UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

CLÁUDIA CAROLINE BARBOSA AMADEU

Tolerância ao calor em ovinos das raças Santa Inês, Dorper e Merino

Branco

Pirassununga

2012

CLÁUDIA CAROLINE BARBOSA AMADEU

Tolerância ao calor em ovinos das raças Santa Inês,
Dorper e Merino Branco

“Versão Corrigida”

Dissertação apresentada à
Faculdade de Zootecnia e
Engenharia de Alimentos da
Universidade de São Paulo,
como parte de requisitos para a
obtenção do Título de Mestre
em Zootecnia

Área de Concentração:
Qualidade e Produtividade
Animal

Orientador: Prof. Dr. Evaldo
Antonio Lencioni Titto

Pirassununga -SP - Brasil

2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Serviço de Biblioteca e Informação da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
da Universidade de São Paulo

A481t Amadeu, Cláudia Caroline Barbosa
Tolerância ao calor em ovinos da raça Santa Inês,
Dorper e Merino Branco / Cláudia Caroline Barbosa
Amadeu. --
Pirassununga, 2012.
80 f.
Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Zootecnia e
Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo.
Departamento de Zootecnia.
Área de Concentração: Qualidade e Produtividade
Animal.
Orientador: Prof. Dr. Evaldo Antonio Lencioni Titto.

1. Adaptabilidade 2. Bioclimatologia 3. Estresse
calórico 4. Termorregulação. I. Título.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Cláudio e Lucélia, pelo apoio e amor incondicional, que mesmo longe rezavam e agradeciam por mim.

Aos meus irmãos, Danathielle, Lucas e Angela, pelo amor, pelas broncas e amizade.

Ao meu companheiro, amado e amigo, Neto, por toda paciência, compreensão e amor.

Aos meus sogros, Dudi e Godoy, por torcerem sempre por mim.

Aos meus parentes, Gislene, Geise, Isabela, Tia Maria, Tio João, Tia Santana, José Ricardo, Thiago, por toda torcida e votos de felicidade.

Aos meus amigos, Joyce, Isabela, Maureen, Thays, Reíssa, Qui, Paulinho, Amanda, Cristiane, Suelen, Fernanda, Aline, Aderbal, Lucimara, Graziela, pela amizade, pelos momentos felizes e por estarem sempre ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Evaldo Antonio Lencioni Titto, pela orientação acadêmica e pela amizade.

Ao Prof. Dr. Alfredo Manuel Franco Pereira e Prof. Dr. José António Lopes de Castro, por toda a ajuda na condução do meu experimento em Portugal.

Aos meus grandes amigos de laboratório, Thays, Reíssa, Qui e Paulinho pela amizade, por acreditarem nas minhas loucuras e por me ajudarem a conduzir meu experimento. Sem vocês nada disso seria possível.

À Cristiane Gonçalves Titto, pela orientação e paciência.

À FAPESP e FZEA, pelo auxílio financeiro e viabilização do trabalho.

*“E aqueles que foram vistos dançando foram
julgados insanos por aqueles que não podiam
escutar a música”.*

Friedrich Nietzsche

*“Matar o sonho é matarmo-nos. É mutilar a
nossa alma. O sonho é o que temos de
realmente nosso, de impenetravelmente e
inexpugnavelmente nosso”.*

Fernando Pessoa

RESUMO

AMADEU, C.C.B. **Tolerância ao calor em ovinos das raças Santa Inês, Dorper e Merino Branco**. 2011. 80f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2011.

O objetivo deste estudo foi avaliar a tolerância ao calor de ovinos de corte das raças Santa Inês, Dorper e Merino Branco através do teste de capacidade termolítica (exposição ao sol). Foram utilizadas um total de 97 fêmeas vazias, com idade média de 3 anos. O estudo decorreu no verão, onde foram registradas as variáveis fisiológicas temperatura retal (TR), temperatura superficial (TS), frequência respiratória (FR), mensuradas depois de duas horas sob a sombra (1), uma hora sob o sol (2), quinze (3) e trinta (4) minutos após a exposição ao sol, e a taxa de sudação (Sud), no tempo 2. Posteriormente foram realizadas observações de comportamento a pasto durante três dias, no período das 11 às 14 horas, para as variáveis: tempo ao sol; tempo em pé; pastejo/alimentação, ruminação e ócio. As médias de TR1 foram semelhantes para as ovelhas Santa Inês e Dorper e superior para as ovelhas Merino Branco ($P<0,05$). Para TR2, TR3 e TR4 as ovelhas da raça Merino Branco tiveram os maiores valores, seguidos das ovelhas da raça Santa Inês e com os menores aumentos de temperatura retal nas ovelhas da raça Dorper ($P<0,05$). Estes resultados refletiram na capacidade termolítica individual, sendo menor para a raça Santa Inês ($P<0,05$). Após exposição ao sol observaram-se diferenças entre as TS, sendo as da raça Merino Branco mais elevadas, seguidas pelas da raça Dorper e da Santa Inês ($P<0,05$). A raça Merino Branco apresentou as maiores FR, seguida das raças Dorper e Santa Inês, todas diferentes entre si ($P<0,05$). Todos os animais expostos por uma hora ao sol apresentaram aumento nas TR, TS e FR ($P<0,05$), e se aproximaram dos níveis encontrados antes da exposição ao sol após trinta minutos de descanso sob a sombra (Santa Inês e Dorper $P<0,05$; Merino Branco $P>0,05$). A taxa média de sudação para as ovelhas da raça Santa Inês foi superior a encontrada para as ovelhas da raça Dorper ($P<0,05$). Houve diferença entre os animais dentro de cada raça ($P<0,05$), confirmando a hipótese de grande variabilidade entre os indivíduos e diferenças entre as raças. Com relação ao comportamento, as

ovelhas da raça Santa Inês continuaram em pastejo mesmo nas horas mais quentes do dia, tendo sido encontrada uma correlação positiva de 0,64 entre a capacidade termolítica individual e o pastejo ao sol, enquanto as ovelhas da raça Dorper preferencialmente permaneceram à sombra devido ao manejo semiconfinado. No presente trabalho o tipo de manejo alimentar influenciou no tempo de uso da sombra. Sob as condições climáticas encontradas no experimento os animais estudados tiveram seus parâmetros fisiológicos alterados devido à exposição ao sol, e os animais das raças Dorper e Merino Branco mostraram maior capacidade termolítica do que os animais da raça Santa Inês, sendo este um fator que pode influenciar na tolerância ao calor individual.

Palavras-chaves: adaptabilidade, bioclimatologia, estresse calórico, termorregulação.

ABSTRACT

AMADEU, C.C.B. **Heat tolerance of Santa Inês, Dorper and White Merino sheep breeds**. 2011. 80f. M. Sc. Dissertation – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2011.

The aim of this study was to evaluate the heat tolerance of three meat sheep breeds, Santa Inês, Dorper and White Merino using Thermolysis capacity test. 97 non pregnant females (3 years old) were used in the study that took place in the summer. Physiological variables as rectal temperature (RT), surface temperature (ST), respiratory rate (RR) were measured after two hours under the shade (1), after one hour under the sun (2), fifteen (3) and thirty (4) minutes after sun exposure, and sweating rate (SR) on time 2. Were also collected behavioral data during three days in the period from 11:00 to 14:00 hours: stay in the sun, standing posture, eating, ruminating and idling. RT1 means were equal Santa Inês and Dorper, and greater for White Merino ($P<0.05$). White Merino also had greater values for RT2, RT3 e RT4, followed by Santa Inês and Dorper ($P<0.05$). These results reflected the thermolysis capacity, being lower for Santa Inês breed ($P<0.05$). After sun exposure differences between ST were observed, and greater values were found for White Merino, followed by Dorper and Santa Inês breeds ($P<0.05$). In the same way, White Merino had the highest RR, followed by Dorper, which had higher RR compared to Santa Inês ($P<0.05$). All animals exposed to the sun for an hour showed increased RT, ST, RR values ($P<0.05$), and approached the levels found before exposure to the sun after thirty minutes of rest in the shade (Santa Inês and Dorper $P<0.05$; White Merino $P>0.05$). Sweating rate for Santa Inês breed was higher than those found for Dorper breed ($P<0.05$). There were differences among animals within each race ($P<0.05$), confirming the hypothesis of great variability among individuals and differences between the breeds. With respect to behavior, Santa Inês ewe grazed even during the hottest hours of the day, and a positive correlation of 0.64 between the individual thermolysis capacity and grazing in the sun was found, while the Dorper ewes remained preferentially under the shade due to the semi-confined management. In the present study, feeding

management influenced the time under the shade. Under experimental climatic conditions, the studied ewes had their physiological parameters increased due to sun exposure, and Dorper and White Merino breeds showed a greater thermolysis capacity than the animals of the Santa Ines breed, which is a factor that can influence individual heat tolerance.

Keywords: adaptability, bioclimatology, heat stress, thermoregulation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Zonas de tolerância térmica e conforto térmico.	21
Figura 2 - Efeitos combinatórios dos estressores climáticos sobre o desempenho animal.	24
Figura 3 - Colheita das temperaturas retais.	35
Figura 4 - Demonstração do Teste de Capacidade Termolítica.	37
Figura 5 - Animais expostos ao sol durante o horário de maior incidência de radiação solar.....	38
Figura 6 - Etograma de trabalho.....	39
Figura 7 - Globo Negro, binóculos, anemômetro e higrômetro digital.	40
Figura 8 - Local do experimento na Escola Superior de Agrárias de Beja (ESAB).	41
Figura 9 - Ovelhas da raça Merino Branco.....	41
Figura 10 – Ovelhas da raça Merino Branco a sombra.	42
Figura 11 – Ovelhas da raça Merino Branco ao sol.	42
Figura 12 - Local do experimento na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP).....	43
Figura 13 - Ovelhas da raça Santa Inês.	44
Figura 14 - Ovelhas Santa Inês a sombra.	45
Figura 15 - Ovelhas Santa Inês ao sol.	45
Figura 16- Piquete 1 e piquete 2 para a realização do comportamento.	46
Figura 17- Ovelhas no piquete 1.	46
Figura 18 - Ovelhas no piquete 2.	47
Figura 19 - Local do experimento na propriedade 1.	48
Figura 20 - Local do experimento na propriedade 2.	48
Figura 21 – Ovelhas da raça Dorper.	49
Figura 22 - Ovelhas da raça Dorper a sombra.	49
Figura 23 - Ovelhas da raça Dorper ao sol.....	50
Figura 24 - Galpão e piquete utilizados para a realização do comportamento.	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Variáveis meteorológicas médias durante os dias de coleta de dados do teste da capacidade termolítica, para as raças estudadas.....	53
Tabela 2 - Valores médios seguidos de erro padrão médio das temperaturas retais (°C) durante o teste de capacidade termolítica em ovelhas das raças Santa Inês, Merino Branco e Dorper.	55
Tabela 3 - Valores médios seguidos de erro padrão médio das temperaturas superficiais (°C) durante o teste de capacidade termolítica em ovelhas da raça Santa Inês, Merino Branco e Dorper.	57
Tabela 4 - Valores médios seguidos de erro padrão médio das frequências respiratórias (movimentos/minuto) durante o teste de capacidade termolítica em ovelhas da raça Santa Inês, Merino Branco e Dorper.	58
Tabela 5 - Índice de Capacidade Termolítica para ovinos da raça Santa Inês, Merino Branco e Dorper.	60
Tabela 6 - Comparação de médias das taxas de sudação ($\text{g.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$) das ovelhas das raças Santa Inês e Dorper.	61
Tabela 7 - Frequências médias (%) observadas na postura em pé e na posição ao sol de ovelhas da raça Santa Inês das 11h00 às 16h00.	63
Tabela 8 - Frequências médias (%) observadas das atividades de pastejo, ruminação e ócio em ovelhas da raça Dorper das 11h00 às 16h00.....	64
Tabela 9 - Interação entre a posição ao sol e as atividades pastejo, ruminação e ócio em ovelhas da raça Santa Inês observado das 11h00 às 16h00.....	65
Tabela 10 – Frequências médias (%) observadas da postura em pé em ovelhas da raça Dorper das 11h00 às 16h00.....	66
Tabela 11 – Frequências médias (%) observadas das atividades pastejo, ruminação e ócio em ovelhas da raça Dorper das 11h00 às 16h00.....	66

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 31 – Correlação positiva entre ICT e comportamento das ovelhas Santa Inês ($P < 0,05$).....	68
---	----

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	9
1 - INTRODUÇÃO.....	16
2 – OBJETIVOS	18
3 - REVISÃO DE LITERATURA.....	19
3.1. Bem-estar animal.....	19
3.2. Conforto térmico dos ovinos.....	20
3.3. Estresse	23
3.4. Estresse Climático	24
3.5. Avaliação da tolerância ao calor	25
3.6. Mecanismos de controle térmico.....	28
3.6.1. Termogênese	28
3.6.2. Termólise	28
3.7. Troca de calor sensível	29
3.7.1. Evaporação cutânea	29
3.7.2. Evaporação respiratória	31
3.8. Respostas comportamentais.....	32
4 – MATERIAIS E MÉTODOS	35
4.1. Variáveis Fisiológicas.....	35
4.2. Teste de Capacidade Termolítica	36
4.3. Taxa de sudção.....	38
4.4. Comportamento	39
4.5. Variáveis Meteorológicas	40
4.6. Fases do experimento.....	40
4.6.1. Primeira Fase – Raça Merino Branco	40
4.6.1.1. Local e data da primeira fase do experimento	40
4.6.1.2. Animais	41
4.6.1.3. Teste de Capacidade Termolítica	41
4.6.2. Segunda Fase – Raça Santa Inês	43
4.6.2.1. Local e data da segunda fase do experimento.....	43
4.6.2.2. Animais	44

4.6.2.3. Teste de Capacidade Termolítica	45
4.6.2.4. Taxa de Sudação	46
4.6.2.5. Comportamento	46
4.6.3. Terceira Fase – Raça Dorper.....	47
4.6.3.1. Local e data da terceira fase do experimento	47
4.6.3.2. Animais	48
4.6.3.3. Teste de Capacidade Termolítica	49
4.6.3.4. Taxa de Sudação	50
4.6.3.5. Comportamento	50
4.7. Análises Estatísticas	51
5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
5.1. Capacidade Termolítica	53
5.1.1. Variáveis meteorológicas	53
5.1.2. Variáveis fisiológicas	55
A - Temperatura Retal.....	55
B - Temperatura Superficial	57
C - Frequência Respiratória	58
D - Índice de Capacidade Termolítica (ICT)	60
5.2. Sudação	61
5.3. Comportamento	63
5.3.1. Análise das frequências observadas – Santa Inês.....	63
5.3.2. Desdobramento da interação Posição e Atividade – Santa Inês.....	65
5.3.3. Análise das frequências observadas – Dorper.....	66
7 - CONCLUSÕES.....	70
8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71

1 - INTRODUÇÃO

O rebanho mundial de ovinos encontra-se na faixa de 1 bilhão de cabeças, sendo que a China, Índia, Austrália e Nova Zelândia são responsáveis por cerca de 75% do rebanho, onde 70% das exportações são provenientes da Nova Zelândia e da Austrália (ANUALPEC, 2008).

O rebanho brasileiro é representado por uma média de 18 milhões de cabeças, onde, até a poucos anos, possuía uma ovinocultura concentrada no Rio Grande do Sul, voltada para a exploração de raças lanadas, e, no nordeste, onde se cria basicamente raças deslanadas, em condições de baixa tecnologia. Entretanto, hoje, a criação de ovinos vem se destacando no país inteiro, principalmente no sudeste e no centro oeste, tornando-se uma atividade com excelente potencial de desenvolvimento e geração de renda, acompanhando a produção mundial de carne ovina que cresce significativamente a cada ano (NOGUEIRA e NOGUEIRA JR., 2005; SOUZA, 2007).

Com o crescimento da população mundial, existe a necessidade de aumentar a eficiência dos sistemas de produção de alimentos, nos quais a produção de proteína de origem animal assume grande importância.

Atualmente dois aspectos importantes estão em discussão a nível mundial, o aquecimento global, que como consequências está provocando mudanças acentuadas nos climas das diferentes regiões do planeta, assim exigindo um melhor conhecimento das espécies e raças que apresentem potencial genético com maior capacidade de adaptabilidade, sendo capazes de sobreviver, produzir e reproduzir-se em condições adversas de clima, principalmente nos ambientes tropicais e intertropicais, e o bem-estar animal.

A produção animal nos trópicos é limitada principalmente pelo estresse calórico e há o agravante de que as raças selecionadas para maior produção, no geral, são provenientes de países de clima temperado, o que não permite expressar o máximo da sua capacidade produtiva. Desta forma, torna-se imprescindível o conhecimento da capacidade de adaptação das espécies e raças exploradas no Brasil, bem como a determinação dos sistemas de criação e práticas de manejo que permitam a produção pecuária de forma sustentável, sem prejudicar o bem-estar dos animais.

A importância da adequação climática das instalações para a criação de animais reside em sua estreita ligação com a produtividade e economia do empreendimento rural. As crescentes pressões para o aumento da produção no campo, a competitividade dos mercados interno e externo, e a necessidade de conservação dos recursos ambientais apontam para melhorias das instalações melhorando o bem-estar animal e o melhor desenvolvimento da criação.

Para que uma produção possa ser explorada ao seu máximo é preciso conhecer a fisiologia e comportamento do animal e as condições climáticas que esses animais estarão expostos.

A partir da caracterização do ambiente climático em que os animais estarão expostos e da constatação das respostas fisiológicas dos ovinos a estas condições, poderão ser tomadas algumas medidas benéficas tais como, disponibilidade de sombra natural e/ou artificial, desde que atenda as condições de circulação de ar.

2 – OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo geral avaliar a tolerância ao calor e sua relação com o comportamento nas raças de ovinos de corte Santa Inês, Dorper e Merino Branco.

3 - REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Bem-estar animal

O bem-estar de um indivíduo é seu estado em relação às suas tentativas de adaptar-se ao seu ambiente (BROOM, 1986). O conceito refere-se ao estado de um indivíduo em uma escala variando de muito bom a muito ruim.

Para que o bem-estar possa ser comparado em situações diversas ou avaliado em uma situação específica, deve ser medido de forma objetiva.

A avaliação do bem-estar animal, na exploração agropecuária, pode envolver aspectos ligados às instalações, ao manejo e ao ambiente (PERISSINOTTO, 2007). De acordo com Barnett e Hemsworth (1990) o bem-estar, em uma visão etológica, é avaliado por meio de indicadores fisiológicos e comportamentais. As medidas fisiológicas associadas ao estresse têm sido baseadas no fato que, se o estresse aumenta, o bem-estar diminui. Os indicadores de comportamento levam em conta especialmente a intensidade e a frequência de ocorrência de comportamentos anormais. Na avaliação das mensurações fisiológicas, estas devem ser interpretadas com cuidado, pois o impedimento da função imune, assim como algumas alterações fisiológicas pode indicar estado pré-patológico (MOBERG, 1985).

A mensuração do comportamento do animal possui grande importância na avaliação do bem-estar. O fato de um animal evitar ou refugar um objeto ou um evento fornece informações sobre seus sentimentos e, conseqüentemente, seu bem-estar. Comportamentos anormais como estereotipias, automutilação, canibalismo, comportamento excessivamente agressivo indicam que o indivíduo em questão encontra-se em condições de baixo grau de bem-estar (BROOM; MOLENTO, 2004). Portanto, em qualquer avaliação de bem-estar, é necessário levar em conta as variações individuais ao enfrentar adversidades.

Atualmente, as exigências do mercado internacional com respeito ao bem-estar dos animais de produção são crescentes e tendem a aumentar cada vez mais, exigindo que os técnicos implementem sistemas de manejo que respeitem as necessidades físicas dos animais de produção. Dentro desse novo contexto, se faz necessário que os estabelecimentos de produção adotem certas mudanças administrativas relativamente simples, porém que trazem implícitos um maior conhecimento e respeito pela biologia dos animais (COSTA e SILVA; RUSSI, 2005).

3.2. Conforto térmico dos ovinos

A temperatura corporal de um animal endotérmico depende da energia térmica estocada por unidade de massa corporal. Essa quantidade de energia pode ser aumentada através dos processos de termogênese ou diminuída pelos processos de termólise.

Os ovinos são animais homeotermos que apresentam funções fisiológicas destinadas a manter a temperatura corporal constante. A zona de conforto térmico, ou zona de termoneutralidade (Figura 2, B-B'), é determinada pela faixa de temperatura efetiva ambiental, onde o animal mantém constante sua temperatura corporal com mínimo esforço dos mecanismos termorregulatórios (BAÊTA; SOUZA, 1997; NÄÄS, 1989; TITTO, 1998).

Obviamente essa faixa térmica encontra-se em conjunto com níveis médios de umidade relativa do ar, já que os efeitos do ambiente nos animais são decorrentes das condições termohigrométricas.

Dentro da zona termoneutra existe uma zona mais estreita, denominada zona ótima para o desempenho e saúde do animal (Figura 1), onde o animal não sofre estresse térmico, a utilização dos nutrientes da dieta é máxima, a temperatura corporal, a frequência respiratória e a ingestão de alimentos são normais, não ocorre sudorese, e a produção é ótima (BACCARI JR, 1998b). Nas condições de termoneutralidade, o gasto de energia para a manutenção do animal ocorre a um nível mínimo e, assim, a energia gerada pode ser dirigida para os processos produtivos, além dos de manutenção (SILVA, 2000).

Adaptado de Titto, 1998.

Figura 1 – Zonas de tolerância térmica e conforto térmico

Os limites da zona termoneutra (B-B') são a temperatura crítica inferior (TCi) e a temperatura crítica superior (TCs). As temperaturas críticas podem variar em função de raça, idade, estado fisiológico, nível de produção e aclimação. Valores mais altos de temperatura crítica superior indicam maior tolerância ao calor (BACCARI JÚNIOR, 2001).

A zona de tolerância (C-C') compreende as faixas de temperatura ambiental, abaixo ou acima das temperaturas críticas da zona de conforto, onde a dissipação ou a produção e conservação de calor são eficazes em manter a temperatura interna estável (TITTO, 1998).

É imprescindível o conhecimento da capacidade de adaptação das espécies e raças exploradas no Brasil, bem como a determinação dos sistemas de criação e práticas de manejo que permitam a produção pecuária de forma sustentável, sem prejudicar o bem-estar dos animais (SOUZA, 2007). Para Abi Saab e Sleiman (1995), os critérios de tolerância e adaptação dos animais são determinados pelas medidas fisiológicas da respiração, batimento cardíaco e temperatura corporal.

A adaptação fisiológica, dada principalmente por meio das alterações do equilíbrio térmico, e a adaptabilidade de um rendimento, que descreve as modificações desse rendimento quando o animal é submetido a altas temperaturas, são para McDowell (1989), as duas classes principais de avaliação da adequação a ambientes quentes.

Cada espécie animal possui uma faixa de temperatura de conforto, a zona termoneutra, definida como a faixa de temperatura em que a produção é ótima e o gasto de energia para termorregulação é mínimo. Para a espécie ovina, a zona de conforto térmico está na faixa de -2 a 20°C (RUCKEBUSCH et. al., 1991). Em condições ideais de temperatura ambiente para espécie (12°C), apenas 20% das perdas de calor são feitas através da via respiratória, quando expostos a temperaturas acima de 35°C, a perda de calor por essa via chega a 60% do calor total perdido (YOUSEF, 1985).

Os ovinos da raça Dorper são semi-deslanados e têm sido utilizados no Nordeste do Brasil para cruzamentos com Santa Inês e SRD, com o objetivo de melhorar os índices produtivos e a qualidade da carcaça (CEZAR et al. 2004).

Para obter sucesso em uma criação, devem-se escolher raças ou linhagens que sejam adaptadas às condições da região (MONTY JÚNIOR et al. 1991). O aumento da temperatura ambiente acima daquela considerada crítica máxima para o animal pode desencadear reações ou respostas fisiológicas, tais como: aumento da temperatura retal, temperatura da superfície da pele e frequência respiratória, ocorrendo diminuição do nível de produção e ingestão de alimentos (LU, 1989).

As avaliações de adaptabilidade dos animais aos ambientes quentes podem ser realizadas por meio de testes de adaptabilidade fisiológica ou de tolerância ao calor (BACARI JÚNIOR, 1990). A temperatura retal e a frequência respiratória são consideradas as melhores variáveis fisiológicas para estimar a tolerância dos animais ao clima quente (BIANCA e KUNZ, 1978).

A temperatura retal normal em ovinos varia de 38,5 a 39,9°C, e vários fatores são capazes de causar variações na temperatura corporal, entre os quais: idade, sexo, estação do ano, período do dia, exercício, ingestão e digestão de alimentos (CUNNINGHAN, 2004). A temperatura retal dos ovinos é afetada durante o dia, e os animais mostram temperatura retal menor no período da manhã, comparados com o período da tarde. Esses dados têm implicações práticas relevantes, pois indicam que, no final da tarde e à noite, as condições de manutenção da homeotermia são mais favoráveis para os ovinos. No decorrer do dia, com o aumento da temperatura ambiente, os animais entram em processo de hipertermia, com redução do apetite e, conseqüentemente, redução na ingestão de alimentos (CESAR et al., 2004 e OLIVEIRA et al., 2005).

A frequência respiratória em ovinos varia entre 20 a 34 movimentos/minuto, sendo excelente indicador do estado de saúde ou de conforto térmico dos animais, mas deve ser adequadamente interpretada, uma vez que pode ser influenciada pela espécie, idade, exercícios, excitação e fatores ambientais (REECE, 1996). A frequência respiratória alta pode ser eficiente maneira de perder calor por curtos períodos, mas, caso mantido por várias horas, poderá resultar em sérios problemas para os animais (McDOWELL, 1989).

A pele protege o organismo do calor e do frio, e sua temperatura depende, principalmente, das condições ambientais, como temperatura, umidade e vento, e das condições fisiológicas, como a vascularização e a evaporação do suor. Em temperaturas mais amenas, os animais dissipam calor sensível para o ambiente através da pele, por radiação, por condução e por convecção. Quando os animais estão sob estresse pelo calor, as perdas sensíveis são diminuídas, e o principal processo de perda de calor é o latente, ou seja, pela evaporação e respiração (SILVA, 2000).

Os animais também utilizam outros processos para manter a homeotermia, como a vasodilatação periférica, que aumenta o fluxo sanguíneo para a superfície corporal, aumentando a temperatura da superfície animal (CHIMINEAU, 1993). Essa vasodilatação facilita a troca de calor do animal com o meio ambiente por processos não evaporativos (condução, convecção e radiação), mas que esse processo, para se tornar eficaz, depende do gradiente térmico entre o corpo do animal e a temperatura ambiente (HABEEB et al., 1992).

3.3. Estresse

Segundo Baccari Júnior (1998a) o estresse caracteriza-se pela soma de mecanismos de defesa do organismo em resposta a um estímulo provocado por um agente estressor, externo ou interno, pra manter a homeostasia ocasionando respostas comportamentais, fisiológicas e imunológicas. Baccari Júnior (2001) afirmou que os agentes estressores podem ser de origem mecânica (traumatismo, cirúrgicos, contenção), ambientais (temperatura do ar, umidade relativa, radiação, vento, poeira), físicas (eletricidades, ruídos), químicos (drogas); biológicas (nutrição, agentes infecciosos), sociais (hierarquia, dominância) e psicológicas (manejo).

Silva (2006) denominou duas formas de estresse, o euestresse e o diestresse, onde o euestresse representa o alerta, o estímulo, a ação e a reação em

si, às ameaças ou às mudanças que ocorrem no organismo e que exige resistência ou adaptação. E ressaltou ainda, que o organismo não é capaz, inicialmente, de distinguir o eustresse do diestresse, pois ambos desencadeiam as mesmas reações orgânicas, sendo o fator tempo, na maioria das vezes, determinante sob o aspecto positivo ou negativo do estresse.

3.4. Estresse Climático

O termo estresse climático deve ser utilizado para descrever aquela porção de bem-estar pobre, que se refere à ineficácia nas tentativas de enfrentar as adversidades do meio (BROOM, 2002). Se os sistemas de controle que regulam a homeostasia corporal e as respostas ao perigo não conseguem manter uma alteração de estado fisiológico dentro dos níveis toleráveis, atinge-se uma situação de risco biológico.

O estresse climático é causado por elementos ambientais como temperatura, umidade, radiação solar, e suas combinações, podendo afetar o crescimento, a produção e a reprodução dos animais (Figura 2). Em regiões de clima quente predomina o estresse térmico por calor (BACCARI JÚNIOR, 1998).

Adaptado de Baccari Jr., 1998b.

Figura 2 - Efeitos combinatórios dos estressores climáticos sobre o desempenho animal.

Segundo Perissinotto (2007) a resposta dos animais a um evento estressante compreende três componentes principais: o reconhecimento da ameaça à homeostase, as respostas, e as conseqüências do estresse. Moberg (1987) apontou fatores como experiência anterior, genética, idade, sexo ou condições fisiológicas

como modeladores das respostas biológicas de um animal frente a uma agente estressor.

O aumento da temperatura ambiente, e conseqüente estresse calórico, com aumento da secreção do hormônio cortisol (STARLING et al., 2005), provoca uma série de efeitos no metabolismo do animal, que alteram o seu comportamento e bem-estar (SILANIKOVE, 2000), com prejuízos evidentes em relação à ingestão e digestão dos alimentos (HUERTAS et al., 1974; COSTA; SILVA; SOUZA, 1992; SILANIKOVE, 1992), e alteração da taxa metabólica (STARLING et al., 2005), que podem afetar negativamente o desempenho (MENDES et al., 1976, NEIVA et al., 2004) e a função reprodutiva (HOPKINS; NOLAN; PEPPER, 1980; ROSS, GOODE E LINNERUD, 1985; MOREIRA; MOURA; ARAÚJO, 2001; NAQVI et al., 2004, MARAI et al., 2007), se o animal não conseguir perder com eficiência o excesso de calor adquirido ao longo do dia.

Cada raça possui características, como, por exemplo, a ausência ou presença de lã, coloração do pelame, que irão determinar seu padrão de comportamento no pastejo à sombra, ao sol, tempo de descanso e ruminação, e que demonstram sua adaptação ao ambiente (BARBOSA et al., 1995).

3.5. Avaliação da tolerância ao calor

Denomina-se “tolerância ao calor” a resistência por parte dos animais às altas temperaturas do ambiente e à intensa radiação solar próprias do clima tropical. A tolerância ao calor varia em grau de acordo com a espécie, a raça e dentro das raças, sendo a habilidade do animal em evitar conseqüências da ação direta do calor (LEE, 1959).

Segundo Baccari Júnior (1990), as avaliações de adaptabilidade dos animais aos ambientes quentes podem ser realizadas por meio de testes de adaptabilidade fisiológica e de rendimento ou produção. A interação entre animal-ambiente deve ser levada em consideração quando se busca maior eficiência na exploração pecuária, considerando-se que o conhecimento das variáveis climáticas, sua ação sobre as respostas comportamentais e fisiológicas dos animais, são preponderantes na adequação do sistema de produção aos objetivos da atividade pecuária (NEIVA et al., 2004).

A manutenção da temperatura corporal é determinada pelo equilíbrio entre o ganho e a perda de calor. Para Abbi Saab e Sleiman (1995), os critérios de

tolerância e adaptação dos animais são determinados principalmente através da frequência respiratória e temperatura corporal. Outro parâmetro de importância na avaliação da dissipação de calor é a temperatura superficial (SANTOS et al., 2005).

Na medida em que a temperatura ambiente aumenta a eficiência da perda de calor sensível diminui, em razão do menor gradiente de temperatura entre a pele do animal e a do ambiente. Nessa situação, o animal pode até certo ponto manter a temperatura corporal por meio de vasodilatação, que aumenta o fluxo sanguíneo periférico e a temperatura da pele; no entanto, se a temperatura ambiente continuar a subir, o animal passa a depender da perda de calor por evaporação através da respiração e ou sudorese (INGRAM e MOUNT, 1975). Essa capacidade de perda de calor está relacionada com o gradiente térmico entre a temperatura superficial e a do meio (SOUZA et al., 2005).

Uma das formas de avaliar a capacidade fisiológica dos animais de tolerar melhor o calor está na eficiência em dissipá-lo, o que varia entre espécies, raças e indivíduos. Tendo como objetivo verificar a capacidade de tolerância ao calor, Baccari Júnior et al. (1986) utilizou o índice de tolerância ao calor (ICT) que se baseia na capacidade de dissipação de calor dos animais após exposição à radiação solar direta.

A adaptabilidade é avaliada pela capacidade do animal se adaptar às condições ambientais diversas e extremas (BACCARI Jr., 1986). O autor comenta sobre a fórmula encontrada por Amakiri e Funcho (1979) para evitar as limitações do teste de Rhoad. A equação considera a temperatura retal registrada às 10h (T10) e 15h (T15), $ICT = 100 \cdot [18 (T15 - T10)]$. O autor comenta, ainda, sobre o Teste de Rauschenbach e Yerokhin., fórmula de avaliação de animais ao calor, que leva em consideração a temperatura ambiente à tarde (ta), e a diferença (D) entre a temperatura retal da tarde e da manhã. O índice para ovinos é $ICT = 2 (0,5 ta \cdot 10 D + 30)$.

Baccari et al. (1986) desenvolveram um índice de tolerância ao calor (ICT), inicialmente utilizado em bubalinos, que consiste de uma primeira medida da temperatura retal, tomada após repouso à sombra por duas horas (TR1). Após exposição ao sol por uma hora, seguida de uma hora de sombra, registra-se novamente a temperatura retal (TR2). As diferenças entre as temperaturas, aplicadas à fórmula: $[10 \times (TR2 - TR1)]$, onde 10 é uma constante, resultam em um índice, que varia de 0 a 10, e que representa a capacidade de os animais dissiparem

o calor absorvido durante a exposição ao sol. Segundo o autor, 53% da variação do ganho de peso estavam associados à variação da tolerância ao calor, enquanto que pela aplicação do índice de Rauschenbach e Yerokhin, apenas 16% da variação do ganho de peso estavam associados à variação da tolerância ao calor.

Durante todo o tempo de duração do teste, desde as duas horas que ficam na sombra antes da tomada da TR1, os animais ficam sem acesso a água e comida, pois a ingestão, e conseqüente digestão dos alimentos, aumenta significativamente a temperatura retal (TITTO et al., 1998a).

Esse teste foi utilizado por Titto et al. (1994, 1998b, 1999, 2006 e 2007) em bovinos de corte. Titto et al. (1999) validaram esse índice com observações sobre a temperatura retal, frequência respiratória e taxa de sudação de bovinos das raças Nelore, Marchigiana e Simental, em situação de conforto e estresse em câmara bioclimática, onde observaram a maior capacidade de sudação dos zebuínos que, por isso, dependiam de menor utilização do aumento da frequência respiratória para perder o excesso de calor em condições de estresse térmico, o que indicou ser esse teste bastante adequado para avaliação da tolerância ao calor, representada pela termólise rápida e efetiva, com a vantagem de ser um teste simples, rápido e facilmente executável na própria fazenda.

O mesmo índice foi utilizado por Santos et al. (2005) e Silva et al. (2006), na Paraíba, para avaliar a adaptação de raças caprinas às condições ambientes do agreste nordestino, os quais não encontraram diferença significativa entre as raças exóticas (Bôer, Anglo-Nubiana) e nacionais (Moxotó, Pardo-Sertanejo, Savana) estudadas.

O método adaptado por Titto (1998a) também foi utilizado por Veríssimo (2008), para avaliar ovelhas das raças Suffolk, Ile de France, Santa Inês, Texel e Morada Nova, onde foi observado que não houve incremento significativo em temperatura retal e frequência respiratória até as 13 horas, antes da exposição à radiação solar direta e que os animais observados estavam bem adaptados às altas temperaturas da região de Nova Odessa, Estado de São Paulo.

3.6. Mecanismos de controle térmico

3.6.1. Termogênese

Quando a temperatura está abaixo da zona térmica ótima (A) o animal apresenta uma vasoconstrição periférica e uma piloereção generalizada, resultando em um ligeiro aumento na conservação de calor (BIANCA, 1973). Porém quando a temperatura estiver abaixo da T_{CI}, além das alterações fisiológicas, o animal apresenta modificações no comportamento, como aumento na ingestão de alimento e mudança na postura, a fim de incrementar sua produção de calor até alcançar um ponto de metabolismo máximo (C), onde já não é mais possível nenhum aumento na produção de calor e o animal entra em hipotermia (BACCARI JÚNIOR, 2001).

Segundo Himms-Hagen (1983) a termogênese é distinguida em duas formas: a obrigatória e a facultativa. A termogênese obrigatória ocorre em todos os órgãos, particularmente nos tecidos nervoso, glandular e muscular, sendo controlada basicamente pelos hormônios da glândula tireóide. A termogênese facultativa é aquela que o animal recorre apenas em determinadas circunstâncias e divide-se em termogênese induzida pela ingestão de alimento, pelo frio e pelo exercício físico.

Para Silva (2000) na termogênese obrigatória, as alterações metabólicas ocorrem lentamente e requerem muitas horas ou dias para se completar. Por outro lado, a termogênese facultativa baseia-se em reações rápidas. Esse tipo de termogênese destina-se diretamente a suprir uma deficiência calórica quando o animal se encontra em estresse pelo frio.

3.6.2. Termólise

Quando a temperatura do ambiente se encontra acima da zona térmica ótima (A,) o animal aciona seus mecanismos termolíticos, como a vasodilatação periférica, dissipando o calor principalmente por radiação e convecção (BIANCA, 1973). À medida que a temperatura se eleva e ultrapassa a T_{CS} (B,) o centro termorregulador, sediado no hipotálamo, dá início à termólise, especialmente por via evaporativa, intensificando a sudação que, por sua vez, é complementada com o aumento na evaporação respiratória através do ofego. Se estes mecanismos não forem suficientes para perda do calor, não havendo restabelecimento do equilíbrio térmico, a temperatura do corpo começará a se elevar (TITTO, 1998). Segundo Pires et al. (1998a) a partir deste limite, inicia-se a redução nas atividades da tireóide,

redução na ingestão de alimentos e aumento na ingestão de água, com alterações comportamentais como procura por sombra e modificações na postura. Quando a temperatura ultrapassar o limite da zona de tolerância ao calor (C') o animal entra em hipertermia.

A hipertermia pode ocorrer a temperaturas ambientes relativamente baixas quando a umidade do ar estiver alta, a produção metabólica for elevada, houver altos níveis de nutrição e produção ou, ainda, como resultado de gestação ou excitação emocional (BIANCA, 1973).

Pennington e Vandevender (2005) afirmaram que, quanto maior o valor da umidade relativa do ar, menores serão os valores aceitáveis da temperatura do ar para que o animal permaneça na zona termoneutra.

Os processos de termólise em que ocorrem as trocas de energia em forma de calor, entre o animal e o ambiente externo, podem ser de forma sensível ou latente. Para Johnson (1980) as trocas de calor sensíveis (condução, convecção e radiação) são determinadas por fluxos de calor causados por gradientes de temperatura. Os fluxos de calor causados por gradientes de pressão de vapor de água são chamados de trocas de calor latentes (evaporação).

3.7. Troca de calor sensível

A troca de calor entre o animal e o ambiente realiza-se de diferentes formas, as quais se podem associar em dois grandes grupos. A troca de calor sensível realiza-se sob a forma de radiação, condução e convecção, enquanto que a troca de calor latente se processa através da vaporização da água.

3.7.1. Evaporação cutânea

A sudação é a via evaporativa de termólise mais eficiente e de gasto energético inferior para o animal quando em condições de umidade relativa não superior a 70.

A quantidade de suor produzido depende do número e atividade de glândulas, da natureza da capa de cobertura cutânea e sua permeabilidade ao vapor de água, além da capacidade circulatória periférica. Segundo Silva (2000) o número de glândulas ativas está relacionado com o ciclo de atividade dos folículos pilosos e também com a idade do animal.

A evaporação na superfície cutânea, não envolve apenas o suor produzido pelas glândulas sudoríparas. A perspiração é uma forma de evaporação que envolve a difusão do vapor dos fluidos procedentes dos tecidos abaixo da epiderme (BACCARI JR, 1998a).

No ambiente tropical, o mecanismo físico de termólise considerado mais eficaz é o evaporativo, por não depender do diferencial de temperatura entre o organismo e a atmosfera. Nesses ambientes, a temperatura do ar tende a ser próxima ou maior que a corporal, tornando ineficazes as termólises por condução e convecção (SILVA, 2000). Portanto, a evaporação no trato respiratório ou na superfície da pele é um mecanismo essencial para a regulação térmica em homeotérmicos (CENA e MONTEITH, 1975).

Em ambiente de temperatura muito elevada, tanto o excesso como a carência de umidade serão prejudiciais. Se o ambiente é quente e muito seco a evaporação é rápida, podendo causar irritação cutânea e desidratação geral, no caso do ambiente ser quente e demasiadamente úmido, a evaporação torna-se muito lenta ou nula, reduzindo a termólise e aumentando a carga de calor do animal, principalmente porque, em condições de alta temperatura, a termólise por convecção é prejudicada.

A quantidade de água evaporada do corpo de um animal depende de diversos fatores, de acordo com o local em que ocorre a evaporação. No caso desta ocorrer na superfície do aparelho respiratório, são fatores importantes: o volume de ar respirado, a temperatura corporal e a umidade do ar inspirado.

Para a evaporação na superfície da epiderme, os fatores mais relevantes são: a velocidade do vento, a temperatura ambiente, a umidade do ar, a taxa de transferência de água para a superfície cutânea, as características da capa de cobertura (pelame, pelo) e a temperatura da superfície. Por sua vez, alguns desses fatores podem associar-se a outros, como idade, sexo, raça, ambiente radiante, etc (SILVA, 2000).

O total de água eliminada pelo organismo, por meio da evaporação, pode ser estimado por medição gravimétrica, que requer a utilização de uma balança de elevada sensibilidade ou através do método de papel de filtro com cloreto de cobalto proposto por Schleger e Tuner (1965).

Silva e Starling (2003) estudaram a evaporação cutânea em ovinos da raça Corriedale (raça lanada), e puderam constatar a importância desta para a termólise

de ovinos lanados em ambientes quentes, que contribuiu em média com 63% na evaporação total de ovinos dessa raça.

Ames, Nellor e Adams (1971), observando ovelhas da raça Suffolk, verificaram que quando a temperatura retal aumenta, tanto a evaporação cutânea, como a respiratória são importantes no processo de termólise em ovinos tosquiados.

Siqueira, Fernandes e María (1993) estudaram a taxa de sudação em ovelhas das raças Ile de France, Corriedale, Merino Branco Australiano, Romney Marsch, e não encontraram diferença significativa entre elas, mas observaram diferença significativa entre as tosquiadas e não tosquiadas: as primeiras demonstraram maior taxa de sudação.

Brockway, McDonald e Pullar (1965), estudando em profundidade os mecanismos de termólise evaporativa em ovinos lanados, concluíram sobre a importância, principalmente, da perda de calor por evaporação respiratória nessa espécie.

Hofman e Riegle (1977) também observaram em ovinos que a evaporação respiratória foi a principal via de perda de calor, que contribuiu com 59% do total em ovinos tosquiados, e 65% nos ovinos com a lã.

3.7.2. Evaporação respiratória

Bianca (1973) afirmou que a evaporação respiratória depende do volume do ar que circula por unidade de tempo nas superfícies úmidas do trato respiratório. A ventilação é resultado da frequência e profundidade da respiração. Animais sob estresse térmico acentuado e prolongado mudam o tipo de respiração. A taquipnéia superficial cede lugar a uma respiração mais lenta e profunda, possibilitando um incremento temporário na ventilação alveolar (BIANCA; FINDLAY, 1962). Porém, esta segunda fase respiratória, de certo modo, apresenta efeitos desfavoráveis como alcalose respiratória, devido à grande quantidade de CO₂ eliminado.

O primeiro sinal visível de animais submetidos ao estresse térmico é o aumento da frequência respiratória, embora seja o terceiro na seqüência dos mecanismos de termorregulação. Estando sujeitas as variações intrínsecas e extrínsecas. As intrínsecas caracterizam-se pelas respostas aos exercícios físicos, medo, excitação, estado fisiológico e produção de leite (CARVALHO et al., 1995; MARAI; HABEEB; FARGHALY, 1999).

Fatores extrínsecos, ou ambientais, como condições climáticas, estação do ano, ciclo circadiano, densidade animal e sombreamento resultam em respostas respiratórias, geralmente associadas aos mecanismos de termólise (PIRES et al., 1998b; MARAI; HABEEB; FARGHALY, 1999).

A frequência respiratória em ovinos, em condições de termoneutralidade, varia entre 20 a 34 mov min⁻¹ (REECE, 1996).

O aumento da frequência respiratória por um determinado intervalo de tempo é uma resposta termolítica. Porém, se este período se prolonga ocasiona um aumento no calor endógeno, em função da atividade muscular (ofego). Além de interferir na ingestão de alimentos e ruminação, desviam energia de outros processos metabólicos. O aumento da frequência respiratória causa uma diminuição parcial de CO₂ no sangue e, conseqüentemente, uma diminuição na concentração de ácido carbônico resultando em uma alcalose respiratória.

3.8. Respostas comportamentais

Os animais se comportam segundo determinados padrões. Esses padrões são definidos como um segmento organizado de atitude que possui uma função especial. Pode ser um ato único ou uma serie de atividades e usualmente representam uma resposta do animal a algum estímulo ambiental.

Uma dada alteração ambiental estimula mais que uma resposta comportamental, mas o animal aprende a usar aquela que mostra ser mais eficiente. Os animais exibem seus padrões de comportamento ciclicamente, uma vez que estes ocorrem em respostas aos desafios externos e internos, muitos dos quais seguem ciclos regulares (CURTIS, citado por PIRES et al., 1998).

Os conhecimentos gerados a partir do comportamento animal tornam-se importantes para estruturação e acompanhamento dos sistemas de produção como um todo, incluindo atividades individuais e seus ambientes sociais e físicos, sendo possível uma melhor compreensão das causas que norteiam as ações dos animais (STRICKLIN; KAUTZSCANAVY, 1984).

O estresse térmico pode ser identificado pelas alterações no comportamento do animal.

Em alguns casos, mudanças comportamentais são as únicas indicações visíveis de que o estresse está presente. A procura por sombra, mudanças usuais de postura corporal, movimentação, diminuição na ingestão de alimentos, relutância

das fêmeas em montar umas nas outras, quando em cio, alterações estas, que o animal realiza para reduzir a produção de calor metabólico e a fim de facilitar sua perda (PIRES et al., 1998b).

O comportamento alimentar é influenciado pelas condições ambientais. Animais submetidos ao estresse térmico reduzem o número de refeições, a duração das refeições e a taxa de consumo de matéria seca por refeição (GRANT; ALBRIGHT, 1995).

Collier, Dahl e Vanbaale (2006) afirmaram que a diminuição na ingestão de volumoso contribui para o decréscimo na produção de ácidos graxos voláteis e podem produzir alterações nas taxas de acetato e propionato, com diminuição do pH ruminal.

A ruminação é a atividade que envolve a regurgitação, a mastigação e a passagem do alimento previamente ingerido, para o interior do rúmen (ALBRIGHT, 1993). Dentre os fatores que prejudicam a ruminação, pode-se citar pânico, raiva, ansiedade, doença ou clima.

O ócio pode ser definido como o período em que o animal não está comendo, ruminando ou ingerindo água (ALBRIGHT, 1993). Blackshaw e Blackshaw (1994) relataram que os animais consomem cerca de dez horas diárias na atividade de ócio.

De acordo com Camargo (1988) os animais em ócio permanecem em pé nas horas mais quentes do dia, enquanto à noite, se mantêm deitados. No verão os animais substituem as atividades de ingestão de alimento e ruminação pelo ócio, numa tentativa de reduzir a produção de calor metabólico (COSTA, 1985).

O aumento no consumo de água possui uma importância vital, pois a água, além de nutriente essencial, promove o resfriamento do corpo e supri as necessidades do organismo em consequência das perdas evaporativas durante o estresse térmico (BACCARI JÚNIOR, 2001).

Damasceno, Baccari Júnior. e Targa (1999) afirmaram que o consumo de água ocorre principalmente nas primeiras horas da manhã e no final da tarde, porém, a condição ambiental pode exercer importante influência nesse comportamento.

Neste contexto, a avaliação do comportamento dos animais, perante as condições térmicas vigentes nas instalações, vem refinar os estudos inerentes ao

bem-estar dos mesmos, pois utilizam os próprios animais como biossensores do ambiente a que estão inseridos.

4 – MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Variáveis Fisiológicas

A colheita das variáveis fisiológicas compreendeu medidas de temperatura retal, temperatura superficial, frequência respiratória e taxa de sudação. Foram obtidas em três dias distintos, durante o período do verão, dias ensolarados, sem nebulosidade e com baixa velocidade do ar, pelos métodos descritos abaixo.

As temperaturas retais foram colhidas para posterior realização do Teste de Tolerância ao Calor, como observado na Figura 3, através de termômetros clínicos.

Figura 3 - Colheita das temperaturas retais.

As temperaturas superficiais foram aferidas com termômetro infravermelho digital, na região da paleta dos animais.

As frequências respiratórias foram obtidas por contagem direta dos movimentos respiratórios por minuto de observação.

As taxas de sudação foram obtidas através do método de papel de filtro com cloreto de cobalto, descrito por Schleger e Turner (1965).

4.2. Teste de Capacidade Termolítica

O teste de capacidade termolítica aplicado foi adaptado do teste proposto por Titto et.al. (1999, 2011) em bovinos de corte, e adaptado para ovinos por Veríssimo (2008).

Os animais eram trazidos do pasto as 11h00 da manhã e permaneciam duas horas sob a sombra, até as 13h00, onde eram aferidas as temperaturas retais (TR1), superficiais (TS1), frequência respiratória (FR1) dos animais. Logo em seguida, os animais eram soltos em um pátio cimentado, sem sombra, ficando totalmente expostos ao sol por uma hora, das 13h00 às 14h00, horário de maior incidência de radiação solar. Logo após esse período foram tomadas a segunda temperatura retal (TR2), temperatura superficial (TS2) e frequência respiratória (FR2). Após essa medida os animais permaneciam na sombra e a cada quinze minutos foram registradas mais duas temperaturas retais (TR3 e TR4), duas temperaturas superficiais (TS3 e TS4) e duas frequências respiratórias (FR3 e FR4), conforme a Figura 4.

Figura 4 - Demonstração do Teste de Capacidade Termolítica.

O teste foi realizado em dias de sol, sem nebulosidade e com baixa velocidade do ar (Figura 5).

Figura 5 - Animais expostos ao sol durante o horário de maior incidência de radiação solar.

O índice de capacidade termolítica foi calculado com base na fórmula: **ICT = 10 – (TR4 – TR1)**, indicando a capacidade que o animal tem de perder calor e restabelecer a temperatura corporal normal após o fim da exposição à radiação solar estressante. Com a média dos índices de cada animal foi determinado o Índice de Capacidade Termolítica Individual.

4.3. Taxa de sudação

As taxas de sudação foram obtidas através do método de papel de filtro com cloreto de cobalto, descrito por Schleger e Turner (1965). Os animais foram tricotomizados na região da paleta com o auxílio de uma máquina de cortar pelos, tesoura e lâmina de barbear.

As ovelhas eram trazidas do pasto as 11h00 e permaneciam na sombra por duas horas até as 13h00. Na sequência eram mantidas uma hora sob o sol até as 14h00, para logo em seguida ter início a medida. O tempo médio de viragem do cloreto de cobalto (t) é colocado na seguinte fórmula para cálculo da taxa de sudação: **Taxa de Sudação = 38446,6/t (g.m⁻².h⁻¹)**

onde, t=média dos tempo de viragem do cloreto de cobalto.

O resultado é dado em gramas de suor por metro quadrado de pele por hora, eliminados pelo animal através da sudação devido à exposição a uma fonte de estresse calórico.

4.4. Comportamento

Os registros comportamentais compreenderam o período de 5 horas por 3 dias diferentes, das 11h00 às 16h00, de forma instantânea e ao longo do dia, pelo método focal, com intervalo amostral de 15 minutos, com auxílio de binóculos, seguindo a metodologia proposta por Martín e Bateson (1986). Os registros envolveram a posição (sol e sombra), a postura dos animais (em pé ou deitado) e as atividades (pastejo, ruminação, ócio, outros), conforme etograma apresentado na Figura 6.

Categoria 1 – Posição

1. Ao Sol;
2. A sombra.

Categoria 2 - Postura

1. Deitado;
2. Em Pé;

Categoria 3 – Atividades

1. Ruminando (movimentos de mastigação sem ingestão);
2. Pastejando (ingestão de alimento. Ex: pastagem, feno, ração);
3. Em ócio (sem atividade aparente);
4. Outros (qualquer outra atividade que não se enquadre nas anteriores).

Figura 6 - Etograma de trabalho.

4.5. Variáveis Meteorológicas

Foram registradas as variáveis meteorológicas, temperatura de globo negro, através do globotermômetro de VERNON, à sombra e ao sol, temperaturas máxima e mínima do ar (por termômetros de mercúrio), umidade relativa (através de higrômetro digital) e velocidade do ar (com anemômetro portátil digital) (Figura 7).

Figura 7 - Globo Negro, binóculos, anemômetro e higrômetro digital.

4.6. Fases do experimento

O experimento foi dividido em três fases distintas.

4.6.1. Primeira Fase – Raça Merino Branco

A primeira fase do experimento consistiu em testar a capacidade termolítica de ovelhas da raça Merino Branco.

4.6.1.1. Local e data da primeira fase do experimento

A primeira fase do experimento foi conduzida na Escola Superior Agrária de Beja (ESAB), na cidade de Beja, em Portugal, situada a 38°00'43" Norte, 7°52'24" Oeste e a 244 metros de altitude (Figura 8). Esta fase foi conduzida no mês de julho de 2010, mês de maior incidência de radiação solar (verão) em Portugal.

Figura 8 - Local do experimento na Escola Superior de Agrárias de Beja (ESAB).

4.6.1.2. Animais

Para a primeira fase do experimento foram utilizadas 25 ovelhas vazias da raça Merino Branco, em condições corporais semelhantes (Figura 9).

Figura 9 - Ovelhas da raça Merino Branco.

4.6.1.3. Teste de Capacidade Termolítica

Para a realização do Teste de Capacidade Termolítica (cuja metodologia foi descrita no item 5.2.), os animais permaneciam sob a sombra em um galpão de

manejo (Figura 10), e eram expostos ao sol em um cercado ao lado do galpão (Figura 11).

Figura 10 – Ovelhas da raça Merino Branco a sombra.

Figura 11 – Ovelhas da raça Merino Branco ao sol.

4.6.2. Segunda Fase – Raça Santa Inês

A segunda fase do experimento consistiu em testar a capacidade termolítica, a taxa de sudação e o comportamento de ovelhas da raça Santa Inês.

4.6.2.1. Local e data da segunda fase do experimento

A segunda fase do experimento foi conduzida na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – FZEA, da Universidade de São Paulo – USP em Pirassununga/SP, localizado a 21°57'04" Sul, 47°27'09" Oeste e a 606,25 metros de altitude (Figura 12). Esta fase foi conduzida nos meses de novembro, dezembro de 2010 e janeiro de 2011, meses de incidência de radiação solar elevada (termômetro de globo negro acima de 42°C).

Figura 12 - Local do experimento na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP).

4.6.2.2. Animais

Para a segunda fase do experimento foram utilizadas 25 ovelhas vazias da raça Santa Inês, em condições corporais semelhantes e coloração de pelame preto (Figura 13).

Figura 13 - Ovelhas da raça Santa Inês.

4.6.2.3. Teste de Capacidade Termolítica

Para a realização do Teste de Capacidade Termolítica, os animais permaneciam sob a sombra em um galpão de manejo (Figura 14) e eram expostos ao sol em um pátio ao lado do galpão (Figura 15).

Figura 14 - Ovelhas Santa Inês a sombra.

Figura 15 - Ovelhas Santa Inês ao sol.

4.6.2.4. Taxa de Sudação

Na segunda fase do experimento também foi registrada a Taxa de Sudação, de 25 ovelhas Santa Inês.

4.6.2.5. Comportamento

Para a observação do comportamento das ovelhas Santa Inês, os animais foram dispostos em 2 piquetes de pastagem *Coast-cross* com acesso à sombra e ao sol (Figuras 16, 17 e 18).

Figura 16- Piquete 1 e piquete 2 para a realização do comportamento.

Figura 17- Ovelhas no piquete 1.

Figura 18 - Ovelhas no piquete 2.

4.6.3. Terceira Fase – Raça Dorper

A terceira e última fase do experimento consistiu em testar a capacidade termolítica, a taxa de sudção e o comportamento de ovelhas da raça Dorper.

4.6.3.1. Local e data da terceira fase do experimento

A terceira fase do experimento foi conduzida em duas propriedades particulares. As colheitas de dados de comportamento e taxa de sudção foram realizadas na propriedade particular número 1, situada na cidade de Indaiatuba/SP a 23°01'39" Sul, 47°12'47" Oeste e a 597 metros de altitude (Figura 19) e o registro dos dados fisiológicos foi realizado na propriedade número 2, situada na cidade de Jarinu/SP a 23°08'47" Sul, 46°48'20" Oeste e a 755 metros de altitude (Figura 20). Estas fases foram conduzidas nos meses de fevereiro, março, abril e novembro de 2011, meses de incidência de radiação solar elevada.

Figura 19 - Local do experimento na propriedade 1.

Figura 20 - Local do experimento na propriedade 2.

4.6.3.2. Animais

Para a terceira fase do experimento foram utilizadas ovelhas da raça Dorper de duas propriedades distintas, Dorper Campo Verde e do Haras Vale dos Pinheiros (Figura 21).

Figura 21 – Ovelhas da raça Dorper.

4.6.3.3. Teste de Capacidade Termolítica

Para a realização do Teste de Capacidade Termolítica os animais permaneciam sob a sombra em um galpão de manejo (Figura 22) e eram expostos ao sol em um pátio ao lado do galpão (Figura 23).

Figura 22 - Ovelhas da raça Dorper a sombra.

Figura 23 - Ovelhas da raça Dorper ao sol.

4.6.3.4. Taxa de Sudação

Na terceira fase do experimento também foi mensurada Taxa de Sudação, utilizando 22 ovelhas da raça Dorper da propriedade Haras Vale dos Pinheiros.

4.6.3.5. Comportamento

Para a realização das observações de comportamento das ovelhas da raça Dorper, na propriedade 1 foram escolhidos 11 animais aleatoriamente.

Os 11 animais foram dispostos em um galpão com acesso livre a um piquete de pastagem *Coast-cross* (Figura 24).

Figura 24 - Galpão e piquete utilizados para a realização do comportamento.

4.7. Análises Estatísticas

Para o teste de capacidade termolítica foi realizada análise de variância para as medidas fisiológicas (temperatura retal, temperatura superficial, frequência respiratória) com efeitos fixos sendo os tempos colheita (1, 2, 3 e 4), a data de realização das colheitas como efeito aleatório e o animal como medida repetida, e teste de comparação múltipla de médias entre os diferentes tempos de colheita pelo Teste de Tukey-Kramer. A temperatura do ar e temperatura de globo negro foram testadas como covariável, entretanto como não tiveram interferência no modelo foram excluídas. O modelo foi adequado pela distribuição de resíduos.

Para comparações das medidas fisiológicas entre as raças foi realizada análise de variância para as medidas fisiológicas (temperatura retal, temperatura superficial, frequência respiratória) e teste de comparação múltipla de médias entre os diferentes tempos de colheita pelo Teste de Tukey-Kramer. Quando apenas 2 raças estavam sendo comparadas (Santa Inês e Dorper nos tempos 3 para TS e FR) foi utilizado o Teste-t com correção de satterthwaite para os graus de liberdade, com efeito para cada raça. Desta mesma forma foi realizada a comparação entre a taxa de sudção para as raças Santa Inês e Dorper.

Para avaliação das variáveis comportamentais, as porcentagens das frequências de ocorrência das diferentes variáveis categóricas relacionadas ao etograma de trabalho (posição, postura e atividade) sofreram transformação de escala dos dados para “arco-seno raiz de porcentagem das observadas para cada variável comportamental”, procedendo-se à análise de variância e o procedimento para comparações múltiplas com os transformados. Para apresentação dos resultados os dados foram retornados à escala original, conforme recomendações de Banzatto e Kronka (2006), e são apresentados como médias seguidas de erro padrão entre parênteses.

Em caso de resultados significativos ($P < 0,05$) para as fontes de variações avaliadas nas análises de variância anteriormente citadas, foi adotado como procedimento para comparações múltiplas o Teste de Tukey-Kramer ou Teste-t com correção de satterthwaite para os graus de liberdade.

O modelo utilizado para as análises de variância das variáveis comportamentais é apresentado abaixo:

$$Y_{ij} = \mu + D_i + H_j + DH_{ij} + e_{ij}$$

Onde,

Y_{ij} = é o valor observado para uma determinada variável comportamental no animal j no dia i ;

μ = constante inerente a todas as observações (média);

D_i = é o efeito do i -ésimo dia de avaliação, sendo $i = 1, 2, 3$;

H_j = é o efeito do j -ésimo animal, sendo $j=1, 2, 3, \dots, x$ (Santa Ines) e y (Dorper);

DH_{jk} = e o efeito da interação do dia i com o animal j ;

e_{ijkl} = e o erro experimental associado ao valor observado para uma variável comportamental no animal j no dia i , suposto NID $(0, \sigma_e^2)$.

Foram estimados coeficientes de correlação simples (Pearson) entre o Índice de Capacidade Termolítica e o comportamento de pastejo ao sol e quando significativos foram submetidos à análise de regressão.

O nível de significância utilizado no experimento foi de 5 % e todos os resultados experimentais foram apresentados com médias e erro padrão médio. As análises estatísticas dos resultados foram realizadas utilizando o PROC GLM, PROC CORR E PROC REG e TTEST Procedure (SAS, 2000).

5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Capacidade Termolítica

5.1.1. Variáveis meteorológicas

As médias das variáveis meteorológicas, temperatura do ar, temperatura de globo negro ao sol, temperatura de globo negro à sombra, umidade relativa e velocidade do vento, registradas nos momentos das coletas dos dados do teste de capacidade termolítica encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Variáveis meteorológicas médias durante os dias de coleta de dados do teste da capacidade termolítica, para as raças estudadas.

Raça	Santa Inês				Merino Branco				Dorper			
Horário	11h00	13h00	14h00	15h00	11h00	13h00	14h00	15h00	11h00	13h00	14h00	15h00
TGNsb	31,00	32,50	31,83	32,00	32,50	35,67	36,67	43,33	26,30	29,70	29,80	29,00
TGNs	40,00	43,67	45,67	42,60	41,67	46,33	46,00	46,00	38,30	44,30	43,30	45,00
UR	47,33	41,33	34,33	37,00	38,15	34,40	30,55	31,20	54,30	47,00	46,70	52,00
Tar	28,63	30,17	32,13	31,43	-	-	-	-	26,00	29,00	29,00	26,90
Vento	0,13	0,13	0,33	0,50	-	-	-	-	-	-	-	-
ITGUsb	79,17	80,01	78,00	78,65	79,44	82,42	82,72	90,32	74,00	77,40	77,60	77,30
ITGUs	90,68	93,63	93,90	91,12	90,33	94,69	93,10	93,31	90,20	96,10	94,70	82,80

* Não houve diferença significativa entre os dias para cada raça estudada nos mesmos horários de colheita.

TGNsb: temperatura de globo negro à sombra; TGNs: temperatura de globo negro ao sol; UR: umidade relativa do ar; Tar: temperatura do ar; ITGU_{sb}: temperatura de globo e umidade à sombra; ITGU_s: temperatura de globo e umidade ao sol.

Através do registro dos dados das variáveis meteorológicas foi possível observar que havia condições climáticas favoráveis, com temperaturas altas, baixa umidade, baixa velocidade do vento e ausência de nebulosidade, para a realização de todas as fases do experimento. Os dias foram considerados iguais para as variáveis meteorológicas nos horários de colheita ($P < 0,05$).

Os maiores registros de temperatura de globo negro ao sol (TGNs) ocorrem nos horários entre 13h00 e 15h00, coincidindo também com as temperaturas mais elevadas do globo negro à sombra (TGNsb). Contrariamente, nesses horários os valores de umidade relativa do ar (UR) foram as mais baixas.

Para os valores de índice de globo e umidade ao sol (ITGU_s) os maiores registros foram encontrados nos mesmos horários dos maiores valores de TGNs, alcançando valores acima de 93 no horário de exposição ao sol (13h00 às 14h00) para todos os dias de colheita.

No índice de globo e umidade à sombra (ITGUsb) os valores encontravam-se altos desde o início da coleta dos dados, às 11h00, alcançando valores máximos entre 77,6 e 94,7.

Segundo Rosemberg et.al. (1983) o ITGU com valores acima de 84, para bovinos, é considerado fator de “emergência”, quando providências urgentes devem ser tomadas para evitar perdas desastrosas no rebanho, como uso de sombreamento ou resfriamento do ambiente. Baêta e Souza (1997) publicaram diversos valores críticos para o ITGU baseados em estudos com bovinos, onde valores entre 74 a 78 é um intervalo exigem cuidados aos animais, de 79 a 84 é considerado perigoso à fisiologia do animal e índices superiores a 85 estão na faixa considerada de emergência de estresse térmico, quando providências devem ser tomadas para evitar prejuízos aos animais

César et al. (2004), em condições de clima semi-árido, com ITGU variando de 75,5 e 82,4, definiram situações de alerta e perigo térmico para ovinos da raça Dorper e Santa Inês e mestiços, adotando a classificação americana desse índice de conforto térmico. Santos (2004), citado por Andrade (2006), afirma que valores de ITGU até 79 indicam ambiente de conforto térmico para ovinos das raças Santa Inês, Morada Nova e mestiços destas com a raça Dorper às condições climáticas do trópico semi-árido nordestino. Porém, Andrade (2006) não considerou um ambiente com ITGU de 85,1 para cordeiros Santa Inês, cujas respostas fisiológicas extrapolaram os padrões da espécie.

5.1.2. Variáveis fisiológicas

As médias das variáveis fisiológicas, temperatura retal (TR), temperatura superficial (TS) e frequência respiratória (FR), registradas nos momentos das colheitas dos dados do teste de capacidade termolítica encontram-se discriminadas nos itens abaixo:

A - Temperatura Retal

Tabela 2 - Valores médios seguidos de erro padrão médio das temperaturas retais (°C) durante o teste de capacidade termolítica em ovelhas das raças Santa Inês, Merino Branco e Dorper.

Grupo	Santa Inês		Merino Branco		Dorper	
	Média	erro	Média	erro	Média	erro
TR 1	38,63 cB	0,018	39,08 cA	0,043	38,53 dB	0,046
TR 2	39,19 aB	0,019	39,38 aA	0,035	39,03 aC	0,047
TR 3	39,03 bB	0,026	39,29 abA	0,044	38,83 bC	0,042
TR 4	38,96 bB	0,028	39,19 bcA	0,041	38,68 cC	0,040

Médias seguidas por letra minúscula, nas colunas, diferentes diferem entre si pelo Teste de Tukey-Kramer ($P < 0,05$).

Médias seguidas por letras maiúsculas, nas linhas, diferem entre pelo Teste de Tukey-Kramer ($P < 0,05$).

As médias das temperaturas retais encontradas para as ovelhas Santa Inês com duas horas sob a sombra (TR1) foi de 38,63°C, semelhante à temperatura encontrada por Veríssimo (2008), de 38,54°C. Entretanto logo após a exposição ao sol por uma hora (TR2), a média foi de 0,46 superior aos 38,73°C, encontrados por Veríssimo (2008). Como as ovelhas da raça Santa Inês utilizadas neste experimento eram todas de coloração de pelame escuro, essa característica pode ter contribuído para uma maior aquisição de calor ao sol. Segundo Silva (2000), uma capa de pelame com pigmentação escura apresenta maior absorção de radiação solar de ondas curtas e, portanto, armazena maior quantidade de energia térmica do que uma capa de coloração clara, que apresenta maior refletividade.

As temperaturas retais dos animais da raça Santa Inês e Dorper após quinze e trinta minutos de descanso à sombra ainda eram mais elevadas do que a primeira temperatura à sombra ($P < 0,05$), indicando que trinta minutos não são suficientes para os animais retornarem aos valores de temperatura coletadas antes da exposição ao estresse calórico. Já para as ovelhas da raça Merino Branco, trinta minutos foram suficientes para a diminuição da TR ($P \geq 0,05$). Em um estudo semelhante, foram necessários quarenta e cinco minutos para que as ovelhas

retomassem os valores de temperatura retal antes do início do teste, tanto para raças deslanadas, quanto para raças lanadas com velo e tosquiadas (VERÍSSIMO, 2008).

Gupta e Acharya (1987) avaliando a tolerância ao calor de ovinos expostos ao sol de 8h00 as 15h00, em região semi-árida, encontraram valores de temperatura retal variando de 39,53°C a 39,84°C antes da exposição ao sol, e valores variando de 40,58°C a 41,08°C após a exposição, valores acima dos encontrados neste experimento.

Através da Tabela 2 verificou-se que houve diferença nas temperaturas retais das três raças de ovinos de corte estudadas. Para a temperatura retal de repouso, com duas horas de descanso sob a sombra (TR1) as ovelhas da raça Merino Branco apresentaram maior TR ($P<0,05$), seguida da raça Dorper e Santa Inês, sendo que as duas últimas não apresentaram diferenças estatísticas entre si. Com uma hora sob o sol (TR2) a raça Merino Branco continuou com a TR mais elevada, porém nesse momento houve diferença entre a TR da raça Santa Inês e Dorper com a temperatura mais baixa para as temperaturas com quinze (TR3) e trinta (TR4) minutos de descanso sob a sombra ($P<0,05$).

As temperaturas retais dos ovinos da raça Merino Branco foram inicialmente mais elevadas que as temperaturas retais dos animais Santa Inês e Dorper, isto pode ser devido aos níveis metabólicos mais elevados das raças européias. Segundo Silva (2000), bovinos de origem européia tendem a apresentar níveis de metabolismo mais elevados que as raças zebuínas e utilizam-se da variação da termogênese como meio de termorregulação.

A elevação da temperatura retal reflete o acúmulo de calor no organismo animal, o qual é resultante do excesso de calor recebido do ambiente, somado à produção interna de calor durante o dia, e da incapacidade dos mecanismos termorreguladores em dissipar todo o excesso de calor recebido (BAÊTA, 1985).

Desta forma, a elevação da temperatura ambiente no decorrer do dia exerce efeito sobre a temperatura retal dos ovinos Santa Inês, sendo mais elevada no turno da tarde (CEZAR et al., 2004; NEIVA, et al., 2004).

Apesar das raças estudadas terem suas temperaturas retais iniciais diferentes as temperaturas se encontram dentro da faixa de 38,5°C a 39,9°C considerada normal para ovinos, segundo Cunningham (2004). As variações de temperatura retal

podem ser devido às variações da raça, estação do ano, período do dia, exercício e ingestão e digestão de alimentos (CUNNINGHAN, 2004).

B - Temperatura Superficial

Tabela 3 - Valores médios seguidos de erro padrão médio das temperaturas superficiais (°C) durante o teste de capacidade termolítica em ovelhas da raça Santa Inês, Merino Branco e Dorper.

Grupo	Santa Inês		Merino Branco		Dorper	
	Média	erro	Média	erro	Média	erro
TS 1	35,50 bB	0,039	39,08 cA	0,137	30,25 cC	0,350
TS 2	36,60 aC	0,043	45,44 aA	0,274	39,60 aB	0,139
TS 3	35,77 b*	0,040	-	-	32,05 b*	0,331
TS 4	35,69 bB	0,045	40,79 bA	0,094	32,72 bC	0,379

Médias seguidas por letra minúscula diferente, nas colunas, diferem entre si pelo Teste de Tukey-Kramer ($P < 0,05$).

Médias seguidas por letra maiúscula, nas linhas, diferem entre si pelo Teste de Tukey-Kramer ($P < 0,05$).

* TS3 significativo a 5% através do teste T ($P < 0,05$).

As menores médias de temperatura superficial (TS) foram observadas antes da exposição ao sol e as maiores logo após a exposição de uma hora ao sol, com aumento de 3,1%, 16,3% e 30,9% para a raça Santa Inês, Merino Branco e Dorper respectivamente (Tabela 3). Após quinze minutos de descanso à sombra, após o estresse calórico, a TS das ovelhas da raça retornaram à valores semelhantes ao início do teste ($P \geq 0,05$). Já para as ovelhas das raças Merino Branco e Dorper mesmo após trinta minutos de descanso à sombra, a TS não tinha sido retomada ($P < 0,05$).

Com relação à comparação da temperatura superficial entre as raças (Tabela 3), a raça Merino Branco manteve suas temperaturas mais elevadas em todas as medidas em relação à raça Santa Inês e Dorper ($P < 0,05$). Sendo que a raça Dorper obteve os menores valores de TS durante o teste.

De acordo com Legates (1991) a temperatura corporal é o resultado entre a energia térmica produzida e a energia térmica dissipada. Os efeitos da radiação solar excessiva associada à umidade do ar provocam alterações nos mecanismos fisiológicos, com resposta imediata na temperatura corporal do animal, que é uma medida direta da alteração na homeostase (MCDOWELL, 1967).

Segundo Chemineau (1993) os animais utilizam mecanismos anatomofisiológicos para manter a homeotermia, tais como vasodilatação periférica,

que aumenta o fluxo sanguíneo para a superfície corporal, e consequentemente aumentado a temperatura superficial (pele) do animal, mais observado em animais mantidos em regime de pastejo.

A temperatura da pele deve refletir melhor a sensação de desconforto térmico do animal causado pela radiação solar excessiva (FANGER, 1970). Os animais de pelagem escura sofrem maior influência da radiação solar, absorvendo maior quantidade de calor e por consequência aumentando a temperatura da pele (ACHARYA et al., 1995).

Segundo Azevedo (1989) o calor que a pele absorve nas horas mais quentes do dia, serve para aquecer nas horas de temperaturas amenas, contudo em animais de clima tropical as pesquisas confirmam que é melhor uma pele com pelos curtos, bem assentados, de cor branca ou clara sobre uma epiderme bem pigmentada, como forma de dissipar melhor o calor.

Conforme Dukes e Swenson (1996) os fatores radiação solar, época do ano, horário do dia, atividades de pastejo, consumo, idade e sexo influenciam a temperatura corporal dos animais homeotérmicos.

Contudo, para minimizar os efeitos destes fatores sobre o desenvolvimento e bem-estar térmico, os animais desenvolvem um dispositivo de regulação da temperatura, o que os capacitam para manter a homeotermia independentemente da variação limitada da temperatura do ar que os rodeia (SWENSON e REECE, 1996).

C - Frequência Respiratória

Tabela 4 - Valores médios seguidos de erro padrão médio das frequências respiratórias (movimentos/minuto) durante o teste de capacidade termolítica em ovelhas da raça Santa Inês, Merino Branco e Dorper.

Grupo	Santa Inês		Merino Branco		Dorper	
	Média	erro	Média	erro	Média	erro
FR 1	38 cC	0,591	88 cA	2,251	42 dB	1,519
FR 2	98 aC	1,739	156 aA	2,791	114 aB	4,267
FR 3	65 b*	1,531	-	-	83 b*	3,799
FR 4	44 cC	1,083	129 bA	2,478	72 cB	3,709

Médias seguidas por letra minúscula diferente, nas colunas, diferem entre si pelo Teste de Tukey-Kramer ($P < 0,05$).

Médias seguidas por letras maiúsculas, nas linhas, diferem entre pelo Teste de Tukey-Kramer ($P < 0,05$).

* FR3 significativo a 5% através do teste T ($P < 0,05$).

As ovelhas da raça Santa Inês tiveram um aumento de 157,9% na frequência respiratória (FR), logo após uma hora de exposição ao sol ($P < 0,05$). Para as ovelhas da raça Merino Branco, a FR inicial de 88 movimentos/minuto, foi superior encontrada para as ovelhas da raça Santa Inês, com aumento de 177,3% após a exposição ao sol. Ao final do teste, ao contrário do ocorrido com os animais da raça Santa Inês, os animais da raça Merino Branco não conseguiram retornar à frequência respiratória inicial, permanecendo na faixa de 129 movimentos/minuto, ainda 46,6% mais elevada (Tabela 4).

Nas ovelhas da raça Dorper, o aumento encontrado para a FR após exposição ao sol foi de 171,4%, semelhante ao aumento da raça Merino Branco. Quando comparadas as raças dentro dos tempos de colheita durante o teste as ovelhas da raça Merino Branco apresentaram a taxa mais elevada de FR seguido dos animais da raça Dorper e com menor FR as ovelhas da raça Santa Inês ($P < 0,05$).

Veríssimo (2008) encontrou para ovelhas Santa Inês valores de frequência respiratória de 31 e 65 movimentos/minuto, para antes e após a exposição ao sol, respectivamente, e os animais conseguiram voltar aos valores iniciais com 45 minutos de repouso à sombra. Para ovelhas lanadas Suffolk e Ile de France os valores foram de 86 e 76 movimentos/minuto antes da exposição ao sol e 174 e 163 movimentos/minuto após a exposição ao sol, respectivamente, valores estes semelhantes ao encontrado para as ovelhas da raça Merino Branco, que da mesma forma não retornaram aos valores iniciais das frequências respiratórias com tanta facilidade como os animais deslanados.

Singh e Acharya (1977), analisando o modo de dissipação de calor em diferentes tipos de ovinos, registraram frequência respiratória variando de 106 a 165 movimentos/minuto, semelhantes as frequências encontradas neste experimento.

Hopkins et al. (1978), avaliando as respostas fisiológicas de ovinos tropicais expostos diretamente ao sol, registraram como menores valores de frequência respiratória 110 movimentos/minuto, enquanto os animais menos adaptados apresentaram valores de FR de 190 movimentos/minuto.

Souza et al. (1990), avaliando o comportamento fisiológico de ovinos deslanados no semi-árido, expostos ao sol e em ambiente de sombra, encontraram valores para frequência respiratória, em animais da raça Santa Inês, na sombra de

27 movimentos/minuto, enquanto para o sol os valores foram de 90 movimentos/minuto, valores abaixo dos encontrados neste experimento.

Segundo Quesada et al. (2001) em condições ideais de temperatura ambiente para ovinos (12°C), 20% das perdas de calor são feitas através da respiração e, quando expostos à temperaturas acima de 35°C a perda total de calor via respiração chega a 60% do calor total perdido.

Segundo Silva e Starling (2003) a frequência respiratória muito elevada e por tempo prolongado pode causar redução na pressão sanguínea de CO₂, além de sensível acréscimo no calor armazenado nos tecidos, devido ao trabalho acelerado dos músculos respiratórios. Campos et al. (1973) avaliando o efeito de três níveis de temperatura ambiente sobre o comportamento de ovinos, verificaram efeito significativo na frequência respiratória dos ovinos com a elevação da temperatura ambiente de 15 para 35°C. De acordo com Lee (1959), um animal pouco adaptado às condições de clima semi-árido apresentam aumento na frequência respiratória em resposta a carga de calor recebida.

D - Índice de Capacidade Termolítica (ICT)

Para o cálculo do ICT foram utilizados os valores de temperatura retal inicial, com duas horas de descanso sob a sombra (TR1) e a temperatura retal com trinta minutos de descanso sob a sombra (TR4).

Tabela 5 - Índice de Capacidade Termolítica para ovinos da raça Santa Inês, Merino Branco e Dorper.

	Santa Inês	Merino Branco	Dorper
TR1	38,63	39,08	38,53
TR4	38,96	39,19	38,68
ICT	9,67 b	9,89 a	9,88 a
EPM	0,035	0,031	0,028

Médias seguidas por letra minúscula diferentes diferem entre si pelo Teste de Tukey- Kramer (P< 0,05).
EPM – Erro Padrão Médio

Os dados de ICT encontrados na Tabela 08 mostram que as três raças estudadas de ovinos de cortes possuem de alto grau de tolerância ao calor, com máximo de 9,89 e mínimo de 9,67 (P<0,05), uma vez que o valor máximo de tolerância ao calor é 10.

Os valores de capacidade termolítica encontrados para os animais da raça Santa Inês estão de acordo com os encontrados por Veríssimo (2008), de 9,66 calculado com a temperatura retal final com trinta minutos de descanso sob a sombra. Veríssimo (2008) também encontrou valores de ICT altos para animais lanados como o Ile de France, Suffolk e Texel.

Ovinos com a lã, quando não há sombra disponível, estão mais protegidos que os animais tosquiados, já que esta atua como eficiente isolante térmico, protegendo-os dos efeitos da radiação solar (MACFARLANE; MORRIS; HOWARD, 1958; PARER, 1963 ab; SIQUEIRA; FERNANDES; MARÍA, 1993).

De acordo com Silva (2000), a lã funciona como uma barreira física para a penetração da radiação até a pele, pois trata-se de um material isolante. Um velo sujo absorve mais radiação e conseqüentemente esquenta mais do que uma lã limpa, que reflete mais calor.

5.2. Sudação

As médias dos resultados encontrados para a taxa de sudação encontram-se na Tabela 6 mostrando as diferenças de sudação para as ovelhas da raça Santa Inês e para as ovelhas da raça Dorper nos 3 dias de coletas.

Tabela 6 - Comparação de médias das taxas de sudação ($\text{g.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$) das ovelhas das raças Santa Inês e Dorper.

Raças	Santa Inês	Dorper	P =
Média	466,1	236,6	0,05
DPM	143,8	189,9	
EPM	16,6	29,3	

DPM – Resíduo Padrão Médio
EPM – Erro Padrão Médio

Os animais da raça Santa Inês apresentaram valor médio de taxa de sudação mais elevado do que os animais da raça Dorper ($P < 0,05$), porém houve uma variação muito grande dentro da própria raça ($P < 0,05$), evidenciando animais mais e menos tolerantes ao calor.

De acordo com Alvarez et.al. (1970), vários fatores podem interferir com a perda de calor pela evaporação cutânea, dentre eles a espessura da pele e o comprimento e a densidade dos pelos. Dessa forma, a taxa de sudação está sujeita

as variações em um mesmo indivíduo, entre raças e grupos de animais de acordo com o tipo de ambiente em que vivem.

A taxa de sudação determinada através do método de Schleger e Turner (1965) tem como vantagem a simplicidade e rapidez, permitindo que um número significativo de animais sejam testados em um curto intervalo de tempo, enquanto as condições ambientais permanecem relativamente constantes. A precisão deste método é bastante aceitável, mas a repetibilidade das taxas de sudação medida desta forma, embora altamente significativo e adequado as fontes de variações, é inferior ao desejável. E a principal causa de variação desse método é devido o deslizamento inevitável do filtro com discos de papel sobre a pele, principalmente quando se trata de animais mais agitados e quando as medidas demoram mais tempo devido à baixa produção de suor (SCHLEGER E TURNER, 1965).

Quando o animal é submetido a altas temperaturas, ocorre um incremento no aporte sanguíneo para a epiderme, o que proporciona às glândulas sudoríparas uma quantidade adicional de matéria-prima estimulando a sua ação. O acúmulo de fluido nas células epiteliais das glândulas criaria uma diferença hidrostática, ocorrendo então à passagem de líquido através das paredes celulares para o lúmen glandular, de onde passaria à superfície da pele pela contração das miofibrilas (ALVAREZ et al., 1970).

Contudo, o aspecto que deve ser destacado é que a sudação tem sido estudada há bastante tempo em ovinos em ambientes quentes. Em raças de origem européia, têm sido observadas taxas de sudação bastante variáveis: 35 a 265 g.m⁻²h⁻¹ na raça Suffolk (NOGUEIRA et.al., 1987), 90,6 ± 5,5 g.m⁻²h⁻¹ na raça Ideal (SILVA et al., 1990), 145,2 ± 6,1 a 270,7 ± 45,1 g.m⁻²h⁻¹ na raça Rambouillet (RAI et. al., 1979).

5.3. Comportamento

5.3.1. Análise das frequências observadas – Santa Inês

As frequências observadas para as diferentes variáveis relacionadas à postura, posição e atividades são apresentadas nas Tabelas 7 a 9.

Tabela 7 - Frequências médias (%) observadas na postura em pé e na posição ao sol de ovelhas da raça Santa Inês das 11h00 às 16h00.

Animal	Postura Em pé	Posição Sol
1	58,73	28,57
2	57,14	52,38
3	87,30	52,38
4	79,37	66,67
5	77,78	60,32
6	66,67	52,38
7	63,49	52,38
8	84,13	52,38
10	88,89	52,38
11	92,06	57,14
12	85,71	52,38
13	63,49	44,44
14	90,48	55,56
15	84,13	50,79
16	42,86	26,98
17	61,90	52,38
18	42,86	28,57
19	63,49	50,79
20	79,37	66,67
21	61,90	44,44
22	85,71	52,38
24	63,49	44,44
25	53,97	30,16
Média	71,08	48,99

Tabela 8 - Frequências médias (%) observadas das atividades de pastejo, ruminação, ócio e outras atividades em ovelhas da raça Santa Inês das 11h00 às 16h00.

Animal	Atividades			
	Pastejo	Ruminação	Ócio	Outros
1	38,10	0,00	61,90	0,00
2	41,27	7,94	50,79	0,00
3	55,56	20,63	23,81	0,00
4	47,62	17,46	34,92	0,00
5	41,27	23,81	34,92	0,00
6	53,97	6,35	39,68	0,00
7	44,44	7,94	47,62	0,00
8	53,97	12,70	33,33	0,00
10	41,27	22,22	34,92	1,59
11	46,03	20,63	31,75	1,59
12	53,97	12,70	33,33	0,00
13	53,97	3,17	42,86	0,00
14	39,68	17,46	39,68	3,18
15	41,27	20,63	36,51	1,59
16	30,16	0,00	69,84	0,00
17	46,03	11,11	42,86	0,00
18	28,57	0,00	71,43	0,00
19	47,62	7,94	44,44	0,00
20	46,03	23,81	30,16	0,00
21	52,38	3,18	44,44	0,00
22	55,55	14,29	30,16	0,00
24	50,79	1,59	47,62	0,00
25	31,74	1,59	66,67	0,00
Médias	45,27 a	11,18 c	43,20 b	0,35 d

Médias seguidas por letra minúscula diferentes diferem entre si pelo Teste de Tukey- Kramer ($P < 0,05$).

5.3.2. Desdobramento da interação Posição e Atividade – Santa Inês

Tabela 9 - Interação entre a posição ao sol e as atividades pastejo, ruminação e ócio em ovelhas da raça Santa Inês do comportamento observado das 11h00 às 16h00.

Animal	Pastejo ao sol	Ruminação ao sol	Ócio ao sol
1	70,83	0	2,56
2	73,08	0	43,75
3	68,57	46,15	20,00
4	96,67	36,36	40,91
5	96,15	46,67	27,27
6	94,12	0	4,00
7	67,86	60,00	36,67
8	67,65	62,50	23,81
10	96,15	14,29	22,73
11	86,21	30,77	30,00
12	67,65	50,00	28,57
13	82,35	0	0
14	92,00	27,27	28,00
15	96,15	15,38	17,39
16	84,21	0	2,27
17	65,52	28,57	44,44
18	83,33	0	6,67
19	60,00	20,00	46,43
20	96,55	46,67	36,84
21	84,85	0,00	0
22	68,57	66,67	15,79
24	87,50	0	0
25	80,00	0	7,14
Médias	81,13 a	23,97 b	21,09 b

Médias seguidas por letra minúscula diferentes diferem entre si pelo Teste de Tukey- Kramer ($P < 0,05$).

5.3.3. Análise das frequências observadas – Dorper

As frequências observadas para as diferentes variáveis relacionadas à postura, posição e atividades são apresentadas nas Tabelas 11 e 12.

Tabela 10 - Frequências médias (%) observadas da postura em pé em ovelhas da raça Dorper das 11h00 às 16h00.

Animal	Postura Em pé
2	36,51
3	30,16
4	28,57
6	38,09
7	39,68
10	39,68
17	41,27
19	30,16
21	36,51
22	30,16
25	42,86
Média	35,79 *

* Médias diferem entre si pelo Teste T($P < 0,05$).

Tabela 11 - Frequências médias (%) observadas das atividades de pastejo, ruminação e ócio em ovelhas da raça Dorper das 11h00 às 16h00.

Animal	Alimentação	Atividades Ruminação	Ócio
2	20,63	30,16	49,21
3	17,46	34,92	47,62
4	14,29	33,33	52,38
6	25,39	26,98	47,63
7	28,57	36,51	34,92
10	19,05	30,16	50,79
17	28,57	26,98	44,45
19	26,98	34,93	38,09
21	19,05	30,16	50,79
22	20,64	28,57	50,79
25	25,39	20,64	53,97
Médias	22,37 c	30,30 b	47,33 a

Médias seguidas por letra minúscula diferentes diferem entre si pelo Teste de Tukey-Kramer ($P < 0,05$).

As ovelhas da raça Santa Inês tiveram suas atividades de pastejo, ruminação e ócio divididas em porcentagens diferentes das ocorridas com as ovelhas da raça

Dorper. Uma das justificativas deste resultado seria a de que as ovelhas da raça Santa Inês permaneceram durante o período de observação das atividades comportamentais sob sistema extensivo de criação, somente a pasto, com a presença de sombra natural, e as ovelhas da raça Dorper permaneceram sob sistema semiconfinado, onde recebiam comida no cocho em um galpão coberto, porém tinham acesso direto à área de pastagem.

As atividades das ovelhas da raça Santa Inês foram divididas em 45,27% para pastejo, 43,20% para ócio, 11,18% para ruminação e 0,35% para outras atividades como reatividade, grooming etc. Por sua vez as ovelhas da raça Dorper permaneceram 47,33% em ócio, 30,30% em ruminação e 22,37% em alimentação (alimento fornecido no cocho).

Através da análise do comportamento foi possível observar que as ovelhas Santa Inês sob sistema extensivo, mesmo nas horas mais quentes do dia tiveram o pastejo como a principal atividade, seguida do ócio, e, para as ovelhas Dorper sob sistema semiconfinado, durante os períodos mais quentes do dia mesmo sob a condição de serem alimentadas no cocho e sob a sombra do galpão, permaneceram na sua maioria em ócio, seguida de ruminação.

Os resultados comportamentais encontrados para as ovelhas Dorper podem ser confirmados por Bremm (2008), o qual afirma que com níveis crescentes de suplemento, ocorrem redução no tempo diurno de pastejo e aumento no tempo de permanência dos animais no cocho.

Quando correlacionamos os valores do ICT e os dados de comportamento das ovelhas Santa Inês verificamos uma correlação positiva de 0,64 entre o pastejo ao sol e o resultado do ICT, indicando que quanto maiores os valores de ICT mais tempo as ovelhas passam pastejando sob o sol, como pode ser observado no Gráfico 01.

Gráfico 01 – Correlação positiva entre ICT e comportamento das ovelhas Santa Inês ($P < 0,05$).

Os ovinos e caprinos dividem seu tempo, basicamente, em três principais atividades: busca do alimento, ruminação e descanso. Uma ovelha seca pasteja cerca de oito horas por dia, efetuando até cinquenta bocados por minuto (FRASER, 1980).

Os períodos gastos com a ingestão de alimentos são intercalados com um ou mais períodos de ruminação ou de ócio. O tempo gasto em ruminação é mais prolongado à noite, mas os períodos de ruminação são ritmados também pelo fornecimento de alimento. No entanto, existem diferenças entre indivíduos quanto à duração e à repartição das atividades de ingestão e ruminação (FISCHER et.al. 1998; 2000; 2002).

De acordo com Van Soest (1994), o tempo de ruminação é influenciada pela natureza da dieta e parece ser proporcional ao teor de parede celular dos volumosos. A forma física da dieta influencia o tempo despendido nos processos de mastigação e ruminação (DADO E ALIEN, 1995).

Segundo Zanine (2006), para borregos, borregas e ovelhas, semelhantes às três categorias possuem picos de pastejo concentrados no início da manhã e no final do dia, e com picos de ruminação concentrados logo após os picos de pastejo. Os animais permaneceram em ócio nos horários mais quentes do dia (PARENTE et.al., 2005a). Quanto à ruminação, Zanine (2006) encontrou os maiores picos logo após os picos de pastejo, e os animais permaneceram mais tempo em ócio nos horários mais quentes do dia.

Starling et al. (1999), avaliando o comportamento ingestivo de ovinos da raça Corriedale, observou que durante as horas mais quentes do dia (entre 12:00 e 14:00 horas), após alguns minutos de pastejo ao sol, os animais paravam de pastar abruptamente e, em seguida, buscavam a sombra.

7 - CONCLUSÕES

Sob as condições climáticas encontradas no experimento, os animais estudados tiveram seus parâmetros fisiológicos alterados devido à exposição ao sol, e os animais das raças Dorper e Merino Branco mostraram maior capacidade termolítica do que os animais da raça Santa Inês, sendo este um fator que pode influenciar na tolerância ao calor individual.

Para os animais Santa Inês estudados, foi encontrada uma correlação positiva entre o comportamento de pastejo ao sol e os valores do índice de capacidade termolítica, concluindo que os animais que passaram mais tempo pastejando ao sol possuíam valores mais elevados do índice. Este resultado pode ser de grande valia para os programas de seleção genética de animais.

O teste de capacidade termolítica associado ao comportamento dos animais pode nos indicar mais especificamente o que se passa com os animais quando estão sob condições de estresse térmico, indicando quais animais reagem mais as fontes de calor e por quanto tempo estes animais ficam sob o efeito do estresse, e as suas consequências.

Os resultados obtidos permitiram concluir que mesmo as raças de ovinos de corte de origem tropical são afetadas pelo estresse calórico prolongado, porém conseguem retornar aos valores fisiológicos iniciais rapidamente.

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABI SAAB, S.; SLEIMAN, F.T. Physiological responses to stress of filial crosses compared to local Awassi sheep. **Small Rum. Res.**, v.16, p.55-59, 1995.

ALBRIGHT, J.L. Feeding behavior of dairy cattle. **J. Anim. Sci.** 76:485-49, 1993.

ALVAREZ, M. B.; HAHN, G. L.; JOHNSON, H. D. Cutaneous moisture loss in the bovine during heat exposure and catecholamine infusion. **Journal Animal Science**, v.30, n.1, p.95-101, 1970.

AMAKIRI, S. F.; FUNCHO, O.N. Studies of retal temperature, respiratory rates and heat tolerance in cattle in the humid tropics. **Anim. Prod.** Bletchley, v.28, p.329-335, 1979.

ANUALPEC. **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: Argos Comunicação FNP, p. 288-293, 2008.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais conforto térmico**. Viçosa: UFV, p. 246, 1997.

BACCARI JÚNIOR, F. et al. Um novo índice de tolerância ao calor para bubalinos: correlação com o ganho de peso. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 23., 1986, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1986, p.316.

BACCARI JÚNIOR, F. Métodos e técnicas de avaliação da adaptabilidade dos animais às condições tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL NOS TRÓPICOS: PEQUENOS E GRANDES RUMINANTES, 1., 1990, Sobral-CE. **Anais...** Sobral: EMBRAPA-CNPQ, 1990, p.9-17.

BACCARI JÚNIOR, F. **Manejo Ambiental de Vacas Leiteiras em Clima Quente**. Londrina: UEL, 2001.

BACCARI JÚNIOR, F. Adaptação de sistemas de manejo na produção de leite em clima quente. In: SILVA, I.J.O. (Ed.) **Ambiência na produção de leite em clima quente**, Piracicaba: FEALQ, 1998, p.24-67.

BARBOSA, O.R. et.al. Utilização de um índice de conforto térmico em zoneamento bioclimático da ovinocultura. **Bol. Ind. Anim.**, Nova Odessa, v.52, n.1, p.37-47, 1995.

BARNETT, J. L.; HEMSWORTH, P. H. The validity of physiological and behavioral measures of animal welfare. **Appl. Anim. Behav. Sci.** 25:177, 1990.

BIANCA, W.; KUNZ, P. Physiological reactions of three breeds of goats to cold, heat and high altitude. **Livestock production Science**, [S.l.], v. 5, n. 1, p. 57-69, 1978.

BIANCA, W.; FINDLAY, J. D. The effect of thermally-induced hyperpnoea on the acid-base status of the blood of calves. **Res. vet. Sci.** 3, p. 38-49, 1962.

BIANCA, W. Thermoregulation. In: Hafez, E.S.E. **Adaptación de los animales domésticos**. Barcelona: Labor, 1973, p.97-118.

BLACKSHAW, J.K.; BLACKSHAW, A.W. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behavior: a review. **Aust. J. Exper. Agric.** 34: 285-295, 1994.

BREMM, C. et al. Comportamento ingestivo de ovelhas e cordeiras em pastagem de azevém-anual sob níveis crescentes de suplementação. **Rev. Bras. Zootec**, Viçosa, v.37, n.12, 2008.

BROCKWAY, J.M.; McDONALD, J.D.; PULLAR, J.D. Evaporative heat-loss mechanism in sheep. **J. Physiol.**, Cambridge, 179, p.554-568, 1965.

BROOM, D.M. Indicators of poor welfare. **British Veterinary Journal**, v.144, n.6, p.524-526, 1986.

BROOM, D.M.; MOLENTO, C.F.M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas – revisão. **Archives of Veterinary Science**, v.9, n.2, p.1-11, 2004.

BROOM, D.M. Welfare in wildlife management and zoos. **Advances in Ethology**, Berlin, v.37, p.4-6, 2002.

CAMARGO, A.C. **Comportamento de vacas da raça Holandesa em confinamento do tipo “free stall”, no Brasil Central**. 1988. 146f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1988.

CARVALHO, F. A. et al. Breed affects thermoregulation and epithelial morphology in imported and native cattle subjected to heat stress. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.73, p. 3570–3573, 1995.

CENA, K.; MONTEITH, J.L. Transfer process in animal coats. I. Radiative transfer. **Proc. Royal Soc. London**, B 188: 377-393, 1975.

CESAR, M.F. et.al. Avaliação de parâmetros fisiológicos de ovinos Dorper, Santa Inês e seus mestiços perante condições climáticas do trópico semi-árido nordestino. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v.28, n.3, p.619-626, 2004.

CHIMINEAU, P. Médio ambiente y reproduccion animal. **World Animal Review**, Roma, v.77, n.1, p.2-14, 1993.

COLLIER, R.J., DAHL, G.E., VAN BAAL, M.J. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. **J. Dairy Sci.**89:1244-1253, 2006.

COSTA, M.J.P.; SILVA, R.G.; SOUZA, R.C. Effect of air temperature and humidity on ingestive behavior of sheep. **Int. J. Biometeorol.**, Lisse, v.36, p.218-222, 1992.

COSTA, M.J.P.; Aspectos do comportamento de vacas leiteiras em pastagens neotropicais. In: Encontro Paulista de Etologia, 3., 1985, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto, 1985, p.199-217.

COSTA E SILVA, E.V. RUSSI, L.S. Ambiência e reprodução de bovinos de corte. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 7., 2005, Campo Grande. **Anais...**Campo Grande: UEMS, 2005. CD-ROMM.

CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 3.ed. Guanabara Koogan, p. 596, 2004.

DADO, R.G.; ALLEN, M.S. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.1, p.118-133, 1995.

DAMACENO, J.C.; BACCARI JÚNIOR, F.; TARGA, L.A. Respostas comportamentais de vacas Holandesas, com acesso à sombra constante ou limitada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.4, p.709-715, 1999.

FISCHER, V. et al. Padrões nictemerais do comportamento ingestivo de ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.362-369, 1998.

FISCHER, V. et al. Padrões da distribuição nictemeral do comportamento ingestivo de vacas leiteiras, ao início e ao final da lactação, alimentadas com dieta à base de silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.2129-2138, 2002.

FISCHER, V. et al. Aplicação de probabilidades de transição de estado dependentes do tempo na análise quantitativa do comportamento ingestivo de ovinos - parte II. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1821-1831, 2000.

FRASER, A.F. **Comportamiento de los animales de granja**. Zaragoza: Acribia, p. 291, 1980.

GRANT, R.J.; ALBRIGHT, J.L. Feeding behavior and management factors during the transition period in dairy cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.73, p.2791-2803, 1995.

HABEEB, A.L.M.; MARAY, I.F.M.; KAMAL, T.H. **Farm animals and the environment**. Cambridge: CAB, p. 428, 1992.

HIMMS-HAGEN, J. Thyroid hormones and thermogenesis. In: **Mammalian thermogenesis** (L. Girardier & M.J. Stock, eds). Londres: Chapman & Hall, 1983.

HOFMAN, W.F.; RIEGLE, G.D. Thermorespiratory responses of shorn and unshorn sheep to mild heat stress. **Respir. Physiol.**, Amsterdam, v.30, n.3, p.327-338, 1977.

HOPKINS, P.S.; NOLAN, C.J.; PEPPER, P.M. The effects of heat stress on the development of the foetal lamb. **Aust. J. Agric. Res.**, Victoria, v.31, p.763-771, 1980.

HUERTAS, A.A.G. et.al. Efeito da temperatura ambiente sobre o consumo, a digestibilidade e a retenção dos nutrientes em ovinos. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, Viçosa, v.3, n.2, 1974.

INGRAM, D.L.; MOUNT, L.E. **Man and Animals in Hot Environments**. Springer-Verlag, New York, p. 185, 1975.

JOHNSON, H.D. Environmental management of cattle to minimize the stress of climatic change. **International Journal of Biometeorology**, Lisse, v.24, p.65-78, 1980.

LEE, H. K. The status of animal climatology with special reference to hot condition: A review. **Anim. Breed. Abst**, v. 27 (1). p. 210-216, 1959.

LU, C.D. Effects of heat stress on Goat Production. **Small Ruminant Research**, 2: p. 151-162, 1989.

MACFARLANE, W. V; MORRIS, R.J.H.; HOWARD, B. Heat and water in tropical Merino Sheep. **Aust. J. Agric. Res.** Victoria, v.9, n.2, p.217-228, 1958.

MARAI, I.F.M. et al. Physiological traits as affected by heat stress in sheep – A review. **Small Rumin. Res.**, v.71, p.1-12, 2007. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 5 mai. 2010.

MARAI, I.F.M.; HABEED, A.A.M.; FARGHALY, H.M. Productive, physiological and biochemical changes in imported an locally born Holstein lactating cows under hot summer conditions of Egypt. **Trop. Anim. Health Prod.**, v.31, p.233-243, 1999.

MARTIN, P.; BATESON, P. **Measuring behavior: in introductory guide**. Cambridge-UK: Cambridge University Press, 1986.

MCDOWELL, R.E. **Bases biológicas de la produccion animal en zonas tropicales**. 1ª. Ed., Icone. São Paulo, 1989.

MENDES, M.A. et.al. Efeito da temperatura ambiente e do nível de energia da ração sobre os consumos de alimentos e de água e algumas variáveis fisiológicas de ovinos. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, Viçosa, v.5, n.2, p.173-187, 1976.

MOBERG, G.P. Biological response to stress: key to assessment of animal well-being. In: MOBERG, G.P. **Animal Stress**. Bethesda, Maryland: American Physiological Society, p.456-496, 1985.

MOBERG, G.P. A model for assessing the impact of behavioral stress domestic animals. **Journal of animal Science**, n.65, p.1228-1235, 1987.

MONTY JÚNIOR, D.E.; KELLEY, L.M.; RICE, W.R. Acclimatization of St.-Croix, Karakul and Rambouillet sheep to intense and dry summer heat. **Small. Rumin. Res.**, Amsterdam, v.4, p.379-392, 1991.

MOREIRA, E.P.; MOURA, A.A.A.; ARAÚJO, A.A. Efeitos da insulação escrotal sobre a biometria testicular e parâmetros seminais em cordeiros da raça Santa Inês criados no estado do Ceará. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, Viçosa, v.30, n.6, p.1704-1711, 2001.

NÄÄS, I. A. **Princípios de conforto térmico na produção animal**. São Paulo: Editora Ícone. 1989.

NAQVI, S.M.K. et al. The effect of thermal stress on superovulatory response and embryo production in Bharat Merino ewes. **Small. Rumin. Res.**, Amsterdam, v.5, p.57-63, 2004.

NEIVA, J.N.M. et al. Efeito do estresse climáticos sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, Viçosa, v.33, n.3, p.668-678, 2004.

NOGUEIRA, E.A.; NOGUEIRA JÚNIOR, S. **Ovinos e Caprinos Avançam em São Paulo**, 2005. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/OUT/verTexto.php?codTexto=4136>>. Acesso em: 10 mai. 2010.

NOGUEIRA, O.R.; FARES, M.A.; MORÃO, F. et al. Sudação e temperatura retal em ovinos no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 7., 1987, Areias. **Anais...**Jaboticabal: Unversidade Estadual Paulista, 1987.

OLIVEIRA, F.M.M. et al. Parâmetros de conforto térmico e fisiológico de ovinos Santa Inês, sob diferentes sistemas de acondicionamento. **Construções Rurais e Ambiência**, Campina Grande, p.1-13, 2005.

PARENTE, H.N. et al. Hábito de pastejo de caprinos da raça Saanen em pastagem de tifton 85 (*Cynodon ssp*). **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia, Uruguiana**, v. 12, n. 1, p. 01-19, 2005.

PARER, J.T. Wool length and radiant heating effects in sheep. **J. Agric. Sci.** Cambridge, v.60, p.141-144, 1963a.

PARER, J.T. The effects of wool length and nutrition on heat reactions of Merino sheep in the field. **Aust. J. Exp. Agric. An. Husb.**, Melbourne, v.3, n.10, p.243-248, 1963b.

PENNINGON, J.A.; VANDEVENDER, K. Heat Stress in Dairy Cattle. **Agriculture and Natural Resources**. University of Arkansas, United States Department of Agriculture, and County Governments Cooperating, 2005.

PERISSINOTO, M. **Sistema inteligente aplicado ao acionamento de climatização em instalações para bovinos leiteiros**. 2007, 167f. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2007.

PIRES, M.F.A. et al. Efeito as estação do ano sobre a temperatura retal e frequência respiratória de vacas da raça holandesa confinadas em frescal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.50, n.6, p.747-752, 1998.

RAI, A. K. et al. Cutaneous water loss and respiration rates of various breeds of sheep at high ambient temperatures. **Trop. Anim. Health Prod.**, Dordrecht, v.11, p. 51-56, 1979.

REECE, W.O. **Fisiologia de animais domésticos**. São Paulo: Roca, p.137-254, 1996.

ROSS, T.T.; GOODE, L.; LINNNERUD, A.C. Effects of high ambient temperature on respiration rate, rectal temperature, fetal development and thyroid gland activity in tropical and temperature breeds of sheep. **Theriogenology**. Stoneham, v.24, n.2, p.259-269, 1985.

RUCKEBUSCH, Y; PHANEAUF, L-F; DUNLOP, R. **Physiology of small and large animals**. Philadelphia, Decker, p. 399-406, 1991.

SAS. **User's Guide: basic and statistic**. Cary: SAS, p.1.686, 1965

SANTOS, F.C.B. et al. Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima semi-árido no nordeste brasileiro. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v.30, n.5, p.995-1001, 2005.

SCHLEGER, A.V.; TURNER, H.G. Sweating rates of cattle in the field and their reaction to diurnal and seasonal changes. **Australian Journal of Agricultural Research**, Australian, v.16, n.1, p.92-106, 1965.

SILANIKOVE, N. Effects of stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livest. Prod. Sci.**, Amsterdam, v.67, p.1-18, 2000.

SILANIKOVE, N. Effects of water scarcity and hot environment on appetite and digestion in ruminants: a review. **Livest. Prod. Sci.**, Amsterdam, v.30, p.175-194, 1992.

SILVA, E.M.N. Avaliação da adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos do semi-árido paraibano. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v.30, n.3, p.516-521, 2006.

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

SILVA, R.G.; STARLING, J.M.C. Evaporação cutânea e respiratória em ovinos sob altas temperaturas ambientes. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, Viçosa, v.32, n.6, supl.2, p.1956-1961, 2003.

SILVA, R.G.; COSTA, M.J.R.P.; NOGUEIRA, O.R. Sweating rate of heat stressed sheep. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF BIOMETEOROLOGY, Viena, v.12, 1990. **Proceedings...** Viena: International Society of Biometeorology, p.64, 1990.

SIQUEIRA, E.R.; FERNANDES, S.; MARÍA, G.A. Efecto de la lana y del sol sobre algunos parámetros fisiológicos en ovejas de razas Merino Australiano, Corriedale, Romney Marsh e Ile de France. **ITEA**, Zaragoza, v.89A, n.2, p.124-131, 1993.

SOUZA, B.B. de **Adaptabilidade e bem-estar em animais de produção**. Publicado em: 28 de Outubro de 2007. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2007_4/Adaptabilidade/index.htm>. Acesso em: 20 Abr. 2010.

SOUZA, B.B., SILVA, R. M. N.; MARINHO, M. L. Parâmetros fisiológicos e índice de capacidade termolítica de bovinos da raça sindi no semi-árido paraibano. **Ciências e Agrotecnologia**, v.31, n.3, p.883-888, 2007.

SOUZA, B. B.; ANDRADE, I. S.; SILVA, A. M. A. Efeito da suplementação concentrada e do sombreamento natural e artificial no desempenho de cordeiros Santa Inês em pastejo na região semi-árida da Paraíba. In: REUNIÃO ANUAL DA

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. CD-ROM.

STARLING, J.M.C. et al. Variação estacional dos hormônios tireoidianos e do cortisol em ovinos em ambiente tropical. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, Viçosa, v.34, n.6, p.2064-2073, 2005.

STARLING, J.M.C. et al. Comportamento de pastejo de ovinos em ambiente tropical. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. CD-ROOM.

STRICKLIN, W.R.; KAUTZSCANAVY, C.C. The role of behavior in cattle production - A review of research. **Appl. Anim. Ethol.** v.11, p.359-390, 1984.

TITTO, E. A. et al. Termorregulação em ovinos: estudo da temperatura retal, frequência respiratória e ingestão de água. **Rev. Port. Zootec.**, Vila Real, v.5, n.1, p. 59-65, 1998a.

TITTO, E. A. et al. Teste de capacidade termolítica em novilhos Nelore e Marchigiana. **Rev. Port. Zootec.**, Vila Real, v.5, n.1, p.67-70, 1998b.

TITTO, E. A. et al. Estudo da capacidade termolítica em tourinhos das raças Marchigiana, Nelore e Simmental. In: CONGRESSO DE ZOOTECNIA, 9., 1999, Porto. **Anais...** Porto: Associação Portuguesa de Engenheiros Zootécnicos, p.142, 1999.

TITTO, E. A. **Tolerância ao calor em bovinos de corte.** 2007. 75. f. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2007.

TITTO, C. G. et al. Heat tolerance and the effects of shade on the behavior of Simmental bulls on pasture. **Animal Science Journal**, p. no-no, 2011.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional Ecology of the Ruminant.** 2 ed. Cornell University Press. New York-USA, p.476, 1994.

VERÍSSIMO, C. J. et al. Capacidade termolítica em ovelhas Santa Inês de pelagem clara e escura. **Rev. Bras. Saúde e Prod. Animal**, UFBA, Salvador, v.10, n.1, prelo, 2009.

VERÍSSIMO, C.J. **Tolerância ao calor em ovelhas de raças de corte lanadas e deslanadas no sudeste do Brasil.** 2008. 49f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

YOUSEF, M. K. Stress physiology in livestock. Ungulates. **Boca Raton: CRC Press Inc.** v.2, p. 217, 1985.