users/PCCLI/Downloads/EFEITO_DO_ESTRESSE_CLIMATICO SOBRE PAR AMETROS_FISI.pdf). Acesso em: 22 nov. 2017.

WOJTAS, K.; CWYNAR, P.; KOLACZ, R.; KUPCZYNSKI, R. Effect of heat stress on acid-base balance in Polish Merino sheep. *Archiv. Tierzucht.*, Dummerstorf, v.56, n.9, p. 917-923, 2013.

Tabela 1 - Dados históricos do clima (1988-2016) e médias das principais variáveis climatológicas registradas no município de Santa Maria - RS durante o período experimental (Estação quente e Estação fria).

Variáveis climatológicas							
Mês	T.Média (°C)	T.Máx. (°C)	T.Mín. (°C)	UR (%)	V.Vento (m seg <sup>-1</sup> )	Precip. (mm)	Insol. (h)
<i>Estação quente</i>							
Novembro	20,8±2,0	25,6±2,4	16,9±2,3	77,6±9,4	2,6±0,8	164,3	5,28±4,9
Dezembro	23,7±2,0	28,6±2,2	19,7±2,1	80,4±8,7	2,1±0,9	336,0	5,89±4,5
Janeiro	25,6±2,0	31,5±1,8	20,8±1,6	74,5±8,9	2,2±0,6	101,9	7,22±4,5
Médias 1*	23,4±2,4	28,6±3,0	19,1±2,0	77,5±3,0	2,3±0,3	200,7	5,34±4,2
Médias 2**	23,5±1,5	29,8±1,9	18,4±1,3	71,0±2,2	2,2±0,1	148,5±2	7,83±0,8
<i>Estação fria</i>							
Julho	13,6±5,0	19,7±4,9	10,0±4,8	82,4±10,9	2,1±0,8	95,3	5,10±3,3
Agosto	15,6±4,0	22,8±4,1	10,9±4,1	80,3 ± 8,4	1,8±0,7	123,2	5,26±3,7
Setembro	15,5±3,0	22,4±2,7	10,4±2,5	75,8 ± 8,2	2,2±0,8	53,0	7,86±3,7
Médias 1*	14,9±1,1	21,6±1,7	10,4±0,4	79,5 ± 3,4	2,0±0,2	90,5	6,00±3,6
Médias 2**	15,1±1,7	21,3±1,7	10,7±1,7	80,0 ± 1,7	2,1±0,7	130,9±2	5,21±0,5

Fonte: INMET (BRASIL, 2017b); base dados Rede SULFLUX - Laboratório de micrometeorologia /UFSM.

\*Médias 1 -Médias climatológicas durante o período experimental (Estação quente e Estação fria). \*\* Médias 2 - Médias climatológicas históricas do período experimental registradas no município de Santa Maria - RS.

Tabela 2 - Composição química (% MS) dos alimentos utilizados na formulação das dietas.

Item	Estação quente				Estação fria			
	Silagem de milho	Milho	Farelo de soja	Calcário Calcítico	Silagem de milho	Milho	Farelo de soja	Calcário Calcítico
MS	24,43	86,82	84,74	100	22,58	87,46	88,76	100
MO	93,00	98,78	93,15		92,79	94,96	88,84	
MM	7,00	1,22	6,85	*	7,21	5,04	11,16	*
PB	7,77	9,34	53,62		8,72	9,34	52,67	
FDN	51,75	12,60	16,31		47,87	12,31	8,61	
FDA	25,05	2,13	7,03		25,75	1,85	4,93	
EE	2,79	3,60	1,99		2,79	3,60	1,99	
NDT	59,81	84,22	77,74		59,91	84,22	77,74	

\*34,0% de Ca e 0,02% de P.

MS= Matéria seca; MO= Matéria orgânica; MM= Matéria mineral; PB= Proteína bruta; FDN= Fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido; EE= Extrato etéreo; NDT= Nutrientes digestíveis totais.



Tabela 3 - Proporção dos ingredientes (%MS) e composição bromatológica das dietas experimentais.

Ingrediente	Tratamento	
	Estação quente	Estação fria
Silagem de milho	50,00	50,50
Milho quebrado	25,46	25,52
Farelo de soja	23,39	22,83
Calcário calcítico	1,15	1,15
<i>Composição bromatológica</i>		
MS	55,29	55,14
MO	93,44	91,38
PB	18,81	18,81
EE	2,78	2,78
FDN	32,90	29,28
FDA	14,71	14,60
EL	1,58	1,58
CHT	71,85	69,78
CN	38,95	40,50
CIN	6,56	8,62
NDT	69,53	69,50
Ca	0,63	0,63
P	0,29	0,29

MS=Matéria seca; MO= Matéria orgânica; PB= Proteína bruta; EE= Extrato etéreo; FDN= Fibra em detergente neutro; FDA= Fibra em detergente ácido; EL= Energia líquida; CHT= Carboidratos totais; CNE= Carboidratos não estruturais; CIN= Cinzas; NDT= Nutrientes digestíveis totais; Ca= Cálcio; P= Fósforo.

Tabela 4 - Variáveis fisiológicas de cordeiros da raça Texel durante a terminação na Estação quente e Estação fria.

Variáveis fisiológicas	Tratamento		P	CV	Erro Padrão
	Estação	Estação			
	quente	fria			
Frequência respiratória, mov. min <sup>-1</sup>	131,92	72,34	0,0001	30,287	7,20
Temperatura retal, °C	39,38	39,48	0,2152	0,414	0,037
Temperatura da região ocular, °C	37,69	37,07	0,0028	1,228	0,105

Tabela 5 - Coeficientes de correlação de Pearson entre índice de temperatura e umidade e variáveis fisiológicas de cordeiros terminados na estação quente (acima da diagonal) e estação fria (abaixo da diagonal).

	ITU	FR	TR	TO
ITU		<b>0.9931</b>	0.7235	<b>0.9707</b>
		<b>0.0068</b>	0.2764	<b>0.0293</b>
FR	<b>0.9933</b>		0.7949	<b>0.9910</b>
	<b>0.0068</b>		0.2051	<b>0.0089</b>
TR	0.8499	0.8710		0.8680
	0.9932	0.1290		0.1320
TO	0.9053	0.9422	<b>0.9534</b>	
	0.0946	0.0577	<b>0.0465</b>	

Tabela 6 - Pesos vivos inicial e final, ganho médio diário, consumos de matéria seca em % do peso vivo e em relação ao peso metabólico, eficiência alimentar, reação de Kleiber e consumo alimentar residual de cordeiros da raça Texel terminados em confinamento em duas estações climáticas.

Variáveis	Tratamento		P	CV	Erro
	Estação	Estação			
	quente	fria			
Peso vivo inicial, kg	20,570	23,056	0,0400	12,353	0,616
Peso vivo final, kg	32,650	38,144	0,0001	13,380	1,082
Ganho médio diário, kg	0,172	0,216	0,0567	21,880	0,010
Consumo matéria seca, %PV	4,530	4,610	0,3942	10,537	0,110
Consumo mat. seca por PV <sup>0,75</sup> , g kg <sup>-1</sup>	102,638	108,446	0,5395	10,980	2,655
Eficiência alimentar	0,144	0,152	0,3956	11,923	0,004
Reação de Kleiber	14,774	16,485	0,2223	15,856	0,567
Consumo Alimentar Residual	0,023	0,018	-0,0153	-	-

Tabela 7 – Comportamento ingestivo de cordeiros da raça Texel durante a Estação quente e Estação fria.

Variáveis do comportamento	Tratamento		P	CV	Erro
	Estação	Estação			Padrão
	quente	fria			
Tempo de Alimentação, min dia <sup>-1</sup>	198,4	190,5	0,4937	9,726	0,301
Tempo de Ruminação, min dia <sup>-1</sup>	569,4	542,3	0,1522	5,829	0,517
Tempo de ócio, min dia <sup>-1</sup>	672,2	706,9	0,0795	4,987	0,547
Tempo deitado, min dia <sup>-1</sup>	971,1	1012,2	0,4095	6,544	1,033
Tempo em pé, min dia <sup>-1</sup>	468,9	427,8	0,4095	14,425	1,033
Consumo de água, L kgMS <sup>-1</sup>	2,73	1,73	0,0025	31,355	0,162
<b>Índices ingestivos</b>					
Eficiência alimentação, gMS h <sup>-1</sup>	373,96	450,50	0,0308	20,880	19,651
Eficiência ruminação, gMS h <sup>-1</sup>	128,32	157,76	0,0061	16,908	5,518
Tempo mastigação total, % dia	53,32	50,91	0,0795	4,571	0,547

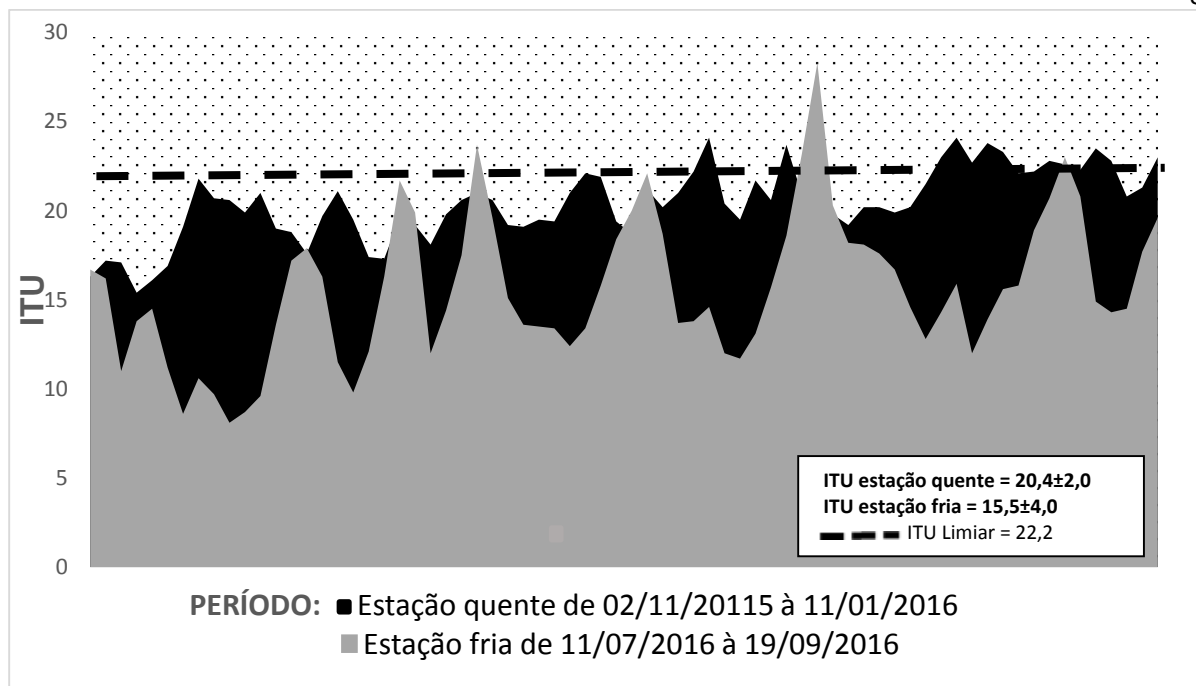


Figura 1 - Índice de Temperatura e Umidade diário dos períodos quente e frio durante a terminação dos cordeiros.

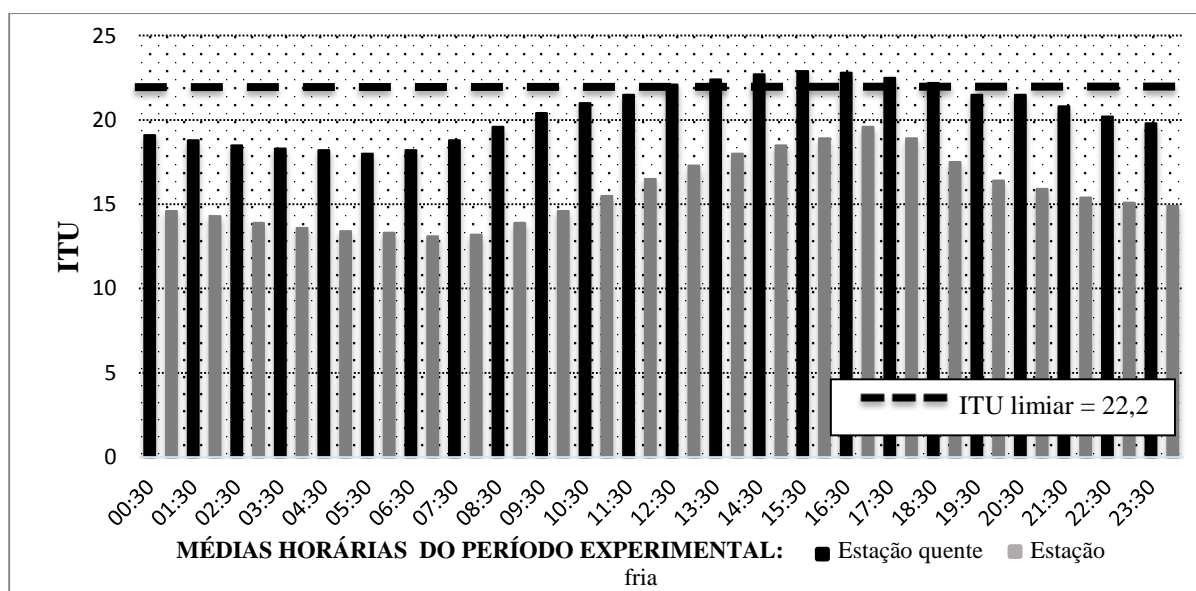


Figura 2 - Índice de Temperatura e Umidade médio horário para cordeiros terminados na Estação quente e Estação fria.

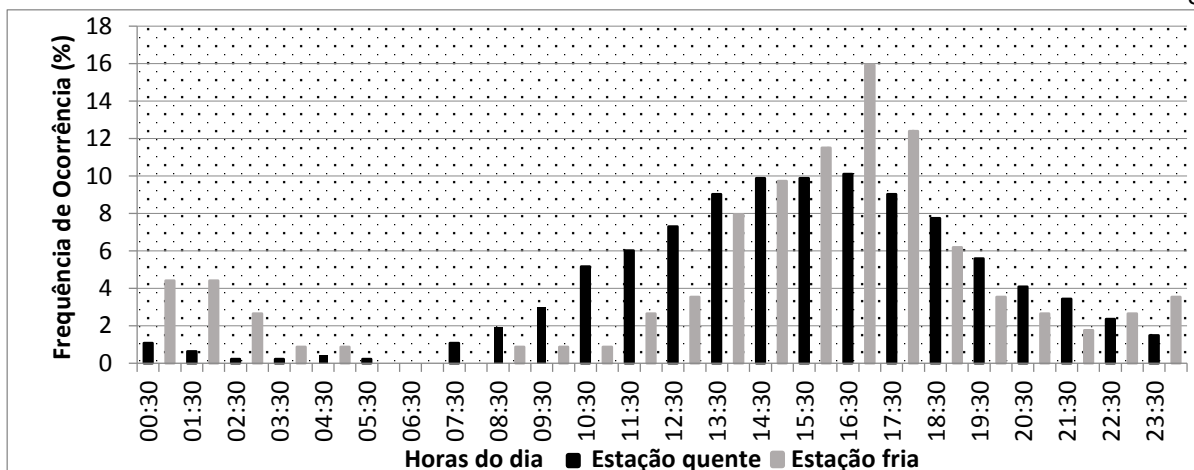


Figura 3 - Frequência de ocorrência de estresse calórico horário em cordeiros Texel terminados na Estação quente e Estação fria.

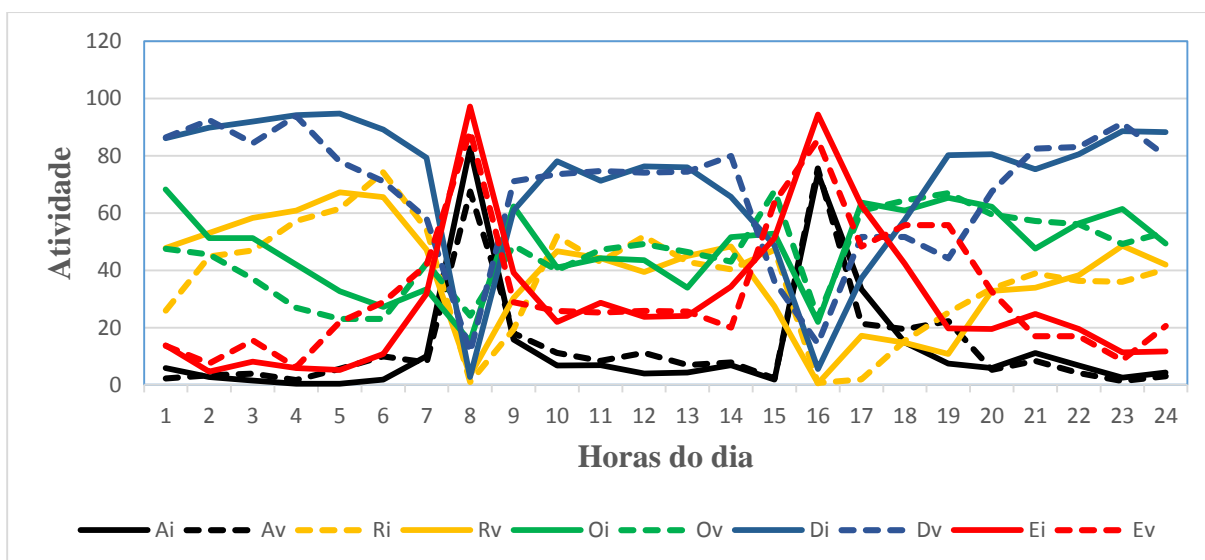


Figura 4 – Linhas mostrando o comportamento de cordeiros terminados na Estação quente (q) e Estação fria (f) para as variáveis de Alimentação (A), Ruminação (R), Ócio (O), Deitado (D) e Em Pé (E).

## **Capítulo 2**

### **Manuscrito 2**

#### **Conforto térmico e qualidade física da carne de cordeiros abatidos em duas estações climáticas<sup>4</sup>**

#### **Thermal comfort and meat quality of lamb slaughtered at two climatic seasons**

Volmir Antonio Polli; \*\*<sup>5</sup> Ricardo Zambarda Vaz<sup>6</sup>

---

<sup>1</sup> Manuscrito de acordo com as normas de publicação da Revista Semina: Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Londrina (Anexo A).

<sup>5</sup> Professor do Ensino Básico Técnico e Tecnológico do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM. Doutorando em Ciências, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas - UFPel.

<sup>6</sup> Professor do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas – UFPel.

## **Conforto térmico e qualidade da carne de cordeiros abatidos em duas estações climáticas**

### **Thermal comfort and meat quality of lamb slaughtered at two climatic seasons**

**Resumo:** O estudo avaliou o conforto térmico de cordeiros abatidos em duas estações climáticas (quente e fria) e seus efeitos sobre a qualidade da carne. Foram utilizados 20 cordeiros da raça Texel castrados com idade média de 160 dias. Os animais foram terminados em confinamento. O conforto térmico dos cordeiros avaliado pela frequência respiratória e a temperatura ocular entre os lotes de cordeiros foi diferente ( $P < 0,01$ ). A temperatura retal não mostrou diferença estatística ( $P > 0,05$ ). O índice de temperatura e umidade na última semana pré-abate e durante período de jejum mostrou que os cordeiros abatidos na estação fria não vivenciaram estresse algum. Os cordeiros abatidos na estação quente vivenciaram 51,8% das horas em estresse calórico, durante 13h do dia. No jejum, estes cordeiros viveram 72% das horas em estresse calórico. Mesmo com estas diferenças de conforto térmico entre os lotes de cordeiros, a carne foi pouco afetada em suas principais características físicas. O pH na hora zero, quatro e 24 horas pós-abate não diferiu entre os lotes de cordeiros ( $P > 0,05$ ). As perdas por descongelamento foram maiores para a carne de cordeiros abatidos na estação quente ( $P < 0,05$ ). No cozimento as perdas foram maiores ( $P < 0,01$ ) para os cordeiros abatidos na estação fria (26,6 vs 20,9%). As características relacionadas a maciez na carne não diferiram ( $P > 0,05$ ). A carne de cordeiros abatidos no período quente se apresentou mais escura. A coordenada  $L^*$  não diferiu ( $P > 0,05$ ), com  $a^*$  e  $b^*$  sendo diferentes ( $P < 0,05$ ). Os fatores do clima das condições prevalentes da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul têm baixo efeito sobre as principais características físicas da carne de cordeiros da raça Texel, mostrando a boa adaptação desta categoria e espécie animal.



**Palavras-chave:** Comprimento do Sarcômero. Dureza. Estresse Calórico. Qualidade de Carne. Ovinos.

**Abstract:** The study evaluated the thermal comfort of lambs slaughtered in two climatic conditions of two seasons (hot and cold weather) and their effects on the quality meat. We used 20 lambs of Texel castrated with an average age of 160 days. The animals were finished in confinement. The thermal comfort of the lambs evaluated by the respiratory rate and ocular temperature among lamb lots was different ( $P < 0.01$ ). Rectal temperature showed no statistical difference ( $P > 0.05$ ). The temperature and humidity index in the last week pre-slaughter and during the fasting period showed that lambs slaughtered in the cold season did not experience any stress. The slaughtered lambs in the hot season experienced 51.8% of the hours in caloric stress during 13h of the day. In fasting, these lambs lived 72% of the hours in caloric stress. Even with these differences in thermal comfort between lots of lambs, the meat was little affected in its main physical characteristics. The pH at hour zero, four and 24 hours after the slaughter did not differ between lamb lots ( $P > 0.05$ ). The losses due to defrosting were higher for meat from lambs slaughtered in the hot season ( $P < 0.05$ ). Cooking losses were higher ( $P < 0.01$ ) for lambs slaughtered in the cold season (26.6 vs 20.9%). The characteristics related to tenderness did not differ ( $P > 0.05$ ). Meat from lambs slaughtered during the hot period was darker. The L \* coordinate did not differ ( $P > 0.05$ ), with a \* and b \* being different ( $P < 0.05$ ). The climatic factors of the prevailing conditions of the central depression of the Rio Grande do Sul state have low effect on the main physical characteristics of the meat of lambs of the breed Texel, showing the good adaptation of this category and animal species.

**Key words:** Caloric Stress. Meat quality. Sarcomere length. Sheep. Toughness.

## Introdução

É cada vez mais reconhecido o fato de que elevados padrões de bem-estar do animal têm impacto direto e indireto nos custos, na segurança e na qualidade da carne desejada pelo consumidor (BATAGLIA et al., 2016). As práticas nos sistemas de produção pecuária necessariamente devem estar pautadas por princípios éticos e morais de respeito e bem-estar do animal. Além disso, o bem-estar do trabalhador deve ser envolvido no processo de criação, na sustentabilidade da atividade e em consonância com os interesses da sociedade como um todo (CHULAYO; MUCHENJE, 2015).

Muitos são os fatores que podem definir a qualidade da carne, podendo ser classificados em fatores *ante mortem* e *post mortem*. Entre os fatores *ante mortem*, os relativos ao clima são importantes pela capacidade de deprimir a performance dos animais (St. PIERRE et al., 2003; NIENABER; HAHN, 2004; SILVA; VIEIRA, 2010; BAUMGARD; RHOADS, 2012; PAPANASTASIOU et al., 2015) e também nas fases de pré-abate nas principais características inerentes a qualidade da carne (KADIM et al., 2004, 2008; FERGUSON; WARNER, 2008; BROSSI et al., 2009; SILVA; VIEIRA, 2010). No entanto, fatores como experiência anterior, genética, idade, sexo ou condição fisiológica são capazes de modelar a resposta biológica de um animal a um determinado agente estressor (RODRIGUES et al., 2010). Em condições inadequadas de clima, os animais são obrigados a lançar mão de diversos mecanismos termorregulatórios (fisiológicos e/ou comportamentais) para enfrentar o agente estressor e manter a homeostasia. Ao fazer uso desses mecanismos, os animais poderão ter seu desempenho produtivo, reprodutivo e qualidade da carne afetada, dependendo da magnitude e extensão do agente estressor (FUQUAY, 1981).

Poucos são os estudos que identificam e quantificam os efeitos do clima sobre os animais de produção. Quando avaliados, os mesmos mostram perdas econômicas grandiosas estimadas em bilhões de dólares (GAUGHAN et al., 2002; St. PIERRE et al., 2003;

NIENABER; HAHN, 2004; SILVA; VIEIRA, 2010; BAUMGARD; RHOADS, 2012). No entanto, as perdas que ocorrem com os animais no pré-abate são menos conhecidas, porém reconhecidas (FAUCITANO, 2000; FERGUSON; WARNER, 2008; KADIM et al., 2008; SILVA; VIEIRA, 2010; LUDTKE et al., 2013), especialmente em regiões tropicais, como é o caso do Brasil (BROSSI et al., 2009).

O manejo dispensado aos animais e o controle ambiental em cada etapa do pré-abate têm reflexos na qualidade da carne (FAUCITANO, 2000), resultando em grandes perdas econômicas para a indústria. O estresse leva ao esgotamento das reservas de glicogênio do animal no momento do abate, dando ao músculo no *post mortem* um pH elevado (KADIM et al., 2004, 2008). O pH elevado traz consequências negativas nos principais parâmetros físicos relacionados a qualidade da carne (FERGUSON; WARNER, 2008). KADIM et al. (2004, 2008) trabalhando com bovinos e ovinos, respectivamente, na fase pré-abate em duas estações do ano (quente e fria) verificaram maior pH final e menor qualidade de carne com animais abatidos em temperatura em torno de 35°C comparados aos abatidos em temperatura próxima a 21°C.

No pré-abate os fatores de estresse podem ser psicológicos (mudanças do meio ambiente); social (perturbações no manejo); e físicos (privação de alimento, condições climáticas, fadiga, dor), sendo o estresse físico e emocional dos animais, praticamente inevitáveis (TERLOW et al., 2008). O clima pode potencializar estes fatores pré-abate, devido ao desequilíbrio fisiológico causado pelas condições de clima sobre as reservas de glicogênio muscular, responsável pelas reações bioquímicas no *post mortem* (ARALDI et al., 2011). No período de descanso as altas temperaturas e umidade do ar têm efeito marcante na qualidade da carne, que vão dar a carne as importantes características físicas, químicas e sensoriais que o consumidor procura (PETRACCI et al., 2001).

Diante do efeito do clima sobre os animais de criação torna-se necessário rever ou readequar práticas de manejo na criação animal para torná-las compatíveis as necessidades de bem-estar (SILVA; VIEIRA, 2010). O presente estudo se propõe a avaliar o efeito do conforto térmico (estação quente e estação fria) sobre características físicas de qualidade da carne de cordeiros Texel terminados em confinamento.

### **Materiais e métodos**

O Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), local da pesquisa, situa-se na região fisiográfica denominada Depressão Central com altitude de 95 m, latitude de 29° 43' Sul e longitude de 53° 42' Oeste (RIO GRANDE DE SUL, 1979). O clima da região, segundo Köeppen é do tipo subtropical-cfa (MORENO, 1961). Segundo o INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) para Santa Maria a temperatura média anual é de 18,8°C, com temperaturas máximas e mínimas de 24,9°C e de 14,3°C, respectivamente (BRASIL, 2017a), com dados históricos do local conforme a Tabela 1.

Foram utilizados 20 cordeiros machos castrados da raça Texel oriundos de mesma propriedade, genética e manejo, com data média de nascimento em 17/08/2015 (terminados na estação quente) e 24/04/2106 (terminados na estação fria), oriundos de parto simples e idade inicial na terminação de 75 dias. Foram selecionados ao acaso do rebanho, de forma que melhor representasse o conjunto dos animais. Os períodos de terminação dos cordeiros compreenderam de 02 de novembro a 11 de janeiro (Estação quente) e de 11 de julho a 19 de setembro (Estação fria), determinando os tratamentos:

Estação quente - cordeiros abatidos no período quente (n=10).

Estação fria – cordeiros abatidos no período frio n=10).

A terminação dos animais nos dois períodos foi conduzida em regime de confinamento, em baias individualizadas, ripadas, com 2,70 m<sup>2</sup> cada, em galpão (aprisco) elevado do solo e

coberto com telhas de fibrocimento, com orientação Leste-Oeste. Todas as baias eram providas de cochos para alimentação, mineralização e com água de boa qualidade.

Os animais nos diferentes períodos de terminação, foram submetidos a manejos alimentares a base de silagem de milho e concentrado (milho + farelo de soja + calcário calcítico), sendo os mesmos alimentados duas vezes ao dia, nos horários das 08h:00 e 16h:00 (Tabela 2). Para os animais terminados no verão, a relação volumoso: concentrado foi de 50:50. Já para os animais terminados no inverno a relação volumoso: concentrado foi 50,5:49,5.

Esta diferença se deu em função da padronização a dieta, atendendo as exigências nutricionais do NRC (2007) para cordeiros de 20 kg e moderada taxa de crescimento (Tabela 3). Para os animais expressarem o máximo consumo voluntário possível padronizou-se uma sobra alimentar diária de 15% do total de ração recebida. As sobras eram pesadas diariamente para ajuste da alimentação, amostradas e conservadas em freezer (-18°C) para análises futuras.

Com o início do trabalho experimental, foi realizado um manejo sanitário preventivo por meio da administração do princípio anti-helmíntico closantel e de vacina contra clostridioses. Posteriormente foi realizado monitoramento diário dos animais, realizando controle e tratamento de enfermidades. Passados 70 dias de terminação, os animais foram transportados até o abatedouro em caminhão boiadeiro, percorrendo distância de 6 km. Do momento do carregamento até início do abate foi respeitado período médio de jejum e dieta hídrica de 15h.

Como respostas fisiológicas foram avaliadas a temperatura retal medida através de uso de termômetro digital, a temperatura da região ocular obtida por câmara termográfica com dispositivo infravermelho de onda longa (7,5-13,0  $\mu\text{m}$ , Modelo FLIR E60, FLIR, EUA), a frequência respiratória obtida através da contagem dos movimentos ao longo do flanco do cordeiro por período de 15 segundos com auxílio de cronômetro e em seguida convertido em

respirações por minuto (MAHJOUBI et al., 2014). A avaliação ocorreu às 08h30, momentos antes do abate.

O Índice de Temperatura e Umidade (ITU) foi calculado mediante equação (MARAI et al., 2007):

$$ITU = Tb - (0,31 - 0,0031 * UR) - (Tb - 14,4)$$

Onde Tb = é a temperatura de bulbo seco; e UR = é a umidade relativa em porcentagem (decimal).

Com o ITU calculado, o desconforto térmico foi classificado em quatro grupos (MARAI et al. 2007), assim:

- valores de ITU < que 22,2 → correspondem à ausência de estresse térmico.
- valores de ITU ≥ a 22,2 e < 23,3 → correspondem a um moderado estresse térmico.
- valores de ITU ≥ a 23,3 e < 25,6 → correspondem a um severo estresse térmico.
- valores de ITU ≥ 25,6 → correspondem a extremamente severo estresse térmico

Os dados de Temperatura e umidade relativa do ar foram continuamente registrados por dois Data Loggers (Modelo HT-500 da Instrutherm) com registros horários durante todo o tempo dos períodos experimentais. Foram instalados no galpão junto às baias a uma altura aproximada de 70 cm do piso. Demais dados de clima foram obtidos junto aos arquivos do INMET e de registros da base dados da Rede SULFLUX - Laboratório de micrometeorologia – Lumet /UFSM.

O Abate ocorreu nas dependências do Abatedouro do Setor de Ovinocultura do Departamento de Zootecnia da UFSM, sob normas prescritas pelo Sistema Brasileiro de Inspeção Animal (BRASIL, 2017c), e de abate humanitário segundo a IN n° 3 do MAPA de 17 de janeiro de 2000 (BRASIL, 2000d). Uma vez insensibilizados os animais foram içados, sangrados com corte dos grandes vasos na região do pescoço por período mínimo de três minutos, após foram esfolados, eviscerados e sua carcaça imediatamente lavada e destinada à refrigeração por 24 horas.

Após resfriamento as carcaças foram avaliadas e divididas em seus cortes comerciais. Da meia carcaça esquerda retirou-se o músculo *Longissimus dorsi*, o qual foi identificado, envolto em filme plástico e papel pardo para congelamento em freezer (-18°C). A qualidade da carne dos cordeiros foi avaliada, por meio das seguintes variáveis: pH, perda de peso no descongelamento, perda de peso no cozimento, força de cisalhamento, perfil de textura e comprimento de sarcômero.

O potencial de hidrogênio (pH) foi mensurado em potenciômetro digital portátil modelo mPA-210P, equipado com eletrodo de pH e compensação automática para temperatura (MS Tecnopon Equipamentos Especiais Ltda, Piracicaba-SP). Foram feitas três avaliações: pH<sub>0</sub>, pH<sub>4</sub>; pH<sub>24</sub> horas pós abate, através de incisão no lombo na altura da 12<sup>a</sup> costela. Uma quarta avaliação do pH foi feita no laboratório usando-se amostra de carne triturada. Para tanto, utilizou-se 5 g do músculo *Longissimus dorsi* triturada por processador em 50mL de água destilada e deionizada, e as leituras feitas após 30min.

A cor foi analisada conforme sistema da Comissão Internationale de L'Éclairage – CIE, utilizando as coordenadas L\*, a\*, b\*, em colorímetro Minolta® (Modelo CM-700d, Konica Minolta, Osaca Japão), com iluminante A, ângulo de 10°, medição por refletância incluso (SCI), com área de medição de 8 mm (máscara com placa, MAV). Os resultados foram expressos com L\* (luminosidade), a\* (onde – a\* representa direção ao verde e +a\* direção ao vermelho), b\* (onde – b\* representa direção ao azul e +b\* direção ao amarelo). O colorímetro foi calibrado e as medidas realizadas em seis pontos diferentes da amostra em ambos os lados.

Após o descongelamento das amostras de carne sob refrigeração durante 24h na temperatura de 4°C, as mesmas foram pesadas obtendo-se assim as perdas no descongelamento pela diferença de peso antes e após o descongelamento. Após as amostras descongeladas do músculo *Longissimus dorsi*, as mesmas foram cozidas em grelha (Grill elétrico Modelo George Foreman Jumbo) à temperatura de 163°C até a temperatura interna de 71°C (centro geométrico

da amostra medida com termopar), obtendo-se as perdas na cocção pela diferença de peso antes e após o cozimento (WHEELER et al., 2005).

As amostras do *Longissimus dorsi* foram seccionadas transversalmente na forma de bifês com tamanho de uma polegada. Estes eram envoltos em papel alumínio e assim levados para cozimento. Ao atingir a temperatura de 40°C eram virados. Com o cozimento os bifês eram retirados da grelha e resfriados a temperatura ambiente quando eram pesados. As perdas de peso por cozimento (cooking loss) foram determinadas com a pesagem das amostras do músculo descongelado subtraindo-se seu peso após cozimento e o resultado transformado em porcentagem. A força de cisalhamento (WBS -Warner-Bratzler Shear force) foi determinada em Texturômetro XTPlus com aplicativo Exponent v.6.1.5.0 (Stable Microsystems Ltd, Surrey England), de acordo com as diretrizes da AMSA (1995), tendo sido efetuadas 10 determinações para cada amostra experimental de carne. Por meio de um perfurador metálico foram retirados os núcleos com diâmetro de 1,27mm (0,5”) paralelamente a orientação das fibras, de modo que a ação do corte fosse feita perpendicular as fibras musculares. Foi usada lâmina com 1,016mm (0,0040”) de espessura com corte em forma de V (ângulo de 60°).

O perfil de textura foi realizado no sentido perpendicular as fibras musculares das amostras de 1 x 1 x 1cm em Texturômetro XTPlus com aplicativo Exponent v.6.1.5.0 (Stable Micrisystems Ltda., Surrey England), utilizando sonda arredondada de alumínio com 36mm de diâmetro, ciclo de dupla compressão à 80% da altura original, velocidade de pré-teste de 1mm/s, velocidade de teste e pós-teste de 5mm/s, tendo sido efetuadas 10 determinações para cada unidade experimental. Os parâmetros avaliados foram: dureza, coesividade e mastigabilidade, conforme BOURNE (1978).

O comprimento de sarcômero das amostras do músculo *Longissimus dorsi* foi avaliado após 24 horas de descongelamento a 4°C usando-se equipamento a laser Modelo Laser Radiation – 632,8nm/1mV – HE-NE Laser-3B – U21840. Com auxílio de bisturi foram obtidas



as amostras e assim colocadas em lâmina, hidratadas com solução de glicose 0,2M, sobre as mesmas lamínulas. Usou-se o método de Difração a Laser proposto por (CROSS et al., 1981). A lâmina com a amostra era colocada na plataforma de suporte do Laser para que o feixe de luz passasse por ela num ângulo de 90°. Ao atravessá-la o feixe de luz fornece bandas de difração sobre o papel localizado a 10 cm da amostra. As linhas do sarcômero eram então delimitadas com traço feito com lápis e régua. Posteriormente seu comprimento medido com uso de paquímetro. Foram feitas 10 determinações de cada amostra de carne. Os resultados obtidos foram trabalhados e transformados por meio de equação matemática.

Foi utilizada a análise da variância para avaliar o efeito do clima sobre as variáveis que caracterizam a qualidade da carne e das variáveis fisiológicas, com o peso vivo inicial como covariável. Utilizou-se o pacote estatístico SAS University Edition (2017) ao nível de 5%.

O Modelo matemático utilizado foi:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + b_1 (X_{ij} + \bar{X}) + \varepsilon_{ij}$$

Onde  $Y_{ij}$  = valor observado no i-ésimo tratamento, j-ésima repetição;  $\mu$  = média geral da variável resposta;  $\alpha_i$  = efeito do i-ésimo tratamento;  $b_1$  = coeficiente angular da reta  $Y_{ij}$  em função do peso vivo inicial (PVI);  $X_{ij}$  = peso vivo inicial no i-ésimo tratamento na j-ésima repetição;  $\bar{X}$  = média geral do peso vivo inicial dos animais;  $\varepsilon_{ij}$  = efeito aleatório associado à observação  $Y_{ij}$ , pressuposto  $\varepsilon_{ij} \sim^{iid} N(0, \sigma^2)$ .

## Resultados e discussão

A frequência respiratória e temperatura do animal medida na região ocular momentos antes do abate diferiram entre as estações climáticas ( $P < 0,01$ ). Os cordeiros abatidos na estação quente apresentaram maior frequência respiratória e temperatura ocular quando comparados aos abatidos na estação fria (Tabela 4). A frequência respiratória pode ser usada para quantificar a severidade do estresse causado pelo calor nos cordeiros, além de ser de fácil obtenção. Assim,

o estresse calórico vivenciado pelos cordeiros no pré-abate e abatidos no inverno (Figuras 1 e 2) pode ser caracterizado como médio-alto e alto, e para os cordeiros abatidos no verão entre alto e severo (SILANIKOVE, 2000). As respostas fisiológicas ao estresse são traduzidas através da hipertermia, aumento da frequência respiratória e cardíaca. Nestas condições, a hipófise e a adrenal são estimuladas, aumentando os níveis de cortisol, glicose e ácidos graxos livres no plasma (LAWRIE, 2005).

Para a ocorrência de reações termorreguladoras como o aumento da frequência respiratória, deve ocorrer desvio de energia. Esta energia poderia ser empregada para crescimento desenvolvimento corporal e por ocasião do abate níveis baixos de glicogênio (ENCARNAÇÃO, 1992). Assim, os fatores de estresse dos animais no pré-abate provocam depleção das reservas de glicogênio muscular, afetando a qualidade da carne produzida (PETRACCI et al., 2001; KADIM et al., 2004; JELENÍKOVÁ et al., 2008).

O comportamento do índice de temperatura e umidade horário na semana pré-abate (Figura 1) mostra que os cordeiros abatidos no inverno não sofreram estresse calórico (MARAI et al., 2007). O mesmo foi observado para o período de jejum pré-abate (Figura 2).

Os maiores níveis de estresse calórico foram observados com os cordeiros abatidos na estação quente. Durante a semana pré-abate os cordeiros abatidos neste período vivenciaram 51,8% das horas em estresse calórico e 48,2% na ausência de estresse. Na média horária os cordeiros durante esta semana pré-abate permaneciam em estresse por 13 horas diárias (10h30 às 22h30). No período de jejum os cordeiros permaneceram 72% das horas em estresse calórico, deste 33,3% em estresse moderado, 22,2% severo e 16,7% extremamente severo.

As medições de pH logo após o abate (pH0), às quatro horas (pH4), às 24 horas (pH24) ou pH final avaliados nas carcaças após o abate dos cordeiros não diferiram entre as diferentes estações climáticas (Tabela 5). Conforme SILVA SOBRINHO (2005) os valores do pH final estão dentro do que é considerado normal (até 5,8) para a espécie ovina. O pH final mostra ter

relação direta com o estresse dos animais (MUCHENJE et al., 2009) e este com as reservas de glicogênio no pré-abate (KADIM et al., 2004, 2008; JELENÍKOVÁ et al., 2008; FERGUSON; WARNER, 2008).

As curvas de declínio do pH (pH0, pH4 e pH24) em ambos os tratamentos mostram-se dentro do padrão (Tabela 5) para ovinos em condições normais de abate (PINHEIRO et al., 2009b; BONACINA et al., 2011). Caso houvesse estresse excessivo por algum motivo, como é o caso de desconforto térmico nas etapas pré-abate, naturalmente haveria anormalidade no pH (KADIM et al., 2004, 2008; JELENÍKOVÁ et al., 2008; FERGUSON; WARNER, 2008). MUCHENJE et al. (2009) associam valores de pH entre 5,5 a 5,6 como de animais em condições de bem-estar no pré-abate. Valores de pH final 6,0 e acima caracterizam falta de bem-estar com conseqüente depleção das reservas de glicogênio muscular antes do sacrifício (SILVA SOBRINHO, 2005).

Ao pH é atribuído grande importância na expressão das principais características de qualidade da carne, especialmente o pH final (LAWRIE, 2005; MUCHENJE et al., 2009). Assim, queda do pH muscular quando ocorre dentro da normalidade é indicativo de boas características de qualidade da carne (RAMOS; GOMIDE, 2017). Por outro lado, quando a curva de declínio normal do pH é alterada, a qualidade da carne é prejudicada em várias características (SILVA et al., 2008). Dentre as características mais afetadas pela queda anormal do pH estão a capacidade de retenção de água, perda por cozimento e força de cisalhamento. Estas irão influenciar sobre as propriedades sensoriais: maciez, suculência, sabor, aroma e cor da carne (BRESSAN et al., 2001). As principais características físicas da carne avaliadas no presente estudo não se mostraram diferentes entre os animais abatidos nas distintas estações climáticas. Isso se deve provavelmente ao comportamento do pH no pós-abate, fruto do escasso efeito do clima e/ou boa adaptabilidade da espécie ovina às condições climáticas reinantes no pré-abate dos cordeiros.

A perda de peso no descongelamento verificada na carne dos cordeiros abatidos na estação quente e fria diferiu ( $P < 0,05$ ). As maiores perdas foram verificadas com os cordeiros abatidos no período quente, não mostrando associação com o pH final. Carnes com pH baixo tendem a perder mais água enquanto as com pH mais elevado possuem boa retenção de água (LAWRIE, 2005; OSÓRIO et al., 2009). No entanto, OSÓRIO et al. (2009) salientam que a capacidade de retenção de água não é explicada apenas pela velocidade de queda do pH ou pelo pH final. O pH entre 5,5 e 5,7 caracteriza uma baixa capacidade de retenção de água, por estar próximo ao ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares, enquanto pH acima de 6,0 a capacidade de retenção é alta (LAWRIE, 2005). A maior perda por descongelamento verificada na carne dos cordeiros abatidos na estação quente pode estar associada a menor velocidade de congelamento (freezer doméstico) do músculo *Longissimus dorsi* e de seus efeitos na capacidade de retenção de água da carne com o descongelamento (LAWRIE, 2005).

As maiores perdas de água no cozimento (cooking loss) foram medidas na carne de cordeiros abatidos na estação fria ( $P < 0,05$ ; Tabela 5). KADIM et al. (2004) ao avaliarem o efeito da estação do ano verificaram perdas no cozimento da carne de bovinos de 26,01 e 19,75% ( $P < 0,01$ ) para estação quente (34,3°C) e fria (21,0°C), porém, com valores de pH final 6,24 e 5,54, para o verão e inverno, respectivamente. As perdas verificadas neste estudo por ocasião do cozimento da carne parecem não ser a realidade em ovinos, sendo esta inferior à literatura corrente (SOUZA et al., 2004; PINHEIRO et al., 2009a). O somatório das perdas (descongelamento e cozimento) perfaz um total de 33,02% para os cordeiros abatidos na estação quente e de 34,98% para os cordeiros abatidos na estação fria. A maior perda no cozimento da carne tem reflexos importantes nas características de qualidade, como cor, força de cisalhamento e suculência (BONAGURIO, 2001; ZEOLA et al., 2007; RAMOS; GOMIDE, 2017), no valor nutritivo (ROTA et al., 2004), além de afetar diretamente o rendimento no consumo (SILVA et al., 2008). Na mastigação essa maior perda se traduz na sensação de menor

suculência (OSÓRIO et al., 2009). Do ponto de vista da indústria, a capacidade de retenção de água implica em perdas econômicas, haja visto a importância tecnológica que a capacidade de retenção de água representa (RAMOS; GOMIDE, 2017). Para o consumidor implica em maior rejeição deste produto, especialmente quando comercializada embalada em expositores (ROTA et al., 2004).

O perfil de textura da carne dos cordeiros abatidos na estação quente e fria avaliado pela dureza, coesividade, e mastigabilidade não diferiu entre as estações climáticas pré-abate dos cordeiros ( $P>0,05$ ). Dessa forma, as amostras de carne não necessitaram de maior força de compressão entre os dentes para causar deformação antes do rompimento de uma amostra de carne (coesividade) e nem necessidade de maior tempo para mastigação, visando reduzir a consistência para deglutição (mastigabilidade). Embora com maior perda no cozimento, a carne dos animais criados no período frio não teve pior grau de textura (Tabela 5), sendo esta uma característica importante na aceitação de um alimento (RAMOS; GOMIDE, 2017), com associação direta e importante na satisfação do consumidor de carne (JELENÍKOVÁ et al., 2008).

A maciez da carne é um importante parâmetro de qualidade, muito reconhecido pelo consumidor. Assim sendo, é a característica determinante de um maior valor comercial (PINHEIRO et al, 2009a). A força de cisalhamento (WBS), que mede objetivamente a maciez da carne, não diferiu ( $P>0,05$ ) entre as estações climáticas. Estes dados juntamente com os dados do perfil de textura da carne (Tabela 5) vêm demonstrar não ter havido efeito negativo do estresse calórico sofrido entre os grupos de animais (Figuras 3 e 4). Conforme BONAGURIO (2001) a maior perda de peso com o cozimento verificada na carne de cordeiros sacrificados no inverno pode ter contribuído para diminuir a maciez da carne desses cordeiros. Diversos são os fatores que podem afetar a maciez da carne como dieta, genótipo, idade do

animal, peso de abate, condição de abate (estresse) e armazenamento da carne (SILVA et al., 2008).

A avaliação do comprimento do sarcômero da carne não encontrou diferença entre as estações de abate dos cordeiros ( $P > 0,05$ ). Valores idênticos para comprimento de sarcômero do músculo *Longissimus dorsi* foram encontrados por OLIVEIRA et al. (2004), COSTA et al. (2011b) e VALENÇA (2017). Para músculos diferentes as respostas dos comprimentos também são diferentes. Para ovinos a contração máxima ocorre por volta da 12 horas pós abate (OLIVEIRA et al., 2004; COSTA et al., 2011b). Estes valores obtidos para o comprimento do sarcômero evidenciam o quanto de encurtamento houve, considerando valores na posição de repouso de  $2,4\mu\text{m}$  (LAWRIE, 2005). Avaliando a qualidade da carne de ovinos e caprinos abatidos na estação quente e estação fria KADIM et al. (2008) verificaram ser a temperatura fator determinante do comprimento do sarcômero ( $P < 0,05$ ). Os referidos autores trabalharam com temperaturas médias no verão de  $34,3^{\circ}\text{C}$  e inverno  $21,0^{\circ}\text{C}$ . Temperaturas estas superiores às do presente estudo (jejum) de  $27,7^{\circ}\text{C}$  e  $15,5^{\circ}\text{C}$  para o verão e inverno, respectivamente. As condições de abate (estresse térmico) e o efeito adaptativo do animal são importantes nas características de qualidade da carne (KADIM et al., 2008). Na maioria dos mamíferos, a faixa fisiológica normal de temperatura corporal pode variar entre  $37$  e  $40^{\circ}\text{C}$  e a temperatura ambiental ideal entre  $21$  e  $26^{\circ}\text{C}$  (HAFEZ, 1973).

O comprimento da unidade contrátil do músculo mostra estar relacionado negativamente com a força de cisalhamento da carne. Assim, é reconhecido como uma importante causa da dureza da carne (LAWRIE, 2005; KADIM et al., 2008; RAMOS; GOMIDE, 2017; STARKEY et al., 2017), tendo a sua avaliação vantagens para uma interpretação mais precisa e antecipada dos resultados obtidos com a maciez da carne (BATAGLIA et al., 2016).

A cor do músculo *Longissimus dorsi* observada neste estudo não diferiu ( $P>0,05$ ) para luminosidade ( $L^*$ ) entre os animais abatidos nas diferentes estações climáticas (Tabela 5). Entretanto os cordeiros abatidos na estação fria (inverno) apresentaram carne com maior tonalidade de vermelho ( $a^*$ ) ( $P<0,05$ ) e amarelo ( $b^*$ ) ( $P<0,01$ ). As condições de abate e a susceptibilidade do animal ao estresse podem acarretar alterações importantes nos valores de pH da carne, levando mudanças na cor (BONAGURIO, 2001). A cor da carne é característica importante na aceitação pelo consumidor. Carnes de cor escura são associadas a carnes com maior tempo de sua obtenção ou menor “frescor” e oriundas de animais velhos (BONACINA et al., 2011).

ZEOLA et al. (2007) trabalhando com cordeiros não castrados da raça Morada Nova terminados em confinamento e abatidos com 25 kg de peso vivo encontraram valores de luminosidade ( $L^*$ ) de 37,5; teor de vermelho ( $a^*$ ) de 16,1 e de amarelo ( $b^*$ ) de 1,77 para o músculo *Longissimus dorsi*. Os maiores valores do presente estudo para  $b^*$ , se devem possivelmente pelo maior grau de acabamento dos cordeiros, em função do peso de abate e pela condição fisiológica dos mesmos. Maiores intensidades de amarelo são consideradas como reflexo da maior concentração de lipídios inter e intramuscular devido a alimentação com maiores valores de concentrado (MUCHENJE et al., 2009; COSTA et al., 2011a; MORA et al., 2015).

Apesar do relativo efeito dos fatores do clima sobre os animais abatidos na estação quente expressos pelo índice de temperatura e umidade em comparação com os abatidos na estação fria, constata-se pequeno efeito sobre as características relativas a qualidade da carne. O pequeno efeito do clima nas principais características da carne dos cordeiros pode ser justificado pela tolerância da espécie ovina as condições do clima (MARAI et al., 2007; OSÓRIO et al., 2009) e pela dieta ter sido de alta densidade energética com baixa produção de calor proveniente da fermentação e do metabolismo (PIRES, 2006). Além disso, o estresse

sofrido pelos animais pode ter sido de curta duração e associado a temperaturas noturnas baixas o suficiente para promover a recuperação da temperatura do dia (GAUGHAN et al., 2002).

Para o estresse térmico pelo calor ter influência sobre a qualidade da carne são necessárias exposições contínuas e prolongadas às condições de calor por período mínimo de 24 a 48h para surtir efeitos negativos (GAUGHAN et al., 2002). Além disso, a ação benéfica do vento diário e noturno sobre os animais interferiu positivamente na termorregulação (BLANES et al., 2008; WOJTAS et al., 2013). Durante a semana pré-abate dos cordeiros abatidos no verão e inverno, a velocidade média do vento foi respectivamente de  $2,2\pm 0,9$  e  $1,7\pm 1,5$  m  $\text{seg}^{-1}$ , e no período de jejum foi respectivamente de  $1,6\pm 0,6$  e  $2,1\pm 0,8$  m  $\text{seg}^{-1}$  consideradas como brisa leve na Escala de Beaufort. Esta brisa constante certamente contribuiu para amenizar o estresse calórico no período de verão via processo convectivo. Os animais no verão mesmo apresentando estresse médio diário por 13 horas durante o dia tinham 11 horas diárias para a recuperação (Figura 1), especialmente à noite quando as condições do clima propiciavam a troca de calor (perda) por radiação. Para IGONO et al. (1992), três a seis horas de temperatura abaixo de  $21^{\circ}\text{C}$  são suficientes para permitir a recuperação do animal do estresse calórico sofrido durante o dia.

## **Conclusões**

Os fatores de clima das condições prevalentes da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul têm baixo efeito sobre as principais características da carne de cordeiros da raça Texel.

O clima subtropical, característico da Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul proporciona condições menos adequadas, especialmente para o conforto dos animais abatidos na estação quente, evidenciadas pelos valores das variáveis fisiológicas e do ITU.



Diante desta realidade cordeiros da raça Texel mostraram alta adaptação às referidas condições de criação quando o foco é qualidade de carne.

### **Aprovação**

O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal (CEEAA) da Universidade Federal de Pelotas sob o número 8251, sendo conduzido de acordo com as recomendações de bem-estar animal e abate humanitário.

### **Referências Bibliográficas**

AMSA – American Meat Science Association. Research guidelines for cooky, sensory evolution, and instrumental tenderness measurements of fresh meat. Chicago: *National Live Stock and Meat Board*, 1995. 47p.

ARALDI, D.; CASTRO, R.S.; MOREIRA, A.V. Bem-estar animal e qualidade de carne bovina. SEMINÁRIO INTERINSTITUCIONAL DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO, 16, **Anais do...** Cruz Alta: UNICRUZ, out. 2011. Disponível em <<http://www.unicruz.edu.br/seminario/downloads/anais/ccs/bem%20estar%20animal%20em%20bovino%20de%20corte%20a%20revisao%20bibliografica.pdf>>. Acesso em: 19 maio 2014.

BAUMGARD, L.H.; RHODS, R.P. Ruminant nutrition symposium: Ruminant production and metabolic responses to heat stress. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v.90, p.1855-1965, 2012.

BATAGLIA, C.T. *Comparação de métodos para determinação da maciez instrumental e comprimento de sarcômero de carne bovina*. 2016. 68f., Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. Disponível em: <[http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/320740/1/Battaglia\\_ChristianTimich\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/320740/1/Battaglia_ChristianTimich_M.pdf)>. Acesso em: 23 maio 2107.

BLANES, V.V.; GUIJARRO, E.; BALASCH, S.; TORRES, A.G. Application of computational fluid dynamics to the prediction of airflow in a mechanically ventilated commercial poultry building. *Biosystems Engineering*, Toowooba, v.100, p.105-116, 2008.

BONACINA, M.S.; OSÓRIO, M.T.M.; OSÓRIO, J.C.S.; CORRÊA, G.F.; HASHIMOTO, J.H. Influência do sexo e do sistema de terminação de cordeiros Texel x Corriedale na qualidade da carcaça e da carne. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.40, n.6, p.1242-1249, 2011.

BONAGURIO, S. **Qualidade da carne de cordeiros Sta. Inês puros e mestiços com Texel abatidos em diferentes pesos**. 2001, 150f., Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/3731/1/DISSERTA%C3%87%C3%83OQualidade%20da%20carne%20de%20cordeiros%20Santa%20In%C3%AAs%20puros%20e%20mesti%C3%A7os%20com%20texel%20abatidos%20com%20diferentes%20pesos.pdf>>. Acesso em: 23 maio 2017.

BOURNE, M.C. Texture profile analysis. *Food Technology*, Dubai, v.32, p.62-66, 1978.

BRASIL. Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). *Normais Climatológicas*. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. Acesso em: 13 mar. 2017a.

BRASIL. Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). *Dados históricos*. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmp>>. Acesso em: 13 mar. 2017b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Secretaria de Defesa Agropecuária. *Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017 – Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal*. Disponível em: <[www.anteffa.org.br/public/files/docs/20170330152520\\_documento.pdf](http://www.anteffa.org.br/public/files/docs/20170330152520_documento.pdf)>. Acesso em: 13 mar. 2017c.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Secretaria de Defesa Agropecuária. *IN nº3 de 17 de janeiro de 2000 – “Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para abate humanitário de animais de açougue”*. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhAto.do?method=abreLegislacaoFederal&chave=50674&tipoLegis=A>>. Acesso em: 13 mar. 2017d.

BRESSAN, M.C.; PRADO, O.V.; PÉREZ, J.R.O.; LEMOS, A.L.S.; BONAGÚRIO, S. Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre as características físico-químicas da carne. *Ciê. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v.21, p 293-303, 2001.

BROSSI, C.; CASTILLO, C.J.C.; AMAZONAS, E.A.; MENTEN, J.F.M. Estresse térmico durante o pré-abate em frangos de corte. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.39, n.4, p.1296–1305, 2009.

COSTA, R.G.; SANTOS, N.M.; SOUSA, W.H.; QUEIROGA, R.C.R.E.; AZEVEDO, P.S.; CARTAXO, F.Q. Qualidade física e sensorial da carne de cordeiros de três genótipos

alimentados com rações formuladas com duas relações volumoso: concentrado. *R. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.40, n.8, p.1781-1787, 2011a.

COSTA, R.S.; HENRY, F.C.; QUIRINO, C.R.; HENRIQUES, L.S.V.; CARVALHO, E.C.Q.; ALMEIDA, S.B. Caracterização do processo de *rigor mortis* em músculos de cordeiros da raça Santa Inês e F1 Santa Inês x Dorper. *Rev. de Ciências Agrárias*, Lisboa, v.34, n.1; p.143-153, 2011b.

CHULAYO, A.Y.; MUCHENJE, V. A balanced perspective on animal welfare for improved meat and meat products: a review. *South African J. Anim. Sci.*, Pretoria, v.45, p.01-27, 2015.

CROSS, H.R.; WEST, R.L.; DUTSON, T.R. Comparisons of methods for measuring sarcomere length in beef Semitendinosus muscle. *Meat Sci.*, Savoy, v.5, p.261-266, 1981.

ENCARNAÇÃO, R. O. **Estresse e produção animal**. Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, Campo Grande, MS. 2.reimpressão, 1992. 33p. Disponível em: <<https://docsagencia.cnptia.br/bovinodecorte/doc/doc34/doc34.pdf>>. Acesso em: 05 maio 2017.

FAUCITANO, L. Efeitos do manejo pré-abate sobre o bem-estar e sua influência sobre a qualidade de carne. 1ª Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína, dez. 2000. *Anais da...* Concórdia-SC: EMBRAPA, 2000. p.55-75.

FERGUSON, D.M.; WARNER, R.D. Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? *Meat Sci.*, Savoy, v.80, p.12-19, 2008.  
FUQUAY, J.W. Heat stress as it affects animal production. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v.52, n.1, p.164-174, 1981.

GAUGHAN, J.B.; MADER, T.L.; HOLT, S.M.; HAHN, G.L.; YOUNG, B.A. Review of current assessment of cattle and microclimate during periods of high heat load. *Anim. Prod. Aust.*, Wagga Wagga, v.24, p.77-80, 2002.

HAFEZ, E.S.E. *Adaptación de los animales domésticos*. Ed. Labor, Barcelona, 1973. 563p.

IGONO, M.O.; BJOTVET, G.; SANFORD, H.T.C Environmental profile and critical temperature effects on milk production of Holstein cows in desert climate. *Int. J. Biometeorol.*, Norfolk, v. 36, p.77-87, 1992.

JELENÍKOVÁ, J.; PIPEK, P.; STARUCH, L. The influence of ante-mortem treatment on relationship between pH and tenderness of beef. *Meat Sci.*, Savoy, v.80, p.870-874, 2008.

KADIM, I.T.; MAHGOUB, O.; AL-AJMI, D.S.; AL-MAQBALY, R.S.; AL-MUGHEIRY, S.M.; BARTOLOME, D.Y. The influence of season on quality characteristics of hot-boned beef m. Longissimus thoracis. *Meat Sci.*, Savoy, v.66, p.831-836, 2004.

KADIM, I.T.; MAHGOUB, W.; AL-MARZOOQI, W.; AL-AJMI, D.S.; AL-MAQBALI, R.S.; AL-LAWATI, S.M. The influence of season on quality characteristics of hot-boned beef, m. psoas major and minor, from goats and sheep. *Meat Sci.*, Savoy, v.80, p.210-215, 2008.

LAWRIE, R.A. *Ciência da Carne*. 6.ed., Ed. Artmed, Porto Alegre, 2005. 383p.

LUDTKE, C.; BARBALHO, P.; CIOCCA, J.R.; DANDIN, T.; VILELA, J.; FERRARINI, C. Área de descanso. *Rev. Nacional da Carne*, Campinas, n.435, p.66-75, mar. 2013.

MAHJOUBI, E.; AMANLOU, H.; ALAMOUTI, H.R.M.; AGHAZIARATI, N.; YAZDI, M.H.; NOORI, G.R.; YUAN, K.; BAUMGARD, L.H. The effect of cyclical and mild heat stress on productivity and metabolism in Afshari lambs. *J. Anim. Sci*, Champaign, v.92, p.1007-1014, 2014.

MARAI, I.F.M.; DARAWANY, A.A.; FADIEL, A.; HAFEZ, M.A.M.A. Physiological traits as affected by heat stress. *Small Ruminant Research*, Amsterdam, v.71, p.01-12, 2007.

MORA, N.H.A.P.; MACEDO, F.A.S.; MEXIA, A.A.; ALMEIDA, F.L.A.; SENEGALHE, F.B.D.; PASSAMAI, A.P.S.; MACEDO, R.M.G.; ARAUJO, G.G.L. Características físico-químicas da carne de cordeiras pantaneiras abatidas com diferentes espessuras de gordura subcutânea. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v.36, n.4, p.2819-2828, 2015.

MORENO, J.A. *Clima do Rio Grande do Sul*. Secretaria da Agricultura – Secção de Geografia. Porto Alegre, 1961. 41p.

MUCHENJE, V.; DZAMA, K.; CHIMONYO, M.; STRYDOM, P.S.E.; HUGO, A.; RAATS, J.G. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review. *Food Chemistry*, Reading, v.112, p.279-289, 2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, goats, and new world camelids**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 384p.

NIENABER, J.A.; HAHN G. L. Engineering and management practices to ameliorate livestock heat stress. Meat Abstract Proceedings, Int'l Symp. GIGR New Trends in Farm Buildings, Evora-Portugal, v.6, p.1-18, May, 2004.

OLIVEIRA, I.; SILVA, T.J.P.; FREITAS, M.Q.; TORTELLY, R.; PAULINO, F.O. Caracterização do processo de *rigor mortis* em músculos de cordeiros e carneiros da raça Santa Inês e maciez da carne. *Acta Scientiae Veterinarie*, Porto Alegre, v.32, n.1, p.25-31. 2004.

OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M.; SAÑUDO, C. Características sensoriais da carne ovina. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.38, (nº esp.), p.01-10, 2009.

PAPANASTASIOU, D.K.; BARTZANAS, T.; KITTAS, C. Classification of potential sheep heat-stress levels according to the prevailing meteorological conditions. *Agric. Eng. Int: CIGR Journal*, Pequim, Special issue, p.57-64, 2015.

PETRACCI, M.; FLETCHER, D.L.; NORTHCUTT, J.K. The effect of holding temperature on live sharing, processing, and breast meat quality of broiler chickens. *Poultry Sci.*, Ithaca, v.80, p.670-675, 2001.

PINHEIRO, R.S.B.; JORGE, A.M.; MOURÃO, R.C.; POLIZEL NETO, A.; ANDRADE, E.N.; GOMES, H.F.B. Qualidade da carne de cordeiros confinados recebendo diferentes relações de volumoso: concentrado na dieta. *Cien. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v.29, n.2, p.407-411, 2009a.

PINHEIRO, R.S.B.; SILVA SOBRINHO, A.G.; SOUZA, H.B.A.; YAMAMOTO, S.M. Qualidade de carnes provenientes de cortes da carcaça de cordeiros e de ovinos adultos. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.38, n.9, p.1790-1796, 2009b.

PIRES, M.F.A. *Manejo nutricional para evitar o estresse calórico*. Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora, MG. Comunicado Técnico nº52, nov. 2006. 4p. Disponível em <<https://docs.ufp.br/~freitasjaf/artigos/manestresescal.pdf>>. Acesso em: 28 de mar. 2017.

RAMOS, E.M.; GOMIDE, L.A.M. *Avaliação da qualidade de carnes – fundamentos e metodologias*, 2.ed., Ed. UFV, Viçosa, MG, 2017. 472p.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura. Departamento de Pesquisa. Instituto de Pesquisas Agronômicas. *Observações Meteorológicas no Estado do Rio Grande do Sul*, (Boletim Técnico). Porto Alegre, 1979. 270p.

RODRIGUES, N.E.B.; ZANGERONIMO, M.G.; FIALHO, E.T. Adaptações fisiológicas de suínos sob estresse térmico. *Rev. Eletrônica Nutritime*, Viçosa, art. 110, v.7, n.2, p.1197-1211, 2010.

ROTA, E.L.; OSÓRIO, M.T.M.; OSÓRIO, J.C.S.; OLIVEIRA, N.M.; BARBOSA, J.; KASINGER, S. Efeitos do cruzamento de carneiros da raça Texel com ovelhas Corriedale e Ideal sobre a qualidade da carne. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.10, n.4, p.487-491, 2004. SAS. University Edition. SAS Institute Inc. Disponível em: <[https://www.sas.com/pt\\_br/software/university-edition.html](https://www.sas.com/pt_br/software/university-edition.html)> Acesso em: 10 ago. 2017.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensive managed domestic ruminants. *Livestock Production Sci.*, Amsterdam, v.67, p.01-18, 2000.

SILVA, I.J.O.; VIEIRA, F.M.C. Ambiência animal e as perdas produtivas no manejo pré-abate: o caso da avicultura de corte brasileira. *Arch. Zootec.*, Córdoba, v.59, p.113-131, 2010.

SILVA, N.V.; SILVA, J.H.V.; COELHO, M.S.; OLIVEIRA, E.R.A.; ARAUJO, J.A. AMÂNCIO, A.L.L. Características de carcaça e carne ovina: uma abordagem das variáveis metodológicas e fatores de influência. *Acta Veterinária Brasílica*, Mossoró, v.2, n.4, p.103-110, 2008.

SILVA SOBRINHO, A.G.S.; PURCHAS, R.W.; KADIM, T.; YAMAMOTO, S.M. Características de qualidade de carne de ovinos de diferentes genótipos e idades de abate. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.34, n.3, p.1070-1078, 2005.

SOUZA, X.R.; BRESSAN, M.C.; PÉREZ, J.R.O.; FARIA, P.B.; VIEIRA, J.O.; KABEYA, D.M. Efeitos do grupo genético, sexo e peso ao abate sobre as propriedades físico-químicas da carne de cordeiros em crescimento. *Cien. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v.24, n.4, p.543-549, 2004

STARKEY, C.P.; GESINK, G.H.; Van de VEN, R.; HOPKINS, D.L. The relationship between shear force, compression, collagen characteristics, desmin degradation and sarcomere length in lamb *Biceps femuris*. *Meat Sc.*, Savoy, v.126, p.18-21, 2017.

St. PIERRE, N.R.; COBANOU, B.; SCHNITKEY, G. Economic losses from heat stress by US livestock industries. *J. Dairy Sc.*, Champaign, v.86 (E. Suppl.), p.E52-E77, 2003.

TERLOW, E.M.C.; ARNOULD, C.; AUPERIN, B.; BERRI, C.; BIHAN-DUVAL, E.; DEISS, V.; LEFÈVRE, F.; LENSINK, B.J.; MOUNIER, L. Pre-slaughter conditions, animal stress and welfare: current status and possible future research. *Animal J.*, Cambridge, v.2, n.10, p.1501-1517, 2008.

VALENÇA, Roberta de Lima. *Características qualitativas da carne de cordeiros alimentados com coprodutos do biodiesel e do amendoim*. 2017. 86f. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Estadual Paulista – Jaboticabal. Disponível em: <[https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/150894/valenca\\_rl\\_dr\\_jabo.pdf?sequence=3](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/150894/valenca_rl_dr_jabo.pdf?sequence=3)>. Acesso em: 26 dez. 2017.

WHEELER, T.L.; SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M. Shear force procedures for meat tenderness measurement. Washington, 2005. 7p. Disponível em: <<https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/30400510/protocols/ShearForceProcedures.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2016.

WOJTAS, K.; CWYNAR, P.; KOLACZ, R.; KUPCZYNSKI, R. Effect of heat stress on acid-base balance in Polish Merino sheep. *Archiv. Tierzucht*, Dummerstorf, v.56, n.92, p.917-923, 2013.

ZEOLA, N.M.B.L.; SOUZA, P.A.; SOUZA, H.B.A.; SOBRINHO, A.G.S.; BARBOSA, J.C. Cor, capacidade de retenção de água e maciez da carne de cordeiro maturada e injetada com cloreto de cálcio. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, Belo Horizonte, v.59, n.4, p.1058-1066, 2007.

Tabela 1 – Dados históricos do clima (1988-2016) e médias das principais variáveis climatológicas registradas no município de Santa Maria-RS durante o período experimental (Estação quente e Estação fria).

Variáveis climatológicas							
Mês	T.Média	T.Máx.	T.Mín.	UR	V.Vento	Precip.	Insol.
	(°C)	(°C)	(°C)	(%)	(m/seg)	(mm)	(h)
<i>Estação quente</i>							
Novembro	20,8±2,0	25,6±2,4	16,9±2,3	77,6±9,4	2,6±0,8	164,3	5,28±4,9
Dezembro	23,7±2,0	28,6±2,2	19,7±2,1	80,4±8,7	2,1±0,9	336,0	5,89±4,5
Janeiro	25,6±2,0	31,5±1,8	20,8±1,6	74,5±8,9	2,2±0,6	101,9	7,22±4,5
Médias 1*	23,4±2,4	28,6±3,0	19,1±2,0	77,5±3,0	2,3±0,3	200,7	5,34±4,2
Médias 2**	23,5±1,5	29,8±1,9	18,4±1,3	71,0±2,2	2,2±0,1	148,5±2	7,83±0,8
<i>Estação fria</i>							
Julho	13,6±5,0	19,7±4,9	10,0±4,8	82,4±10,9	2,1±0,8	95,3	5,10±3,3
Agosto	15,6±4,0	22,8±4,1	10,9±4,1	80,3 ± 8,4	1,8±0,7	123,2	5,26±3,7
Setembro	15,5±3,0	22,4±2,7	10,4±2,5	75,8 ± 8,2	2,2±0,8	53,0	7,86±3,7
Médias 1*	14,9±1,1	21,6±1,7	10,4±0,4	79,5 ± 3,4	2,0±0,2	90,5	6,00±3,6
Médias 2**	15,1±1,7	21,3±1,7	10,7±1,7	80,0 ± 1,7	2,1±0,7	130,9±2	5,21±0,5

Fonte: INMET (BRASIL, 2017b); base dados Rede SULFLUX - Laboratório de micrometeorologia /UFSM.

\*Médias 1 -Médias climatológicas durante o período experimental (Estação quente e Estação fria). \*\*

Médias 2 - Médias climatológicas históricas do período experimental registradas no município de Santa Maria - RS.



Tabela 2 - Composição química (%MS) dos alimentos utilizados na formulação das dietas.

Item	Estação quente				Estação fria			
	Silagem de milho	Milho	Farelo de soja	Calcário Calcítico	Silagem de milho	Milho	Farelo de soja	Calcário Calcítico
MS	24,43	86,82	84,74	100	22,58	87,46	88,76	100
MO	93,00	98,78	93,15		92,79	94,96	88,84	
MM	7,00	1,22	6,85	*	7,21	5,04	11,16	*
PB	7,77	9,34	53,62		8,72	9,34	52,67	
FDN	51,75	12,60	16,31		47,87	12,31	8,61	
FDA	25,05	2,13	7,03		25,75	1,85	4,93	
EE	2,79	3,60	1,99		2,79	3,60	1,99	
NDT	59,81	84,22	77,74		59,91	84,22	77,74	

\*34,0% de Ca e 0,02% de P.

MS= Matéria seca; MO= Matéria orgânica; MM= Matéria mineral; PB= Proteína bruta; FDN= Fibra detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido; EE= Extrato etéreo; NDT= Nutrientes digestíveis totais.

Tabela 3 - Proporção dos ingredientes (%MS) e composição bromatológica das dietas experimentais.

Ingrediente	Tratamento	
	Estação quente	Estação fria
Silagem de milho	50,00	50,50
Milho quebrado	25,46	25,52
Farelo de soja	23,39	22,83
Calcário calcítico	1,15	1,15
<i>Composição bromatológica</i>		
MS	55,29	55,14
MO	93,44	91,38
PB	18,81	18,81
EE	2,78	2,78
FDN	32,90	29,28
FDA	14,71	14,60
EL	1,58	1,58
CHT	71,85	69,78
CN	38,95	40,50
CIN	6,56	8,62
NDT	69,53	69,50
Ca	0,63	0,63
P	0,29	0,29

MS=Matéria seca; MO= Matéria orgânica; PB= Proteína bruta; EE= Extrato etéreo; FDN= Fibra em detergente neutro; FDA= Fibra em detergente ácido; EL= Energia líquida; CHT= Carboidratos totais; CNE= Carboidratos não estruturais; CIN= Cinzas; NDT= Nutrientes digestíveis totais; Ca= Cálcio; P= Fósforo.

Tabela 4 – Variáveis fisiológicas no pré-abate de cordeiros Texel abatidos em duas estações climáticas (Estação quente e Estação fria).

Variável	Tratamento		P	CV	Erro Padrão
	Estação quente	Estação fria			
Frequência respiratória (mov. min <sup>-1</sup> )	147,200	62,444	<.0001	42,513	10,441
Temperatura região ocular (°C)	38,331	36,800	<.0001	0,612	0,196
Temperatura retal (°C)	39,600	39,467	0,1638	0,654	0,059

Tabela 5 – Variáveis relativas à qualidade da carne de cordeiros da raça Texel abatidos em duas estações climáticas (Estação quente e Estação fria).

Variável	Tratamento		P	CV	Erro
	Estação quente	Estação fria			Padrão
pH0	6,765	6,794	0,4863	2,410	0,038
pH4	6,098	6,118	0,3134	3,303	0,046
pH24	5,568	5,534	0,7240	1,989	0,025
Perda no descongelamento (%)	12,119	8,371	0,0019	25,654	0,609
Perda no cozimento (%)	20,901	26,611	0,0088	15,543	1,058
Dureza (N)	188,12	207,09	0,2746	13,110	5,928
Coabilidade	0,359	0,384	0,1073	7,326	0,006
Mastigabilidade	52,093	64,083	0,0858	23,427	3,105
WBS (kgf)	3,952	3,873	0,9425	14,682	0,132
Comp. de sarcômero ( $\mu\text{m}$ )	1,649	1,719	0,2424	5,887	0,028
L*	33,483	35,059	0,0860	5,225	0,413
a*	14,360	16,500	0,049	10,263	0,362
b*	9,160	10,804	0,0149	13,638	0,311

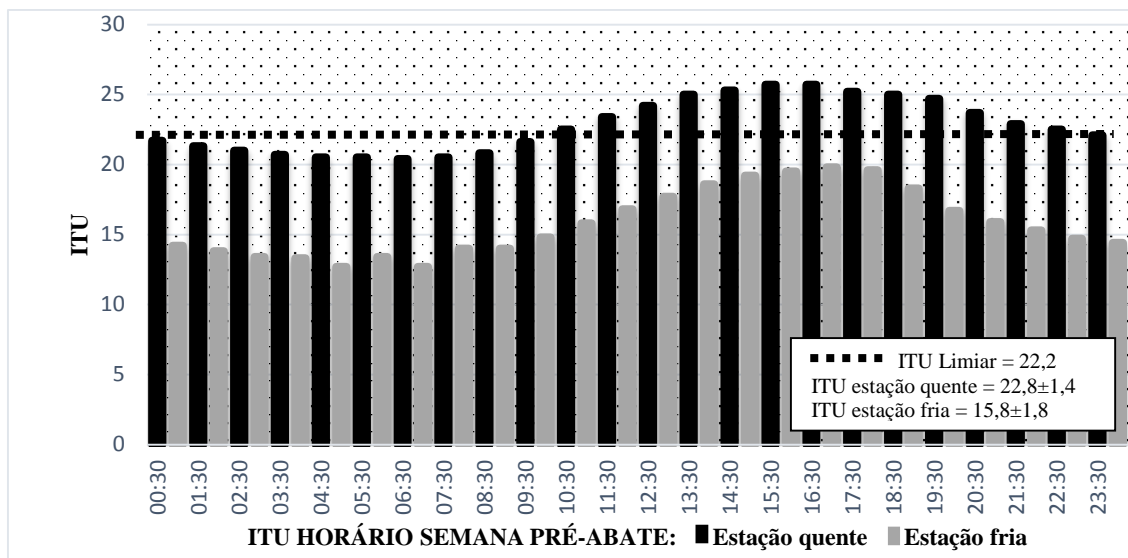


Figura 1 – Índice de temperatura e umidade médio horário da última semana pré-abate na Estação quente e Estação fria.

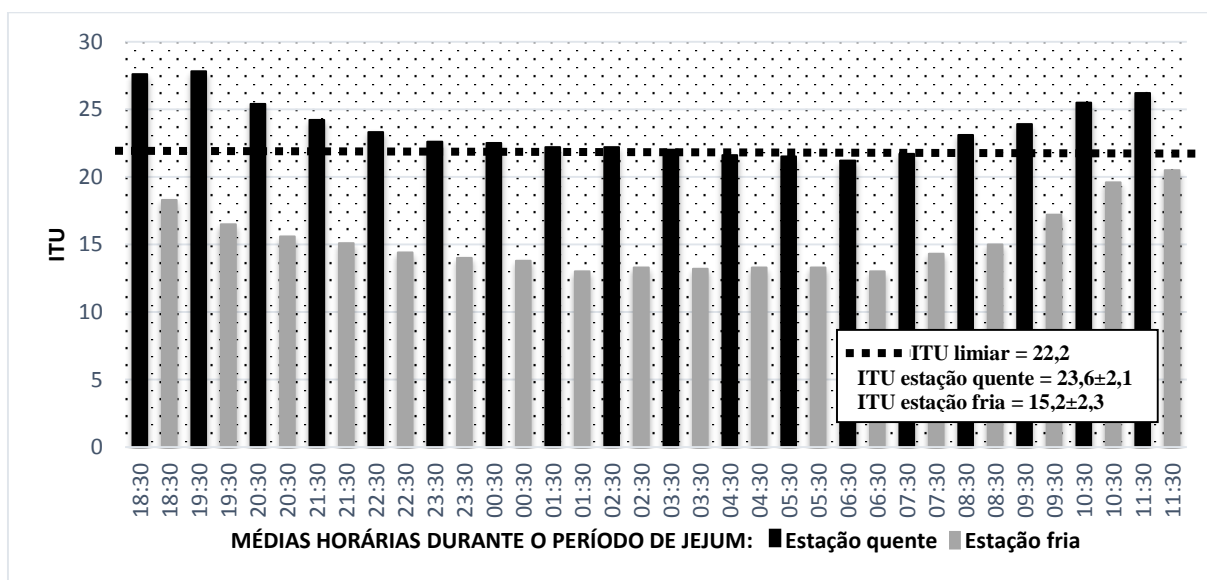


Figura 2 – Índice de temperatura e umidade médio horário do período de jejum pré-abate para cordeiros abatidos na Estação quente e Estação fria.

## 5 Discussão

A intensificação e tecnificação dos sistemas de produção de ovinos em diferentes estações climáticas pode se constituir em importante prática na viabilização da cadeia da ovinocultura no Sul do Brasil. O estresse calórico que os ovinos poderão estar submetidos durante diferentes fases de suas vidas é merecedor de atenção, pois poderá causar importantes perdas produtivas, reprodutivas e de qualidade da carne. Assim, para se obter adequado desempenho e qualidade da produção, ajustes no manejo, nutrição, sanidade, instalações e ambiência poderão ser necessários para o conforto térmico e bem-estar dos animais.

A produção animal deve necessariamente adotar práticas nos sistemas de produção pautadas nos princípios éticos e morais de respeito e bem-estar do animal, pois é este produto da pecuária que o mercado e consumidor esclarecido quer. No entanto, as práticas pecuárias que envolvem os necessários princípios de sustentabilidade apresentam custos que precisam ser divididos entre os participantes da cadeia. Estes custos extras não devem ficar na mão apenas do produtor.

No presente estudo as variáveis fisiológicas: frequência respiratória, temperatura na região ocular, juntamente com o índice do ambiente térmico (índice de temperatura e umidade - ITU) mostraram ser bons indicadores do conforto térmico vivenciado pelos cordeiros. Estas variáveis mostraram diferenças importantes entre os lotes de cordeiros. No entanto, a temperatura retal não mostrou ser um bom indicador.

O consumo de matéria seca não foi diferente entre os cordeiros terminados no verão e inverno. No entanto, os cordeiros terminados no inverno apresentaram maior eficiência biológica (consumo alimentar residual), ou seja, foram mais eficientes no uso do alimento consumido. Desta forma foram mais pesados ao final do período experimental, apesar de não ter havido diferença significativa no ganho de peso.

A eficiência biológica representada pela eficiência alimentar e pela relação de Kleiber não foi diferente entre os lotes de animais.

Resumindo o aspecto desempenho, verificou-se no presente estudo que ocorreram um somatório positivo de pequenas diferenças entre os lotes de cordeiros em favor dos terminados no inverno, as quais foram importantes nos números finais

do trabalho. Este somatório deu aos cordeiros terminados no inverno redução de 13,5 dias no período de terminação, considerando peso de abate de 32,0 kg.

O comportamento ingestivo (alimentação, ruminação e ócio) não foram influenciados pela estação climática de terminação dos cordeiros, caracterizando neste aspecto o fraco efeito do clima da região e do ano de avaliação sobre os animais. O tempo que os cordeiros permaneceram na posição deitados e em pé, também não foram diferentes. Por sua vez, a eficiência alimentar e de ruminação foi maior para os cordeiros terminados no inverno.

No pré-abate, os fatores do clima muito pouco afetaram as características de qualidade da carne dos diferentes lotes de cordeiros. O conforto térmico representado pelas variáveis fisiológicas: frequência respiratória e temperatura na região ocular, e pelo índice de temperatura e umidade mostraram diferenças mais significativas do que as observadas durante a fase de terminação entre os lotes de cordeiros abatidos no verão e inverno.

As diferenças verificadas nas variáveis fisiológicas e do ITU mostra relativo desconforto térmico vivenciado pelos cordeiros no pré-abate, mesmo assim, este desconforto não foi capaz de promover diferenças significativas nas principais características de qualidade da carne. A curva de queda do pH não foi diferente, o pH ficou dentro do que se poderia esperar para a espécie. A perda de peso no descongelamento da carne foi maior para os cordeiros abatidos no verão. Já, a perda no cozimento e exsudato foi maior para os cordeiros terminados no inverno. As variáveis dureza, coesividade, mastigabilidade, força de cisalhamento e comprimento do sarcômero não foram diferentes.

A cor da carne dos cordeiros representada pelas coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  mostrou que no conjunto a carne dos cordeiros abatidos no verão foi mais escura. Os cordeiros abatidos no inverno apresentaram carne com maior tonalidade de vermelho ( $a^*$ ) e de amarelo ( $b^*$ ). Os maiores valores de  $b^*$  possivelmente se devem ao maior grau de acabamento destes animais.

Em síntese, os fracos resultados das respostas produtivas, de comportamento e de qualidade de carne dos cordeiros diante dos efeitos do clima no conforto térmico dos mesmos se deve acima de tudo, a capacidade dos ovinos e/ou desta categoria animal às condições climáticas enfrentadas durante a fase experimental.

Diante do efeito do clima sobre os animais de criação torna necessário estudos que possam caracterizar os animais quanto a sua adaptação ao sistema de criação,

identificando e quantificando carências ambientais, para tornar à atividade mais rentável e socialmente aceitável. A luz do conhecimento científico talvez seja necessário rever e/ou adequar práticas de manejo na criação animal para torná-las compatíveis as necessidades de bem-estar animal e por consequência manter a boa eficiência produtiva, reprodutiva e de qualidade da produção. A pesquisa científica teve, tem e terá papel preponderante fornecendo essas respostas ao produtor.



## **6 Conclusão**

O estudo mostra que as condições climáticas prevalentes na estação quente da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul deprimem a eficiência biológica avaliada pelo consumo alimentar residual, sem, no entanto, afetar o desempenho de cordeiros Texel terminados em confinamento e as características físicas da carne, caracterizando a boa adaptação desta categoria e espécie animal. No entanto, a terminação de cordeiros na estação fria no Sul do Brasil mostra-se alternativa técnica interessante e merecedora de consideração para a redução da estacionalidade da produção de ovinos, possibilitando contribuir na viabilização da cadeia da carne ovina.

## Referências

ALHIDARY, I.A.; SHINI, S.; AL JASSIN, R.A.M.; GAUGHAN, J.B. Physiological responses of Australian Merino wethers exposed to high heat load. **J. Anim. Sci.**, v.90, p.212-220, 2013.

ALVES L.G.C.; OSÓRIO, J.C.S.; FERNANDES, A.R.M.; RICARDO, H.L.; CUNHA, C.M. Produção de carne ovina com foco no consumidor. **Enciclopédia Biosfera**, v.10, n.18, p.2399-2415, 2014.

ANDRIGUETTO, J.M. et al. **Nutrição: As bases e os fundamentos da nutrição – Os alimentos**, v. I, Ed. Nobel, São Paulo, 2006. 396p.

ARALDI, D.; CASTRO, R.S.; MOREIRA, A.V. Bem-estar animal e qualidade de carne bovina. SEMINÁRIO INTERINSTITUCIONAL DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO, 16, **Anais do...** Cruz Alta: UNICRUZ, out. 2011. Disponível em <<http://www.unicruz.edu.br/seminario/downloads/anais/ccs/bem%20estar%20animal%20em%20bovino%20de%20corte%20a%20revisao%20bibliografica.pdf>>. Acesso em: 19 maio 2014.

ARAÚJO, G.G.L. et al. **Água nos sistemas de produção de caprinos e ovinos**. 3 – Produção de ovinos e caprinos no Semiárido. EMBRAPA, 2011. 26p.

BABIKER, S.A.; KHIDER, I.A.; SHAFIE, S.A. Chemical composition and quality attributes of goat meat and lamb. **Meat Sci.**, v. 28, p.273-277, 1990.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais – Conforto animal**. 2. ed., Ed. UFV, Viçosa, 2012. 269p.

BARBOSA, O.R.; SILVA, R.G. Índice de conforto térmico para ovinos. **B. Industr. Anim.**, v.52, n.1, p.29-35, 1995.

BAUMGARD, L.H.; RHODS, R.P. Ruminant nutrition symposium: Ruminant production and metabolic responses to heat stress. **J. Anim. Sci.**, v.90, p.1855-1965, 2012.

BATAGLIA, C.T. **Comparação de métodos para determinação da maciez instrumental e comprimento de sarcômero de carne bovina**. 2016. 68f., Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. Disponível em: <[http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/320740/1/Battaglia\\_ChristianTimich M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/320740/1/Battaglia_ChristianTimich M.pdf)>. Acesso em: 23 maio 2107.

BATISTA, A.S.M.; ALBUQUERQUE, L.F.; MENDES, F.W.V. Qualidade da carne ovina. **Essentia**, v.14, n.2, p. 189-206, 2013.

BEEDE, D.K.; COLLIER, R.J. Potential managemental startegies for intensively managed cattle during thermal stress. **J. Anim. Sci.**, v.62, p. 543-554, 1986.

BELEW, J.B.; BROOKS, J.C.; McKENNA, D.R.; SAVELL, J.W. Warner-Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles. **Meat Sci.**, v.64, p.507-512, 2003.

BERNABUCCI, U.; BANI, P.; RONCHI, B.; LACETERA, N.; NARDONE, A. Influence of short and long-term exposure to hot environment on rumen passage rate and diet digestibility by Frisian heifers. **J. Dairy Sci.**, v.82, p.967-973, 1999.

BERNABUCCI, U.; LACETERA, N.; DANIELI, P.P.; BANI, P.; NORDANE, A.; RONCHI, B. Influence of different periods of exposure to hot environment on rumen function and diet digestibility in sheep. **Int. J. Biometeorol.**, v.53, p.387-395, 2009.

BLANES, V.V.; GUIJARRO, E.; BALASCH, S.; TORRES, A.G. Aplication of computational fluid dynamics to the prediction of airflow in a mechanically ventilated commercial poultry building. **Biosystems Engineering**, v.100, p.105-116, 2008.

BHATTACHARYA, A.N.; HUSSAIN, F. Intake and utilization of nutrients in sheep fed different levels of roughage under heat stress. **J. Anim. Sci.**, v.38, n.4, p.877-886, 1974.

BONACINA, M.S.; OSÓRIO, M.T.M.; OSÓRIO, J.C.S.; CORRÊA, G.F.; HASHIMOTO, J.H. Influência do sexo e do sistema de terminação de cordeiros Texel x Corriedale na qualidade da carcaça e da carne. **Rev. Bras. Zootec.**, v.40, n6, p.1242-1249, 2011.

BONAGURIO, S. **Qualidade da carne de cordeiros Sta. Inês puros e mestiços com Texel abatidos em diferentes pesos**. 2001, 150f., Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/3731/1/DISSERTA%C3%87%C3%83OQualidade%20da%20carne%20de%20cordeiros%20Santa%20In%C3%AAs%20puros%20e%20mesti%C3%A7os%20com%20texel%20abatidos%20com%20diferentes%20pesos.pdf>>. Acesso em: 23 maio 2017.

BONAGURIO, S.; PÉREZ, J.R.O.; GARCIA, I.F.F.; BRESSAN, M.C.; LEMOS, A.L.S.C. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês e mestiços com Texel abatidos em diferentes pesos. **Rev. Bras. Zootec.**, v.32, n.6, (Sup.2), p.1989-1991, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Secretaria de Defesa Agropecuária. **IN nº3 de 17 de janeiro de 2000** – “Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para abate humanitário de animais de açougue”. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhAto.do?method=abreLegislacaoFederal&chave=50674&tipoLegis=A>>. Acesso em: 13 mar. 2017d.

BRIDI, A.M. **Instalações e ambiência em produção animal**. 2006. Disponível em: <[www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologiaarquivos/InstalacoeseAmbienciaemProducaoanimal.pdf](http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologiaarquivos/InstalacoeseAmbienciaemProducaoanimal.pdf)>. Acesso em: 12 mar. 2014.

BRIDI, A.M. **Adaptação e aclimação animal**. 2010a. Disponível em: <[www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologia\\_arquivos/AdaptacaoeAclimatacaoAnimal.pdf](http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologia_arquivos/AdaptacaoeAclimatacaoAnimal.pdf)>. Acesso em: 29 mar. 2017.

BRIDI, A.M. **Efeitos do ambiente tropical sobre a produção animal**. 2010b. Disponível em: <[www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologia\\_arquivos/EfeitosdoAmbienteTropicalsobreProducaoAnimal.pdf](http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologia_arquivos/EfeitosdoAmbienteTropicalsobreProducaoAnimal.pdf)>. Acesso em: 30 mar. 2017.

BRESSAN, M.C.; PRADO, O.V.; PÉREZ, J.R.O.; LEMOS, A.L.S.; BONAGURIO, S. Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre as características físico-químicas da carne. **Ciência Tecnologia Alimentos**, v.21, p 293-303, 2001.

BROOM, D.M.; MOLENTO, C.F.M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas – Revisão. **Arch. Vet. Sci.**, v.9, n.2, p.01-11, 2004.

BROSSI, C.; CASTILLO, C.J.C.; AMAZONAS, E.A.; MENTEN, J.F.M. Estresse térmico durante o pré-abate em frangos de corte. **Ciência Rural**, v.39, n.4, p.1296–1305, 2009.

BUFFINGTON, D.E.; AROCHO, A.A.; CANTON, G.H.; PITT, D. Black globe-humidity index (BGHI) as confort equation for dairy cows. **Trans. ASAE**, v.24, p.711-714, 1981.

CABRAL, L.S.; NEVES, E.M.O.; ZERVOUDAKIS, J.T.; ABREU, J.G.; RODRIGUES, R.C.; SOUZA, A.L.; OLIVEIRA, I.S. Estimativas dos requisitos nutricionais de ovinos em condições brasileiras. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, v.9, n.3, p.529-542, jul.-set., 2008a.

CABRAL, L.S.; SANTOS, J.W.; ZERVOUDAKIS, J.T.; ABREU, J.G.; SOUZA, A.L. RODRIGUES, R.C. Consumo e eficiência alimentar em cordeiros confinados. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.9, n.4, p.703-714, out/dez, 2008b.

CARDOSO, A.R.; CARVALHO, S.; GALVANI, D.B.; PIRES, C.C.; GASPARIN, B.G.; GARCIA, R.P.A. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural**, v. 36, n.2, p.604-609, 2006.

CARVALHO, S. DIAS, F.D.; PIRES, C.C.; BRUTTI, D.D. LOPES, J.F.; SANTOS, D.; BARCELOS, R.D.; MACARI, S.; WOMMER, T.P.; GRIEBLER, L. Comportamento ingestivo de cordeiros Texel e Ideal alimentados com casca de soja. **Arch. Zootec.**, v.63, n.241, p.55-64, 2014.

COSTA, M.J.R.P. Ambiência na produção de bovinos de corte a pasto. **Anais de Etologia.**, v.18, p.26-42, 2000. Disponível em: <[www.grupoetco.org.br/arquivos\\_br/pdf/ambiprodbo.pdf](http://www.grupoetco.org.br/arquivos_br/pdf/ambiprodbo.pdf)>. Acesso em: 17 ago. 2017.

COSTA, M.J.R.P. Ambiência e qualidade de carne. CONGRESSO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS, 5, **Anais do ...**, ABCZ, Uberaba-MG, p.170-174, 2002. Disponível em: <[www.grupoetco.org.br/arquivos\\_br/pdf/ambiquali.pdf](http://www.grupoetco.org.br/arquivos_br/pdf/ambiquali.pdf)>. Acesso em: 17 ago. 2017.

COSTA, N.G. **A cadeia produtiva da carne ovina no Brasil rumo às novas formas de organização de produção**. 2007. 195f., Dissertação (Mestrado em Agronegócio) – Universidade de Brasília, Brasília. Disponível em: <[http://www.repositorio.unb.br/bitstream/10482/9330/1/2011\\_LeilaLopesdaMotaAlvesPorto.pdf](http://www.repositorio.unb.br/bitstream/10482/9330/1/2011_LeilaLopesdaMotaAlvesPorto.pdf)>. Acesso em: 15 jun. 2017.

CHULAYO, A.Y.; MUCHENJE, V. A balanced perspective on animal welfare for improved meat and meat products: a review. **South African J. Anim. Sci.**, v.45, p.01-27, 2015.

CHURCH, D.C. **Fisiologia digestiva y nutrición de los ruminantes**. V. 2 – Nutrición. Ed. Acribia, Zaragoza, 1974, 483p.

CROSS, H.R.; WEST, R.L.; DUTSON, T.R. Comparisons of methods for measuring sarcomere length in beef Semitendinosus muscle. **Meat Sci.**, v.5, p.261-266, 1981.

DALLA COSTA, O.A.; LUDKE, V.J.; COLDEBELLA, A.; KICH, J.D.; COSTA, M.J.R.P.; FAUCITANO, L.; PELOSO, J.V.; ROSA, D.D. Efeito do manejo pré-abate sobre alguns parâmetros fisiológicos em fêmeas suínas pesadas. **Ciência Rural**, v.39, n.3, p.852–858, 2009.

DALTRO, D.S. **Uso da termografia infravermelha para avaliar a tolerância ao calor de bovinos de leite submetidos ao estresse térmico**. 2014. 65f., Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/95988>>. Acesso em: 26 nov. 2017.

DAVIS, S.; MADER, J.L. Adjustments for wind speed and solar radiation on the Temperature-Humidity Index. **Nebraska Beef Cattle Reports**, University of Nebraska – Lincoln, Anim. Sci. Department, p.48-51, Jan., 2003. Disponível em: <<http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1223&context=animalsciencbcr>>. Acesso em: 21 maio 2017.

DEGEN, A.A.; SHKOLNIK, A. Thermoregulation in fat-tailed Awassi, a desert sheep, and in german mutton Merino, a mesic sheep. **Physiol. Zool.** v.51, p.333-339, 1978.

De VRIES, A. La economía del estrés por calor: Implicaciones para el manejo. **Extension**, p.01-10, jan. 2016. Disponível em: <<file:///c:/users/6382868/Downloads/articles.extension.org-La%20Economia%20del%20Estrés%20por%20Calor%20Implicaciones%20para%20Manejo.pdf>>. Acesso em: 19 maio 2017.

DIAS FILHO, L.L.M. **Manual prático do integrado** – Técnicas de criação de ovinos resumidas. Emater, 2016. 50p. Disponível em: <[www.cordeirobrasileiro.com.br](http://www.cordeirobrasileiro.com.br)>. Acesso em: 11 nov. 2016.

DIXON, R.M.; THOMAS, R.; HOLMES, J.H.G. Interactions between heat stress and nutrition in sheep fed roughage diets. **J. Agric. Sci.**, v.132, p351-359, 1999.

ECKERT, R. **Fisiologia Animal: Mecanismos e adaptações**. 4. ed. São Paulo: Guanabara Koogan S/A, 2000. 729p.

ELOY, A.M.X. **Estresse na produção animal**. Comunicado Técnico. EMBRAPA. dez. 2007. 7p.

ENCARNAÇÃO, R. O. **Estresse e produção animal**. Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, Campo Grande, MS. 2.reimpressão, 1992. 33p. Disponível em: <<https://docsagencia.cnptia.br/bovinodecorte/doc/doc34/doc34.pdf>>. Acesso em: 05 maio 2017.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Cambios climaticos**. s.d. Disponível em: <[www.fao.org/climate-change/es/](http://www.fao.org/climate-change/es/)>. Acesso em: 10 abr. 2017.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Statistical yearbook** – Latin America and the Caribbean food and agriculture. 2014. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/019/i3592e/i3592e.pdf>>. Acesso em: 09 abr. 2017.

FAWAC – Farm Animal Welfare Advisory Council. **Animal welfare guidelines for sheep farmers**. 2003. 14p. Disponível em: <[www.fawac.ie/media/fawac/content/publications/animalwelfare/AnimalWelfareGuidelinesforSheepFarmers2003.pdf](http://www.fawac.ie/media/fawac/content/publications/animalwelfare/AnimalWelfareGuidelinesforSheepFarmers2003.pdf)>. Acesso em: 07 jul. 2017.

FAUCITANO, L. Efeitos do manejo pré-abate sobre o bem-estar e sua influência sobre a qualidade de carne. CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 1, dez. 2000. **Anais da...** Concórdia-SC: EMBRAPA, 2000. p.55-75.

FERGUSON, D.M.; WARNER, R.D. Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? **Meat Sci.**, v.80, p.12-19, 2008.

FIDELIS, H.A.; BONILHA, S.F.M.; TEDESCHI, L.O.; BRANCO, R.H.; CYRILLO, J.N.S.G.; MERCADANTE, M.E.Z. Residual feed intake, carcass traits and meat quality in Nelore cattle. **Meat. Sci.**, v.128, p.34-39, 2017.

FUQUAY, J.W. Heat stress as it affects animal production. **J. Anim. Sci.**, v.52, n.1, p.164-174, 1981.

GALLO, C.B.; HUERTAS, S.M. Main animal welfare problems in ruminant livestock during operations: a South American view. **Animal**, p.01-08, 2015.

GAUGHAN, J.B.; MADER, T.L.; HOLT, S.M.; HAHN, G.L.; YOUNG, B.A. Review of current assessment of cattle and microclimate during periods of high heat load. **Anim. Prod. Aust.**, v.24, p.77-80, 2002.

GAUGHAN, J.B.; MADER, T.L.; HOLT, S.M.; LISLE, A. A new heat load index for feedlot cattle. **J. Anim. Sci.**, v.86, p.226-234, 2008.

GOMES, R.C. **Entendendo a eficiência alimentar**. 2015. 3p. Disponível em: <<https://alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1026994/1/SumarioSenopol20152paginas2223e24.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

GONZAGA, S.S. et al. Cap. 36 - Agronegócio da lã. In: SELAIVE-VILLARROEL, A.B.; OSÓRIO, J.C.S. **Produção de ovinos no Brasil**. São Paulo: Roca, 2014. 656p.

GRAHAM, N.M.; WAINMAN, F.W.; BLAXTER, K.L.; ARMSTRONG, D.G. Environmental temperature, energy metabolism and heat regulation in sheep. 1. Energy metabolism in closely clipped sheep. **J. Agric. Sci.**, v.52, p.13-24, 1959.

GRANDIN, T. Animal welfare in slaughter plants. **Proceedings...** 29<sup>th</sup> Animal Conference of American Association of Bovine Practitioners. p.22-26, 1996. Disponível em: <[www.grandin.com/welfare/general.session.html](http://www.grandin.com/welfare/general.session.html)>. Acesso em: 12 de jul.2017.

GUEDES, L.F.; SANTOS, D.; BORGES, I.; ALVES, L.R.N.; ANDRÉ JR, J. Efeito do processamento sobre o desempenho de cordeiros e cabritos. **Nutri-Time**, v.12, n.6, p.4441-4446, nov./dez. 2015.

HAFEZ, E.S.E. **Adaptación de los animales domésticos**. Barcelona: Labor, 1973. 563p.



HAHN, G. L.R.; GAUGHAN, J.B.; MADER, T.L.; EIGENBERG, R.A. Thermal indices and their applications for livestock environments. Chapter 5. p.113-130. In: DeSHAZER, J.A. **Livestock Energetics and Thermal Environmental Management**. ASABE – American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da pecuária municipal**. v. 43, 2015. Disponível em: <<http://sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 19 nov. 2016.

IGONO, M.O.; BJOTVET, G.; SANFORD-CRANE, H.T. Environmental profile and critical temperature effects on milk production of Holstein cows in desert climate. **Int. J. Biometeorol.**, v. 36, p.77-87, 1992.

INDU, S.; SEJIAN, V.; KUMAR, D.; PAREEK, A.; NAQVI, S.M.K. Ideal proportion of roughage and concentrate for Malpura ewes to adapt and reproduce in a semi-arid tropical environment. **Trop. Anim. Health Prod.**, v.47, p.1487-1495, 2015.

ISRAEL, H.T.; OMAR, A.R.; CONRADO, L.P.A.; ALFREDO, S.B.; FRANCISCO, H.D.; GLORIA, H.V. Manejo pré-abate e qualidade de carne. **REDVET – Rev. Eletrônica de Veterinária**, v.11, n.8, p.01-11, 2010. Disponível em: <[www.redalyc.org.br/pdf/636/636142170006.pdf](http://www.redalyc.org.br/pdf/636/636142170006.pdf)>. Acesso em: 17 maio 2014.

JELENÍKOVÁ, J.; PIPEK, P.; STARUCH, L. The influence of ante-mortem treatment on relationship between pH and tenderness of beef. **Meat Sci.**, v.80, p.870-874, 2008.

KADIM, I.T.; MAHGOUB, O.; AL-AJMI, D.S.; AL-MAQBALY, R.S.; AL-MUGHEIRY, S.M.; BARTOLOME, D.Y. The influence of season on quality characteristics of hot-boned beef m. Longissimus thoracis, **Meat Sci.**, v.66, p.831-836, 2004.

KADIM, I.T.; MAHGOUB, W.; AL-MARZOOQI, W.; AL-AJMI, D.S.; AL-MAQBALI, R.S.; AL-LAWATI, S.M. The influence of season on quality characteristics of hot-boned beef, m. psoas major and minor, from goats and sheep. **Meat Sci.**, v.80, p.210-215, 2008.

KADZERE, C.T. MURPHY, M.R.; SILANIKOVE, N.; MALTZ, E. Heat stress in lactating dairy cows: a review. **Livest. Prod. Sci.**, v.77, p.59-91, 2002.

KUCZYNSKI, T.; VIDAL, V.B.; LI, B.; GATES, R.S.; NÄÄS, I.A.; MOURA, D.J.; BERCKMANS, D.; BANHAZI, T.M. Impact of global climate change on the health, welfare and productivity of intensively housed livestock. **Int. J. Agric. & Biol. Eng.**, v.4, n.2, p.01-22, 2011.

KUMAR, B.V.S.; AJEET, K; MEENA, K. Effect of heat stress in tropical livestock and different strategies for its amelioration. **J. Stress Physiology & Biochemistry**, v.7, n.1, p.45-54, 2011.

LIMA, C.B.; COSTA, T.G.P. NASCIMENTO, T.L.; LIMA JR, D.M.; SILVA, M.J.M.S.; MARIZ, T.M.A. Comportamento ingestivo e respostas fisiológicas em pastejo no semiárido. **J. Anim. Behav. Biometeorol.**, v.2, n.1, p.26-34, 2014.

LAWRIE, R.A. **Ciência da Carne**. 6. ed., Porto Alegre: Artmed, 2005. 383p.

LUDTKE, C.; BARBALHO, P.; CIOCCA, J.R.; DANDIN, T.; VILELA, J.; FERRARINI, C. Área de descanso. **Rev. Nacional da Carne**, n.435, p.66-75, mar. 2013.

MACEDO, F.A.F. Cap. 7 - Raças ovinas de clima temperado no Brasil. In: SELAIVE-VILLARROEL, A.B.; OSÓRIO, J.S. **Produção de ovinos no Brasil**. São Paulo: Roca, 2014. 656p.

MADRUGA, M.S.; SOUZA, W.H.; ROSALES, M.D. Qualidade da carne de cordeiros Sta. Inês terminados com diferentes dietas. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 34, n.1, p.309-315, 2005.

MAGNANI, E.; NASCIMENTO, C.F.; BRANCO, R.H.; BONILHA, S.F.M.; RIBEIRO, E.G.; MERCADANTE, M.E.Z. Relações entre consumo alimentar residual, comportamento ingestivo e digestibilidade em novilhas Nelore. **B. Ind. Anim.**, v.70, n.2, p.187-194, 2013.

MAHJoubi, E.; AMANLOU, H.; ALAMOUTI, H.R.M.; AGHAZIARATI, N.; YAZDI, M.H.; NOORI, G.R.; YUAN, K.; BAUMGARD, L.H. The effect of cyclical and mild heat stress on productivity and metabolism in Afshari lambs. **J. Anim. Sci**, v.92, p.1007-1014, 2014.

MARAI, I.F.M.; DARAWANY, A.A.; FADIEL, A.; HAFEZ, M.A.M.A, Physiological traits as affected by heat stress. **Small Ruminant Research**, v.71, p.01-12, 2007.

MARTINS, R.F.S. **Índices de conforto térmico e temperatura superficial por termografia infravermelho em ovinos**. 2011. 84 f., Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade de Brasília, Brasília. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/11045>>. Acesso em: 15 dez. 2016.

MEDEIROS, S.R. Valor nutritivo da carne bovina e suas implicações para a saúde humana. **Documentos 171**, EMBRAPA Gado de Corte, Campo Grande-MS, jan. 2008. 29p.

MENDES, A.M.P.; AZEVEDO, M.; LOPES, P.M.O.; MOURA, G.B.A. Zoneamento bioclimático para a raça Dorper no Estado de Pernambuco. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.49, n.12, p.986-993, 2014.

MOUSQUER, C.J.; FERNANDES, G.A.; CASTRO, W.J.R.; HOFFMANN, A.; SIMIONI.; FERNANDES, F.F.D. Comportamento ingestivo de ovinos confinados com silagens. **Rev. Bras. Hig. Sanid. Anim.**, v.7, n.2, p.301-322, jul./dez., 2013.

MOYES, C.D.; SCHULTE, P.M. Cap. 13 – Fisiologia térmica. In: \_\_\_\_\_ **Princípios de fisiologia animal**. 2. ed., Porto Alegre: Artmed, 2010. 792p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, goats, and new world camelids**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 384p.

NEIVA, J.N.M.; TEIXEIRA, M.; TURCO, S.H.N.; OLIVEIRA, S.M.P.; MOURA, A.A.A.N. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil. **R. Bras. Zootec.**, v.33, n.3, p.668-678, 2004.

NIENABER, J.A.; HAHN G. L. Engineering and management practices to ameliorate livestock heat stress. **Meat Abstract Proceedings**, Int'l Symp. GIGR New Trends in Farm Buildings, Evora-Portugal, v.6, p.1-18, May, 2004.

NEINABER, J.A.; HAHN, G.L. Livestock production system management responses to thermal challenges. **Int. J. Biometeorol.**, v.52, p.149-157, 2007.

OLIVEIRA, C.B.; De BORTOLLI, E.C.; BARCELLOS, J.O.J. Diferenciação por qualidade da carne bívina: a ótica do bem-estar animal. **Ciência Rural**, v.38, n.7, p.2092-2096, 2008.

OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M.; SAÑUDO, C. Características sensoriais da carne ovina. **Rev. Bras. Zootec.**, v.38, (nº esp.), p.01-10, 2009.

PAPANASTASIOU, D.K.; BARTZANAS, T.; KITTAS, C. Classification of potential sheep heat-stress levels according to the prevailing meteorological conditions. **Agric. Eng. Int: CIGR Journal**, Special issue, p.57-64, 2015.

PAULA, E.F.V.; PRADO, O.R.; SANTANA, M.H.A.; PERES, M.T.P.; MONTEIRO, A.L.G. Características de carcaça obtidas por ultrassonografia e o consumo alimentar residual de cordeiros da raça Ile de France. Synergismus scyentifica. 2012. **Anais...** Pato Branco-PR: UTFPR, 2012.

PEANA, I.; FOIS, G.; CANNAS, A. Effects of heat stress na diet on milk production and feed and energy intake of Sarda ewes. **Italian J. Anim. Sci.**, v.6, p.577-579, 2007.

PETRACCI, M.; FLETCHER, D.L.; NORTHCUTT, J.K. The effect of holding temperature on live sharing, processing, and breast meat quality of broiler chickens. **Poultry Sci.**, Ithaca, v.80, p.670-675, 2001.

PINHEIRO, A.A.; BRITO, I.F. Bem-estar e produção animal. **Documentos 93**, EMBRAPA, Caprino e Ovinos, Sobral, 2009, 27p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/748310/1/doc93.pdf> >. Acesso em: 30 nov. 2017.

PIRES, M.F.A. **Manejo nutricional para evitar o estresse calórico**. Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora, MG. Comunicado Técnico nº52, nov. 2006. 4p. Disponível em <https://docs.ufp.br/~freitasjaf/artigos/manestresescal.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2017.

PIRES, C.C. et al. Cap. 2 - Ovinocultura na região Sul do Brasil. In: SELAIVE-VILLARROEL, A.B.; OSÓRIO, J.C.S. **Produção de ovinos no Brasil**. São Paulo: Roca, 2014. 656p.

PIRES, C.C.; GALVANI, D.B.; CARVALHO, S.; CARDOSO, A.R.; GASPERIN, B.G. Características da carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Rev. Bras. Zootec.**, v.35, n.5, p.2058-2065, 2006.

PIRES, C.C.; SILVA, L.F.; SCHLICK, F.E.; GUERRA, D.P.; BISCAINO, G.; CARNEIRO, R.M. Cria e terminação de cordeiros confinados. **Ciência Rural**, v.30, n.5, p.01-07, 2000.

PRÄNDL, O. FISCHER, A.; SCHMIDHOFSR, T.; SINCELL, H.J. **Tecnologia e higiene de la carne**. Zaragoza: Acribia, 1994. 854p.

RAMOS, E.M.; GOMIDE, L.A.M. **Avaliação da qualidade de carnes** – fundamentos e metodologias, 2.ed., Viçosa: UGV, 2017. 472p.

RANDAL, M. The physiology of stress: Cortisol e hypotalamic-Pituitary-Adrenal Axis. **Dartmouth Undergraduate J. Sci.**, v.3, p.22-24, 2010.

REIS, W.; JOBIM, C.C.; MACEDO, F.A.F.; MARTINS, E.N.; CECATO, U. Características da carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo grãos de milho conservados em diferentes formas. **Rev. Bras. Zootec.**, v.30, n.4, p.1308-1313, 2001.

ROBERTO, J.V.B.; SOUZA, B.B. Utilização da termografia de infravermelho na medicina e na produção animal. **J. Anim. Behav. Biometeorol.**v.2, n.3, p.73-84, 2014.

ROBERTSHAW, D. Mechanisms for the control of respiratory evaporative heat loss in panting animals. **J. Appl. Physiol.**, v.101, p.664-668, 2006.

ROCHA, H.C.; VIEIRA, M.I.B.; FONSECA, R.S.; COSTA, L.O.; CECCHETTI, D.; NADAL, R.P. ROCHA, F.S. Produção de carne e características da carcaça de cordeiros não castrados, castrados e induzidos ao criptorquidismo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, n.3, p.783-792, 2010.

ROCHA, R.F.A.T. **Consumo alimentar residual em cordeiros mestiços Texel**. 2016. 51f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande. Disponível em: <[posgraduacao.ufms.br/portal/trabalho-arquivos/download/3041](http://posgraduacao.ufms.br/portal/trabalho-arquivos/download/3041)>. Acesso em: 01 maio 2107.

ROÇA, R.O. Abate humanitário de bovinos. CONFERÊNCIA VIRTUAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE BOVINOS DE CORTE. 1, **Anais...** EMBRAPA, 02 a 15 out. 2002.

RODRIGUES, N.E.B.; ZANGERONIMO, M.G.; FIALHO, E.T. Adaptações fisiológicas de suínos sob estresse térmico. **Rev. Eletrônica Nutritime**, art. 110, v.7, n.2, p.1197-1211, 2010.

ROSA, N.; BATTALGLIA, C.T.; VILELLA, G.F.; SOUSA, B.I.; FERREIRA, L.L.; MAGALHÃES, A.E.R.; BORGES, E.M.; Das VIRGESNS, G.S.; PFLANZER, S.B. Estudo comparativo de metodologias para determinação do comprimento de sarcômero (Difração de Raio Laser e Microscopia de Contraste de Fase) de carne bovina. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNICAMP, 23, 17 a 19 nov. 2015, Campinas. **Anais...** Campinas: Unicamp, 2015.

ROTA, E.L.; OSÓRIO, M.T.M.; OSÓRIO, J.C.S.; OLIVEIRA, N.M.; BARBOSA, J.; KASINGER, S. Efeitos do cruzamento de carneiros da raça Texel com ovelhas Corriedale e Ideal sobre a qualidade da carne. **Rev. Bras. Zootec.**, v.10, n.4, p.487-491, 2004.

SAINZ, R.D.; OBTJEN, J.W. Incorporation of a variable maintenance coefficient into calculations of residual feed intake. Proceedings of the Meeting of Animal Science Modelling Group. **Can. J. Anim. Sci.**, v.95, p.633-643, 2015.

SAÑUDO, C.; OSÓRIO, M.T.M. **Curso de análises sensorial**. Pelotas, UFPel, 2004. 150p.

SARABIA, J.L.B.; LINARES, C.P.; RINCÓN, F.G.R. Práticas de manejo prévio a la matanza em ovinos y su efecto em la calidad de la carne. **Nacameh**, v.7, n.1, p.1-16, 2013.

SCHAEFER, A.L.; DUBESKI, P.L.; AALHUS, J.L.; TONG, A.K.W. Role of nutrition in reducing ante mortem stress and meat quality aberrations. **J. Anim. Sci.**, v.79, p.91-101, 2001.

SCHMIDT-N.K. **Fisiologia animal: adaptação ao meio ambiente**. 5.ed. São Paulo: Santos, 2005. 611p.

SELAIVE-VILLARROEL, A.B. Cap. 8 - Raças ovinas de clima tropical no Brasil. In: SELAIVE-VILLARROEL, A.B.; OSÓRIO, J.C.S. **Produção de ovinos no Brasil**. São Paulo: Roca, 2014. 656p.

SEN, U.; KURAN, M.; ENSOY, U. Growth performance, carcass and meat quality of Karayaka female lambs born in different seasons. **Archiv. Tierzucht**, v.56, n.3, p.315-327, 2013.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensive managed domestic ruminants. **Livestock Production Sci.**, v.67, p.01-18, 2000.

SILVA, G.A.; SOUZA, B.B.; SILVA, E.M.N. Adaptabilidade de ovinos e estratégias para amenizar os efeitos do clima em regiões tropicais. **J. Anim. Behav. Biometeorol.**, v.3, n.1, p.20-27, 2015.

SILVA, I.J.O.; VIEIRA, F.M.C. Ambiência animal e as perdas produtivas no manejo pré-abate: o caso da avicultura de corte brasileira. **Arch. Zootec.**, v.59, p.113–131, 2010.

SILVA, I.J.O.; MIRANDA, K.O.S. Impactos do bem-estar na produção de ovos. **Thesis**, ano VI, n.11, p. 89-115, 1º semestre de 2009.

SILVA, M.R.; SOUZA, B.B.; GUIMARÃES, L.J.; COSTA, D.F.; ROCHA, E.D.; SOUTO, D.V.O.; SILVA, E.M.N. Estresse térmico e sua influência na fisiologia hormonal de pequenos ruminantes. **J. Anim. Behav. Biometeorol.**, v.4, n.2, p.50-54, 2016.

SILVA, R.G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 2000, 286p.

SILVA, N.V.; SILVA, J.H.V.; COELHO, M.S.; OLIVEIRA, E.R.A.; ARAUJO, J.A. AMÂNCIO, A.L.L. Características de carcaça e carne ovina: uma abordagem das variáveis metodológicas e fatores de influência. **Acta Veterinária Brasileira**, v.2, n.4, p.103-110, 2008.

SILVA SOBRINHO, A.G.S.; PURCHAS, R.W.; KADIM, T.; YAMAMOTO, S.M. Características de qualidade de carne de ovinos de diferentes genótipos e idades de abate. **Rev. Bras. Zootec.**, v.34, n.3, p.1070-1078, 2005.

SOUSA, J. **A domesticação**. 2014. 5p. Disponível em: <<http://melhorbiologia.blogspot.com.br/2014/12<sup>a</sup>-domesticacao.html>>. Acesso em: 19 nov. 2016.

SOUZA, B.B.; BATISTA, N.L. Os efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia animal. **Agrop. Cient. Semiárido – ACSA**, v.8, n.3, p.06-10, 2012.

SOUZA, E.Q. Análise e segmentação de mercado na ovinocultura. **Tecnol. & Ciên. Agropec.**, v.4, n.4, p.69-80, 2010.

SRIKANDAKUMAR, A.; JOHNSON, E.H.; MAHGOUB, O. Effect of heat stress on respiratory rate, rectal temperature and blood chemistry em Omami and Australian Merino sheep. **Small Rum. Research**, v.49, p.193-198, 2003.

St. PIERRE, N.R.; COBANOU, B.; SCHNITKEY, G. Economic losses from heat stress by US livestock industries. **J. Dairy Sci.**, v.86 (E. Suppl.), p.E52–E77, 2003.

STARLING, J.M.C.; SILVA, R.G.; MUÑOZ, M.C.; BARBSA, G.S.S.C.; COSTA, M.J.R.P. Análise de algumas variáveis fisiológicas do grau de adaptação de ovinos submetidos ao estresse por calor. **Rev. Bras. Zootec.**, v.31, n.5, p.2070-2077, 2002.

STARKEY, C.P.; GESINK, G.H.; Van de VEN, R.; HOPKINS, D.L. The relationship between shear force, compression, collagen characteristics, desmin degradation and sarcomere length in lamb Biceps femuris. **Meat Sci.**, v.126, p.18-21, 2017.

TERLOW, E.M.C.; ARNOULD, C.; AUPERIN, B.; BERRI, C.; BIHAN-DUVAL, E.; DEISS, V.; LEFÈVRE, F.; LENSINK, B.J.; MOUNIER, L. Pre-slaughter conditions, animal stress and welfare: current status and possible future research. **Animal**, v.2, n.10, p.1501-1517, 2008.

THOM, E.C. The discomfort index. **J. Weatherwise**, v.12, p.57-61, 1959. Disponível em: <[www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00431672.1959.9926960](http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00431672.1959.9926960)>. Acesso em: 20 maio 2017.

TONETTO, C.J.; PIRES, C.C.; MÜLLER, L.; ROCHA, M.G.; SILVA, J.H.S.; FRESCURA, R.B.M. KIPPERTC.J. Rendimentos de cortes de carcaça, características da carne e componentes de peso vivo em cordeiros terminados em três sistemas de alimentação. **Rev. Bras. Zootec.**, v.33, p.234-241, 2004.

TRINH, K.T.; GLASGOW, S. **On the texture profile analysis test**. 2012. Disponível em <[www.conference.net.au/chemeca2012/papers/202.pdf](http://www.conference.net.au/chemeca2012/papers/202.pdf)>. Acesso em: 10 maio 2017.

VIANA, J.G.A. Panorama geral da ovinocultura no mundo e no Brasil. **Revista Ovinos**, ano 4, n.4. 2008, 9p. Disponível em: <<http://www.almanaquedocampo.com.br/imagens/files/panorama%20geral%20ovino%20cultura%20brasil.pdf>>. Acesso em: 19 jun. 2017.



VIANA, J.G.A.; WAQUIL, P.D.; SPOHR, G. Evolução histórica da ovinocultura no Rio Grande do Sul: Comportamento do rebanho ovino e produção de lã de 1980 a 2007. **Rev. Extensão Rural** [da] Universidade Federal de Santa Maria, ano XVII, n. 20, jul/dez., 2010.

WARNER, R.D., GREENWOOD, P.L.; FERGUSON, D.M. Genetic and environmental effects on meat quality. **Meat Sci.**, v.86, p.171-183, 2010.

WOJTAS, K.; CWYNAR, P.; KOLACZ, R.; KUPCZYNSKI, R. Effect of heat stress on acid-base balance in Polish Merino sheep. **Archiv. Tierzucht**, v.56, n.92, p.917-923, 2013.

YAMAMOTO, S.M.; SOBRINHO, A.G.S.; VIDOTTI, R.M.; HOMEM JR., A.C.; PINHEIRO, R.S.B.; BUZZULINI, C. Desempenho e digestibilidade dos nutrientes em cordeiros alimentados com dietas contendo silagem de resíduos de peixe. **Rev. Bras. Zootec.**, v.36, n.4, p.1131-1139, 2007.

YU, L.P.; LEE, Y.B. Effects of post-mortem pH and temperature on bovine muscle and meat tenderness. **J. Food Sci.**, v.51, p.774-780, 1986.

ZANETTE, P.M.; NEUMANN, M. Confinamento como ferramenta para incremento na produção e qualidade da carne de ovinos. **Ambiência**, v.8, n.2, p.415-426, maio-ago. 2012.

ZAPIOLA, M.G. Bienestar animal y calidad de la carne – Buenas prácticas de manejo del ganado. **Cadernillo Técnico N° 1.**, IPCVA – Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina, p.01-20, maio 2006. Disponível em: <[www.ipcva.com.ar/files/ct1.pdf](http://www.ipcva.com.ar/files/ct1.pdf)> Acesso em: 21 ago. 2017.

ZEOLA, N.M.B.L.; SOUZA, P.A.; SOUZA, H.B.A.; SOBRINHO, A.G.S.; BARBOSA, J.C. Cor, capacidade de retenção de água e maciez da carne de cordeiro maturada e injetada com cloreto de cálcio. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.59, n.4, p.1058-1066, 2007.

## **Apêndices**

Apêndice A - Valores individuais de Peso inicial (Pi), Peso final (Pf – kg), Período Experimental (PEX) e Ganho de Médio Diário durante a fase experimental (GMD) dos cordeiros

<b>Tratamento</b>	<b>Pi (kg)</b>	<b>Pf (kg)</b>	<b>PEX (dias)</b>	<b>GMD (kg)</b>
Estação quente	20,3	32,0	70	0,167
Estação quente	23,7	36,0	70	0,176
Estação quente	18,0	29,3	70	0,161
Estação quente	17,0	27,4	70	0,149
Estação quente	17,5	31,2	70	0,196
Estação quente	18,0	29,0	70	0,157
Estação quente	18,8	32,0	70	0,189
Estação quente	23,3	36,0	70	0,181
Estação quente	24,1	32,3	70	0,117
Estação quente	25,0	41,3	70	0,233
Estação fria	24,0	44,5	70	0,293
Estação fria	22,5	39,0	70	0,236
Estação fria	23,5	36,5	70	0,186
Estação fria	23,0	41,8	70	0,269
Estação fria	24,0	36,0	70	0,171
Estação fria	25,0*	-	-	-
Estação fria	23,0	37,0	70	0,200
Estação fria	21,0	33,0	70	0,171
Estação fria	25,0	40,5	70	0,221
Estação fria	21,5	35,0	70	0,193

\*Morte

Apêndice B – Consumo observado de Matéria Seca (CMSo), em Porcentagem do Peso Vivo (%PV), por Unidade de Peso Metabólico (g/PV<sup>0,75</sup>); Eficiência Alimentar (EA); Consumo Alimentar Residual (CAR) e Relação de Kleiber (RK) dos cordeiros

<b>Tratamento</b>	<b>CMSo (kg)</b>	<b>CMS (%PV)</b>	<b>CMS (g/PV<sup>0,75</sup>)</b>	<b>EA</b>	<b>CAR</b>	<b>RK</b>
Est. quente	1,102	4,257	92,630	0,1544	-0,0130	14,45
Est. quente	1,254	4,296	96,568	0,1388	-0,0388	13,76
Est. quente	1,171	5,001	105,968	0,1460	0,1061	15,05
Est. quente	0,941	4,260	88,764	0,1569	0,0084	14,53
Est. quente	1,401	5,732	121,842	0,1439	0,1950	17,85
Est. quente	0,981	4,336	90,604	0,1568	-0,0076	14,72
Est. quente	1,219	4,910	104,808	0,1558	0,0616	16,67
Est. quente	1,230	4,192	94,244	0,1492	-0,0506	14,28
Est. quente	1,215	4,451	99,370	0,0971	0,0344	9,57
Est. quente	1,494	4,418	104,142	0,1631	-0,0652	16,85
Est. fria	1,917	5,762	131,398	0,1546	0,0214	20,69
Est. fria	1,440	4,775	106,936	0,1643	-0,0185	18,05
Est. fria	1,262	4,236	95,520	0,1500	-0,0469	14,49
Est. fria	1,405	4,338	94,404	0,1949	-0,1121	19,78
Est. fria	1,189	4,003	90,456	0,1451	-0,0748	13,37
Est. fria*	-	-	-	-	-	-
Est. fria	1,403	4,794	107,228	0,1426	0,0148	15,60
Est. fria	1,217	4,553	99,826	0,1413	0,0270	14,47
Est. fria	1,493	4,676	106,890	0,1470	-0,0441	16,17
Est. fria	1,402	5,107	98,338	0,1363	0,0741	15,74

\*Morte

Apêndice C – Comportamento dos cordeiros: Tempo de Alimentação (TAL); Tempo de Ruminação (TRU); Tempo de Ócio (TOC), Tempo Deitado (TDE), Tempo em Pé (TEP), Eficiência de Alimentação (EAL), Eficiência de Ruminação (ERU), Tempo de Mastigação Total (TMT)

<b>Tratamento</b>	<b>TAL</b>	<b>TRU</b>	<b>TOC</b>	<b>TDE</b>	<b>TEP</b>	<b>EAL</b>	<b>ERU</b>	<b>TMT</b>
	<b>(min)</b>	<b>(min)</b>	<b>(min)</b>	<b>(min)</b>	<b>(min)</b>	<b>(gMS/h)</b>	<b>(gMS/h)</b>	<b>(min)</b>
Est. quente	188	617	615	993	447	351,70	107,16	805
Est. quente	190	567	670	1.105	335	396,00	132,70	757
Est. quente	210	560	650	1.008	432	354,57	125,46	770
Est. quente	205	558	667	1.013	427	202,77	101,18	763
Est. quente	168	568	682	937	503	500,36	147,99	736
Est. quente	185	557	680	947	493	318,16	105,67	742
Est. quente	233	517	662	932	508	313,91	141,47	750
Est. quente	225	532	665	952	488	328,00	138,72	757
Est. quente	188	540	690	897	543	387,77	135,00	728
Est. quente	168	607	657	928	512	533,57	147,88	775
Est. fria	192	552	665	1.010	430	599,06	208,37	744
Est. fria	187	535	707	1.062	378	462,03	161,50	722
Est. fria	188	543	702	940	500	402,77	139,45	731
Est. fria	213	538	685	942	498	395,78	156,69	751
Est. fria	185	517	717	955	485	385,62	137,99	702
Est. fria*	-	-	-	-	-	-	-	-
Est. fria	180	525	730	1.040	400	467,67	160,34	705
Est. fria	178	478	768	1.035	405	410,22	152,76	656
Est. fria	170	568	695	1.143	297	526,94	157,71	738
Est. Fria	208	580	635	983	457	404,42	145,03	788

\*Morte

Apêndice D – Variáveis fisiológicas: Frequência Respiratória (FR), Temperatura na região Ocular (TO), Temperatura Retal (TR) e Consumo de Água (H<sub>2</sub>O) dos cordeiros durante o período experimental.

<b>Tratamento</b>	<b>FR (mov./min)</b>	<b>TO (°C)</b>	<b>TR (°C)</b>	<b>H<sub>2</sub>O (L/kgMS)</b>
Estação quente	121,0	37,62	39,17	2,458
Estação quente	142,5	37,52	39,57	3,159
Estação quente	125,2	37,76	39,43	2,744
Estação quente	135,9	59,57	39,53	2,402
Estação quente	145,1	37,68	39,70	3,785
Estação quente	121,3	37,84	39,23	1,884
Estação quente	134,0	37,49	39,13	3,102
Estação quente	126,5	37,93	39,30	2,949
Estação quente	125,2	37,94	39,40	2,989
Estação quente	142,5	37,58	39,37	1,901
Estação fria	75,6	37,80	39,67	1,339
Estação fria	73,8	37,10	39,52	1,403
Estação fria	70,4	37,27	39,48	1,630
Estação fria	67,2	37,40	39,48	1,431
Estação fria	64,0	37,10	39,42	2,611
Estação fria*	-	-	-	-
Estação fria	75,7	37,20	39,68	1,686
Estação fria	70,3	36,20	39,30	1,847
Estação fria	76,0	36,90	39,40	1,921
Estação fria	78,1	36,60	39,35	1,691

\*Morte

Apêndice E - Valores de pH (pH0, pH4, pH24 e pH em água) dos cordeiros.

<b>Tratamento</b>	<b>pH0</b>	<b>pH4</b>	<b>pH24</b>
Estação quente	7,00	6,30	5,54
Estação quente	6,48	5,77	5,40
Estação quente	6,57	6,26	5,37
Estação quente	7,17	6,26	5,56
Estação quente	6,63	6,08	5,59
Estação quente	6,92	6,24	5,68
Estação quente	6,62	6,36	5,58
Estação quente	6,72	6,02	5,65
Estação quente	6,87	5,91	5,53
Estação quente	6,67	5,98	5,58
Estação fria	6,79	5,96	5,61
Estação fria	6,92	5,84	5,50
Estação fria	6,76	6,11	5,51
Estação fria	6,62	6,17	5,76
Estação fria	6,82	6,04	5,55
Estação fria*	-	-	-
Estação fria	6,76	6,00	5,48
Estação fria	6,84	6,05	5,46
Estação fria	6,82	6,63	5,48
Estação fria	6,82	6,08	5,46

\*Morte

Apêndice F – Valores da Perda de água no descongelamento (PD); no cozimento (PC); Perfil de Textura (Dureza; Coesividade, Mastigabilidade) e Força de Cisalhamento (WBSf) do músculo Longissimus dorsi dos cordeiros

<b>Tratamento</b>	<b>PD (%)</b>	<b>PC (%)</b>	<b>Dureza (N)</b>	<b>Coesiv.</b>	<b>Mastig.</b>	<b>WBSf (kgf)</b>
Est. quente	11,05	18,62	151,4	0,325	30,51	4,06
Est. quente	12,99	23,22	197,2	0,386	54,27	3,24
Est. quente	10,22	27,75	184,7	0,374	52,84	3,12
Est. quente	11,98	15,98	229,1	0,385	75,68	3,95
Est. quente	11,21	19,92	207,2	0,373	65,77	4,24
Est. quente	11,66	19,66	205,2	0,384	65,95	4,61
Est. quente	13,64	16,35	157,3	0,321	34,29	3,23
Est. quente	14,30	16,57	190,5	0,308	48,05	3,67
Est. quente	13,14	23,91	165,5	0,372	39,59	4,36
Est. quente	11,00	27,03	193,1	0,364	53,98	5,04
Est. fria	12,47	27,97	225,4	0,399	72,58	4,01
Est. fria	5,51	28,78	234,3	0,411	77,81	3,54
Est. fria	7,46	23,13	170,8	0,398	53,91	3,62
Est. fria	6,98	25,50	222,8	0,381	68,59	3,76
Est. fria	7,43	29,76	219,1	0,386	66,90	3,92
Est. fria*	-	-	-	-	-	-
Est. fria	9,68	22,10	185,8	0,359	50,89	3,47
Est. fria	6,72	28,30	168,8	0,386	52,29	3,99
Est. fria	7,49	25,39	225,0	0,357	68,04	3,40
Est. fria	11,60	28,57	211,8	0,378	65,49	5,15

\*Morte



Apêndice G - Variáveis fisiológicas: Frequência Respiratória (FR), Temperatura na região Ocular (TO), Temperatura Retal (TR) dos cordeiros no pré-abate.

<b>Tratamento</b>	<b>FR (Movim./min)</b>	<b>TO (°C)</b>	<b>TR (°C)</b>
Estação quente	124	38,38	39,3
Estação quente	128	38,22	39,6
Estação quente	132	38,38	39,5
Estação quente	144	38,67	39,4
Estação quente	164	38,42	40,0
Estação quente	136	37,98	39,3
Estação quente	168	38,38	39,4
Estação quente	168	38,68	40,0
Estação quente	168	38,10	39,8
Estação quente	140	38,10	39,7
Estação fria	56	36,85	39,5
Estação fria	60	36,67	39,4
Estação fria	54	36,63	39,5
Estação fria	76	36,95	39,8
Estação fria	60	36,87	39,5
Estação fria*	-	-	-
Estação fria	60	36,95	39,8
Estação fria	64	36,63	39,0
Estação fria	68	36,57	39,3
Estação fria	64	37,07	39,4

\*Morte

APÊNDICE H – Condições climáticas durante os momentos que foi feita avaliação das variáveis fisiológicas (Frequência respiratória - FR, Temperatura retal - TR, Temperatura na região ocular - TO) nos cordeiros.

Variáveis climáticas			
	Temp. Média (°C)	Umidade Rel. (%)	Vel. Vento (m/s)
Data	Estação quente		
20/11/2015	20,2	75,0	2,6
11/12/2015	31,3	60,0	0,5
04/01/2016	30,6	67,5	1,5
13/01/2016*	26,9	92,0	0,7
	Estação fria		
29/07/2016	18,5	59,6	3,3
19/08/2016	18,8	63,0	3,0
09/09/2016	22,8	68,5	2,1
19/09/2016*	15,3	94,0	2,8

\*jejum pré-abate

**Anexos**

## Anexo A – Normas editoriais para publicação na Semina: ciências agrárias

A revista Semina: Ciências Agrárias. Com periodicidade trimestral, é uma publicação de divulgação científica do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Londrina. Tem como objetivo publicar artigos, comunicações, relatos de casos e revisões relacionadas às Ciências Agrônômicas, Ciência e Tecnologia de Alimentos, Medicina Veterinária, Zootecnia e áreas afins.

### **Categoria de Trabalhos**

- a) Artigos científicos: no máximo 25 páginas incluindo figuras, tabelas e referências bibliográficas;
- b) Comunicações científicas: no máximo 12 páginas, com referências bibliográficas limitadas a 16 citações e no máximo duas tabelas ou duas figuras ou uma tabela e uma figura;
- c) Relatos de casos: No máximo 10 páginas, com referências bibliográficas limitadas a 12 citações e no máximo duas tabelas ou duas figuras ou uma tabela e uma figura;
- d) Artigos de revisão: no máximo 35 páginas incluindo figura, tabelas e referências bibliográficas.

### **Apresentação dos Trabalhos**

Os originais completos dos artigos, comunicações, relatos de casos e revisões podem ser escritos em português, inglês ou espanhol e devem ser enviados em três cópias impressas em papel A-4, com espaçamento duplo, elaborado no editor de texto Word for Windows, fonte Times New Roman, tamanho 12 normal, com margens esquerda e direita de 2,5 cm e superior e inferior 2 cm, respeitando-se o número de páginas, devidamente numeradas, de acordo com a categoria do trabalho. As figuras (desenhos, gráficos e fotografias) e tabelas serão numeradas em algarismos arábicos e devem estar separadas no final do trabalho. As figuras e tabelas deverão ser apresentadas nas larguras de 8 ou 16 cm com altura máxima de 22 cm, lembrando que se houver a necessidade de dimensões maiores, no processo de editoração haverá redução para as referidas dimensões. As legendas das figuras deverão ser colocadas em folha separada obedecendo à ordem numérica de citação no texto. Fotografias devem ser identificadas no verso e desenhos e gráfico na parte frontal inferior pelos seus respectivos números do texto e nome do primeiro autor. Quando necessário deve ser indicado qual é a parte superior da figura para o seu correto posicionamento no texto.

### **Preparação dos manuscritos**

#### **Artigo científico:**

Deve relatar resultados de pesquisa original das áreas afins, com a seguinte organização dos tópicos: Título; Título em inglês; Resumo com Palavras-chave (no máximo seis palavras); Abstract com Key-words (no máximo seis palavras); Introdução; Material e Métodos; Resultados e Discussão com as conclusões no final ou Resultados, Discussão e Conclusões separadamente; Agradecimentos; Fornecedores, quando houver e Referências Bibliográficas. Os tópicos devem ser

escritos em letras maiúsculas e minúsculas e destacados em negrito, sem numeração. Quando houver a necessidade de subitens dentro dos tópicos, os mesmos devem receber números arábicos. O trabalho submetido não pode ter sido publicado em outra revista com o mesmo conteúdo, exceto na forma de resumo de congresso, nota prévia ou formato reduzido.

**Na primeira página do manuscrito devem constar as seguintes informações:**

1. *Título do trabalho:* O título acompanhado de sua tradução em inglês, deve ser breve e suficientemente específico e descritivo, contendo palavras que permitam ao leitor ter uma ideia do conteúdo do artigo.
2. *Nomes dos autores:* Deverão ser escritos por extenso, separados por ponto e vírgula, logo abaixo do título do trabalho. A instituição, os órgãos de fomento e a identificação dos autores deverão ser feitos por inserção numérica de notas de rodapé ao final do título e dos nomes. O autor para correspondência com endereço completo, telefone, fax e E-mail deverá ser destacado com um asterisco sobescrito junto ao número de identificação.

A partir da segunda página do manuscrito a apresentação do trabalho deve obedecer à seguinte ordem:

1. *Título do trabalho,* acompanhado de sua tradução em inglês.
2. *Resumo e Palavras-chave:* Deve ser incluído um resumo informativo com um mínimo de 150 e um máximo de 300 palavras, na mesma língua que o artigo foi escrito, acompanhado de sua tradução para o inglês (Abstract e Key words).
3. *Introdução:* Deverá ser concisa e conter revisão estritamente necessária à introdução do tema e suporte para a metodologia e discussão.
4. *Material e Métodos:* Poderá ser apresentado de forma descritiva contínua ou com subitens, de forma a permitir ao leitor a compreensão e reprodução da metodologia citada com auxílio ou não de citações bibliográficas.
5. *Resultados e discussão com conclusões ou resultado, Discussão e Conclusões:* De acordo com o formato escolhido, estas partes devem ser apresentadas de forma clara, com auxílio de tabelas, gráficos e figuras, de modo a não deixar dúvidas ao leitor, quanto à autenticidade dos resultados, pontos de vista discutidos e conclusões sugeridas.
6. *Agradecimentos:* As pessoas, instituições e empresas que contribuíram na realização do trabalho deverão ser mencionadas no final do texto, antes do item Referências Bibliográficas.

**Observações**

Quando for o caso, antes das referências, deve ser informado que o artigo foi aprovado pela comissão de bioética e foi realizado de acordo com as normas técnicas de biossegurança e ética.

*Notas:* Notas referentes ao corpo do artigo devem ser identificadas com um símbolo sobescrito, imediatamente depois da frase a que diz respeito, como notas de rodapé no final da página.

*Figuras:* Quando disponíveis figuras poderão ser aceitas e deverão ser assinaladas no texto pelo número de ordem em algarismos arábicos. Se as ilustrações enviadas já foram publicadas, mencionar a fonte e a permissão para reprodução.

*Tabelas:* As tabelas deverão ser acompanhadas de cabeçalho que permita compreender o significado dos dados reunidos, sem necessidade de referência ao texto.

*Grandezas, unidades e símbolos:* Deverá seguir às normas nacionais correspondentes (ABNT).

7. *Citações dos autores no texto:* Deverá seguir o sistema de chamada alfabética escrita com letras maiúsculas seguidas do ano de publicação de acordo com os seguintes exemplos:

Os resultados de DUBEY (2001) confirmam que o.....

De acordo com SANTOS et al. (1999), o efeito do nitrogênio.....

Betoti et al. (1999b) avaliaram a qualidade microbiológica.....

.....e inibir o teste de formação de sincício (BRUCK et al., 1992).

.....comprometendo a qualidade de seus derivados (AFONSO; VIANNI, 1995).

8. *Referências Bibliográficas:* As referências bibliográficas, redigidas segundo a norma NBR 6023, ago. 2000, da ABNT, deverão ser listadas na ordem alfabética no final do artigo. Todos os autores participantes dos trabalhos deverão ser relacionados, independentemente do número de participantes (única exceção à norma – item 8.1.1.2). A exatidão e adequação das referências a trabalhos que tenham sido consultados e mencionados no texto do artigo, bem como opiniões, conceitos e afirmações são da inteira responsabilidade dos autores.

As outras categorias de trabalhos (Comunicação científica, Relato de caso e Revisão) deverão seguir as mesmas normas acima citadas, porém, com as seguintes orientações adicionais para cada caso:

### **Comunicação científica**

Uma forma concisa, mas com descrição completa de uma pesquisa pontual ou em andamento (nota prévia), com documentação bibliográfica e metodologia completa, como um artigo científico regular. Deverá conter os seguintes tópicos: Título (português e inglês); Resumo com Palavras-chave; Abstract com Key-words; Corpo do trabalho sem divisão de tópicos, porém seguindo a sequência – introdução, metodologia, resultados (podem ser incluídas tabelas e figuras), discussão, conclusão e referências bibliográficas).

### **Relato de caso**

Descrição sucinta de casos clínicos e patológicos, achados inéditos, descrição de novas espécies e estudos de ocorrência ou incidência de pragas, microrganismos ou parasitas de interesse agrônomo, zootécnico ou veterinário. Deverá conter os seguintes

Tópicos: Título (português e inglês); Resumo com Palavras-chave; Abstract com Key-words; Introdução com revisão de literatura; Relato do (s) caso (s), incluindo resultados, discussão e conclusão; referências Bibliográficas.

### **Artigos de revisão bibliográfica**

Deve envolver temas relevantes dentro do escopo da revista. O número de artigos de revisão por fascículo é limitado e os colaboradores poderão ser convidados a apresentar artigos de interesse da revista. No caso de envio espontâneo do autor (es), é necessária a inclusão de resultados próprio ou do grupo envolvido no artigo,

com referências bibliográficas, demonstrando experiência e conhecimento sobre o tema.

O artigo de revisão deverá conter os seguintes tópicos: Título (português e inglês); Resumo com Palavras-chave; Abstrac com Key-words; Desenvolvimento do tema proposto (com subdivisões em tópicos ou não); Conclusão; Agradecimentos (se for o caso) e Referências Bibliográficas.

### **Outras informações importantes**

1. O autor principal deverá enviar, junto com o original, autorização para publicação do trabalho na Semina Ciências Agrárias, comprometendo-se a não publicá-lo em outro periódico.
2. A publicação dos trabalhos depende de pareceres favoráveis da assessoria científica “*Ad hoc*” e da aprovação do Comitê Editorial da Semina Ciências Agrárias, UEL.
3. Não serão fornecidas separatas aos autores, uma vez que os fascículos estarão disponíveis no endereço eletrônico da revista (<http://www.uel.br/proppg/semina>).
4. Os trabalhos não aprovados para a publicação serão devolvidos ao autor.
5. Transferência de direitos autorais: Os autores concordam com a transferência dos direitos de publicação do referido artigo para a revista. A reprodução de artigos somente é permitida com a citação da fonte e é proibido o uso comercial das informações.
6. As questões e problemas não previstos na presente norma serão dirimidos pelo Comitê Editorial da área para a qual foi submetido o artigo para publicação.
7. Os trabalhos devem ser enviados para:

Universidade Estadual de Londrina  
 Centro de Ciências Agrárias  
 Departamento de Medicina Veterinária Preventiva  
 Comitê Editorial da Semina: Ciências Agrárias  
 Campus Universitário – Caixa Postal 6001  
 86051-990, Londrina, Paraná, Brasil  
 Informações: Fone: 0xx43 33714709 – Fax: 0xx43 33714714  
 E-mails: [vidotto@uel.br](mailto:vidotto@uel.br); [csvjneve@uel.br](mailto:csvjneve@uel.br)  
 Universidade Estadual de Londrina  
 Coordenadoria de Pesquisa e Pós-graduação  
 Conselho Editorial das revistas Semina  
 Campus Universitário – Caixa Postal 6001  
 86051-990, Londrina, Paraná, Brasil.  
 Informações: Fone: 0xx43 33714105 – Fax: 0xx43 33284320  
 E-mail: [eglema@uel.br](mailto:eglema@uel.br)  
 Home page: [www.uel.br](http://www.uel.br)  
 Semina: Ciências Agrárias. Londrina. V.31, n.1, jan./mar. 2010