CRISTIANE GONÇALVES TITTO

Relações entre termorregulação e comportamento em ovinos

Tese apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Livre-Docente junto ao Departamento de Zootecnia, na área de Biometeorologia e Etologia aplicadas à Produção Animal.

Pirassununga

2016

Ficha catalográfica elaborada pelo
Serviço de Biblioteca e Informação, FZEA/USP,
com os dados fornecidos pela autora

T622r

Titto, Cristiane Gonçalves
Relações entre termorregulação e comportamento em
Ovinos / Cristiane Gonçalves Titto. -- Pirassununga,
2016.

73 f.

Tese (Livre-Docência) - Departamento de
Zootecnia --Faculdade de Zootecnia e Engenharia de
Alimentos, Universidade de São Paulo.

1. cor de pelagem. 2. hierarquia. 3.sombreamento.
4. tolerância ao calor. I. Título.

Ao Luca, pelo seu bom humor e sua gargalhada gostosa que alegam todos os dias da minha vida.

Ao Rafael, pelo amor e apoio nos momentos fáceis e difíceis de todos estes anos juntos.

Ao meu pai Graciano e minha mãe Edna, pelos ensinamentos que auxiliam nas decisões ao longo da vida.

Ao Titto, por sua parceria, amizade e exemplo na concretização da minha carreira.

À família como um todo, pela base que moldou meu caráter.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À todos os meus alunos orientados de graduação e pós-graduação, de ontem, de hoje e de amanhã, pelo apoio nas pesquisas e no ensinamento mútuo.

À Thays, pelo controle preciso e diário de nosso laboratório e acima de tudo pela amizade.

Aos colegas de profissão, e principalmente às amigas Daniele, Roberta, Sarita e Luciane, pelas boas conversas e conselhos.

À Prefeitura do *Campus* Fernando Costa, pelo apoio no empréstimo dos animais e área para elaboração dos projetos.

À FAPESP, pelo Auxílio Pesquisa para desenvolvimento do trabalho.

“Na história da humanidade (e dos animais também) aqueles que aprenderam a colaborar e improvisar foram os que prevaleceram.”

Charles Darwin

“Se não puder voar, corra. Se não puder correr, ande. Se não puder andar, rasteje, mas continue em frente de qualquer jeito.”

Martin Luther King

RESUMO

TITTO, C.G. **Relações entre termorregulação e comportamento em ovinos**. 2016. 73f. Tese (Livre-Docência) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2016.

Este estudo teve como objetivo avaliar a tolerância ao calor em ovinos e sua relação com o comportamento à pasto. O trabalho foi composto por três fases experimentais relacionadas, todas realizadas no Biotério de Estudos em Biometeorologia, Etologia e Bem-estar Animal da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga, SP. Foram utilizadas 60 fêmeas ovinas mestiças Dorper x Santa Inês de quatro cores de pelagem (malhada de preto e branco, preta, castanha, malhada de branco e amarelo). Na primeira fase os animais permaneceram ao sol sem acesso à sombra das 7h00 às 17h00 para realização de dois testes, um em período de conforto térmico e outro em estresse por calor, e foram registradas as temperaturas retais (TR) às 7h00 (T0), 13h00 (T1) e 17h00 (T2), após contenção manual, para avaliação da tolerância ao calor (TC). Nos mesmos horários também foram mensuradas a perda de água transepidermica e colheita de sangue para análise das concentrações de cortisol e frequência respiratória com o animal dentro da balança. Durante a colheita de dados foi avaliada a reatividade dos animais ao manejo através de escores e analisadas as correlações de Spearman com os parâmetros fisiológicos e hormonais. Procedeu-se a análise de variância com os dados e o modelo estatístico contemplou os efeitos de cor de pelagem, tempo de colheita e suas interações e animal como estrutura de medida repetida. A segunda fase avaliou a relação da cor de pelagem e tolerância ao calor com o comportamento de uso de sombra e pastejo. No etograma de trabalho utilizado constavam os parâmetros comportamentais: postura em pé, permanência ao sol e atividades diárias (pastejar, ruminar, ócio, outras atividades), observadas a cada 5 minutos das 7h00 às 19h00. Na terceira fase foi realizado um estudo para determinar a hierarquia dos animais a partir das suas interações negativas (cabeçada, morder, empurrar) e posteriormente verificado se animais dominantes e de maior tolerância ao calor influenciam o maior tempo do grupo ao sol. A partir da determinação individual da TC e da dominância os animais foram divididos em quatro lotes com dois dominantes mais tolerantes em cada e igual número de animais intermediários e subordinados e dos dois níveis de TC. Em relação às cores de pelagem a distribuição foi de forma a manter a proporção em cada lote. A partir desta divisão ocorreu a observação do

comportamento a pasto com mesmo etograma de trabalho utilizado na fase 2. Tanto para os dados de reatividade como de comportamento foram realizadas transformações em arco-seno raiz de porcentagem devido a distribuição não normal e procedeu-se à análise de variância. Na fase 2 no modelo estatístico foi utilizado efeito de animal em estrutura de medida repetida e efeito da cor de pelagem e do período do dia e suas interações e na fase 3 o modelo utilizou efeito de animal em estrutura de medida repetida e efeito da hierarquia e do período do dia e suas interações. As médias foram comparadas pelo teste F e por PDIFF a 5%. O escore de reatividade de movimentação na balança e saída tiveram correlação positiva com a TR às 7h00 (0,321 e 0,310 respectivamente, $P < 0,05$) em dias de conforto térmico e negativa para movimentação e positiva para saída em dias de estresse por calor (-0,336 e 0,210 respectivamente, $P < 0,05$). Os maiores valores de temperatura retal e perda de água transepidérmica foram observados às 13h00, sem diminuição significativa às 17h00 ($P < 0,05$). Já as médias de frequência respiratória diminuíram ao final do dia, sendo semelhantes ao início da manhã ($P > 0,05$). Observou-se uma diminuição do cortisol sérico ao longo do dia ($P < 0,05$), porém com valores considerados de animais sob estresse. Nos horários de maior incidência solar e de maiores temperaturas (13h00 e 17h00), houve correlação entre a TR e a vocalização (0,619 e 0,576, respectivamente, $P < 0,05$). Entre 11h00 e 16h00 (P2) os animais considerados menos tolerantes passaram menos tempo ao sol ($P < 0,05$) independentemente da cor de pelagem ($P > 0,05$). Já entre os mais tolerantes, os animais claros ou castanhos foram os que pastejaram maior tempo ($P < 0,05$) em comparação aos ovinos pretos. Neste mesmo período mais quente do dia, os dominantes também passaram maior tempo ao sol entre os animais menos tolerantes ($P < 0,05$). Os animais com maior tolerância ao calor passaram pelo menos 16% mais tempo em pastejo ($P < 0,05$), mostrando efeito da termorregulação, independente da dominância. Entretanto, dentro dos níveis de tolerância, a dominância social não apresentou diferença em P2 ($P < 0,05$). A tolerância ao calor individual e a cor de pelagem se mostraram influentes sobre o comportamento termorregulatório à pasto e ao pastejo, e a característica de tolerância ao calor prevaleceu sobre a dominância, em piquetes com sombra à vontade. O uso da sombra e a temperatura retal podem ser métodos simples e efetivos para determinar a tolerância ao calor de ovinos cruzados Dorper com Santa Inês e desta forma selecionar o rebanho para o ambiente tropical.

Palavras-chave: cor de pelagem, hierarquia, sombreamento, tolerância ao calor.

ABSTRACT

TITTO, C.G. **Relationship between thermoregulation and behavior in sheep**. 2016. 73f. Tesis (Habilitation - Professorship) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2016.

The objective of this study was to evaluate the heat tolerance in sheep and its relation to behavior on pasture. The work was composed of three related experimental phases, all carried out in the Biothermum of Studies in Biometeorology, Ethology and Animal Welfare of the Faculty of Animal Science and Food Engineering, Pirassununga, SP. Twenty six crossbreed Dorper x Santa Inês females sheep of four coat colors (black and white, black, brown, white and yellow) were used. In the first phase sheep remained in the sun without access to the shade from 7h00 to 17h00 for two tests, one in a period of thermal comfort and the other in heat stress, and the rectal temperatures (RT) were recorded at 7h00 (T0) , 13h00 (T1) and 17h00 (T2), after manual containment, to evaluate the heat tolerance (TC). At the same times it was also measured the transepidermal water loss and blood samples for cortisol analysis and first the respiratory rate when the animal was in the balance. During the data collection, the reactivity of the animals to the management was evaluated through scores and the Spearman correlations with physiological and hormonal parameters were analyzed. The analysis of variance was performed with the data and the statistical model used the effects of coat color, sampling time and their interactions and animal as repeated measurement structure. The second phase evaluated the relationship of coat color and heat tolerance with shade and grazing behavior. The behavioral parameters included standing posture, stay in the sun and daily activities (grazing, rumination, leisure, other activities), observed every 5 minutes from 7h00 to 19:00. In the third phase, a study was carried out to determine the sheep hierarchy from their negative interactions (header, biting, pushing) and later verified if dominant and heat tolerant sheep influence the group to stay a longer time in the sun. From the individual determination of TC and dominance the animals were divided into four groups with two more tolerant dominant ones in each and equal number of intermediate and subordinate animals and of the two TC levels. In relation to the coat colors, the distribution was in order to maintain the proportion in each group. From this division the observation of the behavior on pasture used the same working etogram in phase 2. For both reactivity and behavior data, an arcsine transformation was performed due to non-normal distribution after ANOVA. In phase 2 the statistical model used animal

as repeated measurement design and effect of coat color and the period of the day and their interactions, and in phase 3 the model used animal as repeated measurement design and effect of hierarchy and period of day and their interactions. The means were compared by ANOVA F-test and PDIFF ($P < 0.05$). The movement inside crush and exit scores had a positive correlation with RT at 7h00 (0.321 and 0.310 respectively, $P < 0.05$) in days of thermal comfort and negative for movement and positive for exit on days of heat stress (-0.336 and 0.210 respectively, $P < 0.05$). The highest values of rectal temperature and transepidermal water loss were observed at 13h00, without significant decrease at 17h00 ($P < 0.05$). Respiratory rate decreased at the end of the day, being similar to the early morning ($P > 0.05$). A decrease in serum cortisol was observed throughout the day ($P < 0.05$), but with values similar to stressed animals. During the time of higher solar incidence and higher temperatures (13h00 and 17h00), there was a positive correlation between TR and vocalization (0.619 and 0.576, respectively, $P < 0.05$). For pasture behavior, between 11:00 and 16:00 (P2) the less tolerant animals spent less time in the sun ($P < 0.05$) regardless of coat color ($P > 0.05$). Among the more tolerant animals, light or brown color animals were the ones that grazed the longest at P2 ($P < 0.05$) compared to black sheep. In this same hottest period of the day, dominants also spent more time in the sun among less tolerant animals ($P < 0.05$). Sheep with the highest heat tolerance spent at least 16% longer on grazing ($P < 0.05$), showing thermoregulation effect, regardless of dominance. However, within the tolerance levels, social dominance showed no difference in P2 ($P < 0.05$). Individual heat tolerance and coat color were shown to be influential on the thermoregulatory behavior and grazing, and the heat tolerance characteristic prevailed over dominance in pickets with unrestricted shade. The use of shade and rectal temperature may be simple and effective methods to determine the heat tolerance of crossbred Dorper with Santa Inês sheep and thus, select the herd for the tropical environment.

Key-words: coat color, hierarchy, shading, heat tolerance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Ovinos de cor malhada de preto e branco (cor 1), cor preta (cor 2), cor castanho (cor 3) e cor malhada de branco e amarelo (cor 4).	26
Figura 2. Piquete experimental com abrigo de telhas de fibrocimento pintadas de branco.	27
Figura 3. Curral móvel para manejo de ovinos marca Açores.	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação das fêmeas ovinas experimentais de acordo com a cor de pelagem.	26
Tabela 2. Escores de Reatividade à serem medidos durante a contenção para o teste de Tolerância ao Calor.....	29
Tabela 3. Classificação das fêmeas ovinas experimentais de acordo com a cor de pelagem e tolerância ao calor individual.	31
Tabela 4. Etograma de trabalho para observação de comportamento de ovelhas à pasto.	32
Tabela 5. Distribuição de ovinos nos grupos experimentais para análise de comportamento à pasto de acordo com a tolerância ao calor individual (TCI) e nível hierárquico.	34
Tabela 6. Parâmetros meteorológicos médios seguidos de erro padrão médio nos dias experimentais de cada teste utilizado neste estudo com ovinos.	35
Tabela 7. Parâmetros fisiológicos e escores de reatividade em ovelhas submetidas ao manejo em teste de tolerância ao calor em dias com temperaturas do ar dentro da zona de conforto térmico.	40
Tabela 8. Parâmetros fisiológicos e escores de reatividade mínimos e máximos em ovelhas submetidas ao manejo em teste de tolerância ao calor em dias com temperaturas do ar dentro da zona de conforto térmico.	41
Tabela 9. Correlações entre parâmetros fisiológicos e escores de reatividade de ovelhas submetidas ao manejo em teste de tolerância ao calor no horário das 7 horas em dias com temperaturas do ar dentro da zona de conforto térmico.	41
Tabela 10. Correlações entre parâmetros fisiológicos e escores de reatividade de ovelhas submetidas ao manejo em teste de tolerância ao calor no horário das 13 horas em dias com temperaturas do ar dentro da zona de conforto térmico.	42
Tabela 11. Correlações entre parâmetros fisiológicos e escores de reatividade de ovelhas submetidas a manejo em teste de tolerância ao calor no horário das 17 horas em dias com temperaturas do ar dentro da zona de conforto térmico.	42

Tabela 12. Parâmetros fisiológicos e escores de reatividade de ovelhas submetidas ao manejo em teste de tolerância ao calor em dias com temperaturas do ar acima da zona de conforto térmico.	44
Tabela 13. Parâmetros fisiológicos e escores de reatividade mínimos e máximos em ovelhas submetidas ao manejo em teste de tolerância ao em dias com temperaturas do ar acima da zona de conforto térmico.....	44
Tabela 14. Correlações entre parâmetros fisiológicos e escores de reatividade de ovelhas submetidas ao manejo em teste de tolerância ao calor no horário das 7 horas em dias com temperaturas do ar acima da zona de conforto térmico.....	45
Tabela 15. Correlações entre parâmetros fisiológicos e escores de reatividade de ovelhas submetidas ao manejo em teste de tolerância ao calor no horário das 13 horas em dias com temperaturas do ar acima da zona de conforto térmico.....	46
Tabela 16. Correlações entre parâmetros fisiológicos e escores de reatividade de ovelhas submetidas ao manejo em teste de tolerância ao calor no horário das 17 horas em dias com temperaturas do ar acima da zona de conforto térmico.....	47
Tabela 17. Médias seguidas de erro padrão médio das variáveis fisiológicas e hormonais e tolerância ao calor (TC) durante a exposição de ovelhas ao dia quente, com temperatura do ar variando entre 23,8 e 34,6°C.....	48
Tabela 18. Avaliação de fórmulas de determinação da tolerância ao calor individual a partir da temperatura retal durante teste de Tolerância ao Calor com exposição ao sol das 7h00 às 17h00.	51
Tabela 19. Tolerância ao calor individual (TC) determinada pelos valores de temperatura retal.....	51
Tabela 20. Médias e erro-padrão da tolerância ao calor (TC) de ovelhas mestiças com diferentes colorações de pelame.	53
Tabela 21. Frequência de postura em pé, permanência ao sol e atividades diárias das 7h00 às 19h00 em ovinos à pasto com acesso à sombreamento artificial.	55
Tabela 22. Erro padrão médio de frequência de postura em pé, permanência ao sol e atividades diárias das 7h00 às 19h00 em ovinos à pasto com acesso à sombreamento artificial.....	58

Tabela 23. Valores atribuídos para cada ovelha dominante e médias para as ovelhas intermediárias (I) e subordinadas (S) em razão dos animais dominados utilizados para a determinação de seu nível de hierarquia.	60
Tabela 24. Tolerância ao calor individual (TC) determinada pelos valores de temperatura retal.	61
Tabela 25. Média das frequências de comportamento em ovinos divididos pela hierarquia social e em três períodos do dia.	63
Tabela 26. Erro padrão da média das frequências de comportamento em ovinos divididos pela hierarquia social e em três períodos do dia.	64

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	15
2.	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
3.	HIPÓTESES	23
4.	OBJETIVOS	24
5.	METODOLOGIA.....	25
5.1.	Descrição do local	25
5.2.	Animais e Manejo.....	25
5.3.	Fase 1 – Reatividade ao manejo e termorregulação	28
5.3.1.	Reatividade ao manejo	28
5.3.2.	Teste de Tolerância ao Calor	29
5.3.3.	Registro de parâmetros fisiológicos	30
5.4.	Fase 2 – Comportamento à pasto.....	31
5.5.	Fase 3 – Organização Social.....	32
5.6.	Parâmetros ambientais	34
5.7.	Análise dos resultados	36
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
6.1.	Fase 1 - Reatividade e Tolerância ao calor	39
6.2.	Fase 2 – Comportamento à pasto.....	53
6.3.	Fase 3 - Organização Social.....	59
6.3.1.	Comportamento de hierarquia.....	59
6.3.2.	Organização Social <i>versus</i> Tolerância ao Calor	60
6.3.3.	Comportamento à pasto.....	61
7.	CONCLUSÕES.....	65
	REFERÊNCIAS	66

1. Introdução

O rebanho mundial de ovinos encontra-se na faixa de 1,2 bilhão de cabeças, sendo que a China, Austrália, Índia e Irã detêm ao redor de 35 % do rebanho (FAOSTAT, 2015). O rebanho brasileiro é representado por uma média de 17,5 milhões de cabeças, e o Nordeste, onde se cria basicamente raças deslanadas, possui mais de 90% do efetivo ovino (IBGE, 2015). Entretanto, 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; NOGUEIRA JR., 2011).

Para atingir a alta produtividade deve-se planejar corretamente o sistema de produção, para integração da alimentação e manejo e genética com a tolerância ao calor. O estresse por calor sazonal pode influenciar negativamente a produtividade dos animais domésticos causando perdas econômicas importantes. Como a maioria da população mundial de animais de produção se encontra em regiões onde pode ser acometida pelo calor, a busca pelo conhecimento sobre como o estresse calórico atua na fisiologia do animal reduzindo a produtividade cresceu muito nos últimos 20 anos.

Apesar de a espécie ovina se caracterizar pela extrema capacidade de adaptação às mais diversas condições de ambiente, verificando-se a sua ocorrência em quase todas as regiões do mundo, a exposição ao clima quente afeta tanto sua fisiologia quanto o comportamento animal, e a variação individual dentro de raça e entre perfis genéticos também influenciam as respostas termorregulatórias. Como forma de aumentar esta eficiência de perda de calor, o ovino procura adaptar-se às condições ambientais alterando seus hábitos de pastejo, sendo que a duração da atividade, bem como a distribuição e a intensidade de pastejo variam com a estação do ano, manejo, condições climáticas e também com a disponibilidade de sombreamento.

Desta forma, o estudo da tolerância ao calor em ovinos e sua possível influência sobre o comportamento de pastejo e de uso de sombra a pasto é importante visando o aumento de produtividade e o bem-estar animal.

Atualmente aspectos relativos ao bem-estar animal são relevantes e a busca de ferramentas para determinar quando o estresse por calor e o estresse por manejo estão influenciando negativamente o bem-estar e a produtividade devem ser mais estudados.

Portanto, dentro dos objetivos do presente trabalho, a caracterização do ambiente climático e a constatação das respostas fisiológicas, comportamentais e de reatividade ao manejo em que os animais estarão expostos, poderão ser tomadas medidas benéficas a fim de atender as necessidades dos animais, melhorando seu bem-estar e maximizando assim a produção.

2. Revisão de Literatura

Atualmente dois aspectos importantes estão em discussão em 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 (LECLÈRE; HAVLÍK, 2016; RUETE; VELARDE; BLANCO-PENEDO, 2015; SILANIKOVE; KOLUMAN, 2015).

A produção animal nos trópicos pode ser limitada principalmente pelo estresse calórico, 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 (SOUZA; SILVA; MARINHO, 2007).

A adaptabilidade pode ser medida ou avaliada pela habilidade do animal em se ajustar às condições médias ambientais de climas adversos, com mínima perda no desempenho e conservando alta taxa reprodutiva, resistência às doenças e baixo índice de mortalidade (HAFEZ, 1973).

A adaptação fisiológica, dada principalmente por meio das alterações do equilíbrio térmico, e a adaptabilidade de uma função, que descreve as modificações dessa função quando o animal é submetido a altas temperaturas, são para McDowell (1989) as duas classes principais de avaliação da adequação a ambientes quentes. As medidas fisiológicas da respiração e temperatura corporal são os critérios já bem estabelecidos que podem ser mensuradas para caracterizar a tolerância e adaptação dos animais (BIANCA; KUNZ, 1978; ABI SAAB; SLEIMAN, 1995). Valores de temperatura retal próximos à temperatura normal da espécie podem ser tomados como índice de adaptabilidade (HOPKINS; KNIGHTS; LEFEURE, 1978). Animais que apresentam menor aumento na temperatura retal e menor frequência respiratória são considerados mais tolerantes ao calor (BACCARI Jr., 1986). Em ovinos, a temperatura retal, a frequência respiratória e a taxa de sudação cumprem um importante papel na termorregulação (SIQUEIRA; FERNANDES; MARIA, 1993). Em ambiente termoneutro, valores normais de temperatura retal em ovinos podem variar de 37,5 a 38,5°C para animais deslanados e de 38,3 e 39,9°C para ovinos lanados (MARAI et al., 2007). Para

frequência respiratória se caracterizam valores entre 30 e 40 movimentos respiratórios por min^{-1} (mov. min^{-1}) para deslanados e 76 a 86 mov. min^{-1} para raças lanadas (TITTO et al., 2016). A taxa de sudação pode exibir valores entre 154 e 277 $\text{g. m}^{-2}. \text{h}^{-1}$ para o período da manhã em animais deslanados (McMANUS et al., 2009).

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. Entretanto, 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 sujeitos, além de entender as respostas individuais que podem estar vinculadas ao perfil genético (PAIVA et al., 2005).

É comum a utilização do cruzamento de ovelhas de raças adaptadas à região quente com carneiros de raças produtoras de carne, usualmente lanados (OSÓRIO et al., 1996), porém estes produtos podem sofrer com altas temperaturas ambiente, apresentando estresse térmico. Estresse é a soma dos mecanismos de defesa do organismo em resposta ao um estímulo provocado por um agente estressor, como manejo, área de alimentação, densidade de alojamento e sombreamento, dentre tantos outros. Para se compreender melhor as reações ligadas ao estresse em animais, faz-se necessário o uso de medidas fisiológicas e comportamentais, garantindo-se uma maior acurácia dos dados colhidos (GRANDIN, 1997).

Além de temperatura retal, frequência respiratória e taxa de sudação, alguns hormônios desempenham um papel crítico no desenvolvimento e expressão de uma ampla gama de comportamentos. De todos os eixos-endócrinos, o eixo hipotálamo-hipófise-adrenal tem sido o mais amplamente estudado (CHACKLEY, 1996; NEMEROFF, 1996) e exerce um papel fundamental na resposta aos estímulos internos e externos, que atuam como estressores. Desta forma, a ativação desse eixo e a consequente variação do nível de cortisol sanguíneo são as primeiras respostas de um animal frente às condições estressantes (CHACKLEY, 1996).

O principal efeito metabólico do cortisol e de outros glicocorticóides sobre o metabolismo celular é estimular a gliconeogênese. O cortisol mobiliza aminoácidos nos tecidos extra-hepáticos, sobretudo nos músculos, aumenta a quantidade de enzimas necessárias para que ocorra conversão dos aminoácidos em glicose, aumenta a absorção de glicose pelas células, reduz as reservas corporais de proteína, diminui a síntese protéica e aumenta o catabolismo protéico intracelular (BURTON, 1995). Portanto, o cortisol está diretamente envolvido na resposta fisiológica ao estresse,

aumentando a pressão arterial e o nível de glicose no sangue, além de inibir o sistema imunológico do indivíduo (ANDERSSON; JÓNASSON, 1996).

A concentração do cortisol aumenta cerca de 20 minutos após a exposição do animal a um estresse agudo, alcançando um platô dentro de duas horas (SILANIKOVE, 2000). Quando em estresse, foi observado aumento de 44% a 50% nas concentrações plasmáticas de cortisol em ovinos (TADICH et al., 2009; LEME et al., 2012) após transporte, e quando submetidos a estresse imunológico via aplicação de LPS (*E. coli*) observa-se valores até 10 vezes maiores do que em animais não estressados (HENRIQUE et al., 2014). Já na ausência de estresse por calor em ovinos, a concentração plasmática média de cortisol oscila entre 0,6 e 1,4 $\mu\text{g.dL}^{-1}$ (COOK, 1996; STARLING et al., 2005). Já durante estresse por calor, são encontrados na literatura valores entre 1,52 e 3,2 $\mu\text{g.dL}^{-1}$ (BELL et al., 1989; STARLING et al., 2005).

A situação de estresse térmico passa a ser distinta das anteriores, pois a condição de estresse por calor em ambiente não controlado, ou seja, natural, é caracterizado como um estresse prolongado, alterando o padrão de liberação do cortisol (CHACKLEY, 1996; RONCHI et al., 2001).

Da mesma forma, o estresse dos animais durante a rotina de manejo pode aumentar a liberação de cortisol e aumentar a temperatura corporal (SANGER et al., 2011). Além disso, animais agitados durante o manejo correm mais riscos de acidentes, e os níveis hormonais elevados contribuem para uma alteração negativa do metabolismo. Quando este estresse se torna crônico, há prejuízos evidentes em relação à ingestão e digestão de alimentos (SILANIKOVE, 1992) e alteração da taxa metabólica (STARLING et al., 2005), que podem afetar negativamente o desempenho (NEIVA et al., 2004) e a função reprodutiva (NAQVI et al., 2004; MARAI et al., 2007).

Por outro lado, a susceptibilidade individual ao estresse ao calor é influenciada por diversos fatores incluindo raça, cor de pelagem, escore de condição corporal, temperamento, sexo e prévia exposição ao calor (BROWN BRANDL, 2009). Também, características da pele e pelagem como cor, densidade, transmissividade absorção de calor podem afetar a troca de energia térmica (BIANCHINI et al., 2006).

Além das alterações fisiológicas e hormonais, outra forma de mensuração do estresse é a comportamental, de importância tal qual a fisiológica para o estudo e dimensionamento do nível de bem-estar. Comportamento animal é definido como um padrão de ações observadas em animais que acontecem tanto voluntária quanto

involuntariamente (TAYLOR; FIELD, 1998) e seu conhecimento mais aprofundado pode facilitar o manejo diário e a escolha por estruturas mais econômicas de conforto térmico.

Comportamentos anormais tais como estereotípias, automutilação, ausência ou diminuição da alimentação, aumento excessivo no consumo de água indicam que o indivíduo em questão encontra-se em condições de baixo grau de bem-estar (BROOM; MOLENTO, 2004). É vital então o entendimento do padrão comportamental do ovino para que o plantel seja acompanhado diariamente e que se tomem atitudes de manejo corretas para redução do estresse.

O sistema de criação de ovinos a pasto é caracterizado por fatores como a altura da pastagem, sua qualidade nutricional e suas interações, que podem afetar o comportamento ingestivo dos animais, comprometendo o seu desempenho e, conseqüentemente, a viabilidade da propriedade (MEDEIROS et al., 2007). O ato de buscar alimento envolve comportamentos e estímulos, e refere-se às atividades dos animais quando estão se movendo de tal maneira a encontrar ou adquirir o alimento (FRASER; BROOM, 1997). Além dos fatores nutricionais, os fatores não-nutricionais são importantes determinantes na ingestão, modificando a atividade de pastejo (POPPI; HUGHES; L'HUILLIER, 1987). Estes fatores são influenciados essencialmente pelas condições climáticas e pela disponibilidade de sombreamento (TITTO et al., 2011).

A radiação solar é o fator preponderante na termorregulação de ruminantes a pasto (GEBREMEDHIN, 1985). Blackshaw e Blackshaw (1994) acrescentam que a radiação solar é componente significativa na carga de calor e sua redução, através do uso da sombra, é importante para manter o consumo de alimento, e por consequência, o crescimento, e até mesmo a sobrevivência dos animais. Por outro lado, a redução na ingestão de alimento, a diminuição da atividade de pastejo e a procura pela sombra são respostas imediatas ao estresse térmico pelo calor, pois pastejando menos há diminuição tanto na ingestão de alimento, o que reduz o ganho de calor pela atividade de digestão, quanto na atividade muscular que envolve o pastejo, que também produz calor (FRASER; BROOM, 1997; SILANIKOVE, 2000; ABLAS et al., 2007; TITTO et al., 2011).

Estudos reportam que animais de diferentes espécies procuram a sombra praticamente o dia todo, inclusive em horários com baixa incidência de radiação solar (ABLAS et al., 2007; TITTO et al., 2011; CALVIELLO et al., 2013) e o tempo de permanência ao sol em um dia quente pode ser influenciado pela coloração de pelagem. Animais de coloração escura tem maior absorção de radiação térmica e são mais

susceptíveis ao estresse por calor do que animais com coloração clara (McMANUS et al., 2009). Por outro lado, animais de pelagem clara que tenham também a pele clara, apesar de ter menor absorção de calor radiante, têm menor presença ou ausência de melanina, pigmentos que protegem o animal da radiação ultravioleta (DYCE; SACK; WENSING, 1996; SJAASTAD; HOVE; SAND, 2010), o que pode também causar estresse por calor (MAIA; SILVA; BERTIPAGLIA, 2005). De acordo com Cunha et al. (2004), criadores da raça de ovinos Santa Inês preferem animais de pelagem preta, e por isso outras cores estão desaparecendo. Por este motivo, conhecer o efeito da cor de pelagem sobre a fisiologia do ovino e de suma importância na seleção desta espécie.

Características notórias no comportamento de ovelhas estão relacionadas à coesão e ao grupamento social (SYME; ELPHICK, 1983), comportamento utilizado na transmissão de aprendizagem e que permite a organização de animais em unidades familiares, grupos de acasalamento, alimentação e principalmente grupos de pastejo (BARBOSA SILVEIRA; FISHER; MENDONÇA, 2010). Os ovinos são animais gregários e, por sua natureza, relutam à separação e à mistura a outros animais. Desta forma, caso a característica de tolerância térmica encontrada nos animais dominantes dentro de um grupo de ovinos seja de maior tolerância ao calor, estes podem procurar menos o sombreamento, prejudicando os animais menos tolerantes ao calor. Então, existe a necessidade de aumentar a eficiência dos sistemas de produção buscando principalmente integrar o manejo (FURUSHO-GARCIA et al., 2004) com a tolerância ao calor (McMANUS et al., 2011a).

Portanto, há um limiar entre a necessidade da busca pela sombra para termorregulação e manutenção do consumo de alimentos e a queda no consumo devido à necessidade de permanência sob a sombra para evitar a radiação solar direta e facilitar a perda de calor. Essa dicotomia é mais observada em animais em pastejo, pois é preciso um maior número de horas para ingestão da matéria seca necessária por dia. Neste contexto entram também a coloração de pelagem e a organização social, fatores que podem modificar o tempo de permanência sob a sombra e alterar a produtividade do rebanho. Nesse sentido, diferentes estratégias de manejo devem ser estudadas e desenvolvidas buscando maior eficiência produtiva garantindo o bem-estar dos animais. A partir da caracterização do ambiente climático, constatações das respostas fisiológicas e do manejo em que os animais estarão expostos poderão ser tomadas medidas

benéficas a fim de atender as necessidades dos animais, melhorando seu bem-estar e maximizando assim a produção.

3. Hipóteses

- Ovinos com maior reatividade apresentam alteração no teste de tolerância ao calor;
- Animais mais tolerantes ao calor e de cor de pelagem escura podem pastejar mais durante as horas mais quentes do dia, com menor uso de sombra;
- Existe prevalência da tolerância ao calor sobre a priorização de pastejo por indivíduos dominantes.

4. Objetivos

Este trabalho teve como objetivos avaliar as respostas fisiológicas e comportamentais de ovinos em sistema à pasto com sombreamento artificial, caracterizados por sua tolerância ao calor e determinar a possível relação entre a termorregulação individual, a reatividade ao manejo e a cor de pelagem, assim como a organização social, com o comportamento termorregulatório de busca por sombra.

5. Metodologia

O presente trabalho foi composto por três fases experimentais. A primeira fase teve como objetivo avaliar a tolerância ao calor e sua relação com a reatividade em ovinos. A segunda fase avaliou a relação da cor de pelagem e tolerância ao calor com o comportamento de uso de sombra e pastejo, e a terceira fase verificou se animais dominantes e de maior tolerância ao calor influenciam o maior tempo do grupo ao sol.

5.1. Descrição do local

O experimento foi realizado no Biotério de Estudos em Biometeorologia, Etologia e Bem-estar Animal, anexo do Laboratório de Biometeorologia e Etologia localizado no setor de ovinocultura do *Campus* Fernando Costa em Pirassununga-SP, na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo.

Todos os procedimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética Animal em 11 de abril de 2013 sob nº 13.1.495.74.8.

5.2. Animais e Manejo

Foram utilizadas 60 fêmeas cruzadas Dorper X Santa Inês, com $4 \pm 0,8$ anos e condição corporal semelhante (3 a 3,5) avaliadas por metodologia proposta por Osório e Osório (2003) e média de peso de $58,4 \pm 2,8$ kg medida em balança eletrônica. As fêmeas foram classificadas de acordo com a coloração de pelagem, conforme apresentado na Tabela 1 e Figura 1. A pigmentação da pele acompanha a cor da pelagem. Todos os animais que apresentava resquícios de lã foram tosquiados 30 dias antes do início do experimento.

As ovelhas foram mantidas em pastagem de capim tifton, com disponibilidade de forragem à vontade sob sistema de pastejo rotacionado, 15 animais por piquete de 0,11 ha cada, com sombreamento artificial com telhas de fibrocimento pintadas de branco (Figura 2), com espaço suficiente para todos os animais utilizarem a sombra ao mesmo tempo ($1,5 \text{ m}^2.\text{animal}^{-1}$).

Um curral móvel específico para ovinos foi utilizado para o registro dos dados para melhor manejo dos animais, diminuindo o estresse que pode interferir nos parâmetros estudados (Figura 3).

Tabela 1. Classificação das fêmeas ovinas experimentais de acordo com a cor de pelagem.

Grupo	Pelagem	Número de animais
Cor 1	Malhada de preto e branco	12
Cor 2	Preta	26
Cor 3	Castanho	12
Cor 4	Malhada de branco e amarelo	10

Figura 1. Ovinos de cor malhada de preto e branco (cor 1), cor preta (cor 2), cor castanho (cor 3) e cor malhada de branco e amarelo (cor 4).

Figura 2. Piquete experimental com abrigo de telhas de fibrocimento pintadas de branco.

Figura 3. Curral móvel para manejo de ovinos marca Açores.

5.3. Fase 1 – Reatividade ao manejo e termorregulação

5.3.1. Reatividade ao manejo

Em experimentos pilotos prévios foi observada uma temperatura retal já elevada em ovinos nas primeiras horas da manhã, quando o ambiente ainda estava dentro da zona de conforto térmico. Para sanar essa dúvida do porque das altas temperaturas foi incluído durante o teste de tolerância ao calor a medida de reatividade, pois ovinos são animais muito reativos e sabe-se que a reatividade elevada pode estar ligada ao aumento da temperatura corporal.

Com este fim, a reatividade dos ovinos foi avaliada durante o Teste de Tolerância ao calor pela atribuição de escores segundo uma escala adaptada de diversos visando uma escala par para cada parâmetro, evitando-se a média no escore do meio da escala (HEARNshaw; MORIS, 1984; SILVEIRA; FISHER; SOARES, 2006; TITTO et al., 2010; VOISINET et al., 1997), conforme Tabela 2.

Cada animal foi avaliado por três dias não consecutivos em três tempos (07h00, 13h00 e 17h00). Antes do manejo de contenção para colheita de parâmetros fisiológicos foram atribuídas notas (Tabela 1) para cada animal quando este estava contido na balança, avaliando, assim, a reatividade desses. Após a saída o animal era contido para registro de dados fisiológicos.

A fim de entender a relação da reatividade sobre os parâmetros fisiológicos de temperatura retal e frequência respiratória, optou-se por realizar o teste em dois momentos distintos, sendo um durante o inverno com variação térmica dentro da zona de conforto térmico (Teste 1) e um durante o verão, padrão para o teste de tolerância ao calor e caracterizado pela temperatura de globo negro acima de 45°C, céu limpo e pouca movimentação de ar (Teste 2). Cada teste foi realizado em três dias não consecutivos.

Tabela 2. Escores de Reatividade à serem medidos durante a contenção para o teste de Tolerância ao Calor.

Categoria	Escores	Descrição
Entrada forçada	S	Sim
	N	Não
Entrada	1	Calmo
	2	Caminhando rápido
	3	Correndo
	4	Refugando, Recusa
Respiração	1	Imperceptível < 35 mov.min ⁻¹
	2	Perceptível rítmica ≥35<55 mov.min ⁻¹
	3	Perceptível com ofego ≥55<75 mov.min ⁻¹
	4	Ofego anormal ≥75 mov.min ⁻¹
Vocalização	0	Ausente
	1	Presente
Movimentação	1	Parado
	2	Movimentos lentos
	3	Movimentação intensa e rápida
	4	Movimentação contínua e tentativa de sair da balança
Saída	1	Não sai da balança, necessita estímulo.
	2	Sai da balança caminhando
	3	Sai da balança rapidamente
	4	Sai rapidamente e assustado

5.3.2. Teste de Tolerância ao Calor

O teste de tolerância ao calor foi adaptado do descrito em bovinos (TITTO et al., 1998a, 1998b, 1999, TITTO, 2007; TITTO, 2010; TITTO et al., 2011) e posteriormente adaptado para ovinos (TITTO et al., 2016; VERÍSSIMO et al., 2009). Possui como princípio a capacidade de dissipação de calor após exposição direta ao sol. Os testes citados utilizam a metodologia de exposição do animal à apenas 1 hora de sol, das

13h00 às 14h00 e posteriormente a manutenção dos mesmos por 1 hora de sombra para registro dos dados fisiológicos. Para caracterizar e simular a resposta de termorregulação de um animal à pasto, o teste foi alterado para a manutenção dos ovinos o dia todo ao sol, como pode acontecer em pasto sem acesso à sombreamento.

O teste utilizado consiste de uma primeira mensuração da temperatura retal dos animais às 07h00 (T0; tempo 0), momento de baixa radiação solar. Em seguida, os animais seguem para o local de exposição ao sol, onde permaneceram durante todo o dia (10 horas). Às 13h00 é tomada a segunda temperatura retal (T1; tempo 1) e às 17h00 é realizada a terceira medida de temperatura retal (T2; tempo 2).

A fórmula usual adaptada para caracterizar a tolerância ao calor individual (TCI) é:

$TCI = 10 - (T2 - T0)$, onde:

T0 é a temperatura inicial em conforto pela manhã ao nascer do sol e T2 a temperatura ao final do dia.

O valor final mostra o grau de tolerância ao calor dos animais pela capacidade em perder calor, mostrada pela diferença entre as temperaturas, e consta de uma escala de 0 a 10, sendo o resultado mais próximo de 10, representado pelos animais mais tolerantes ao ambiente. A medida realizada às 13h00 determina o pico de temperatura retal no período.

5.3.3. Registro de parâmetros fisiológicos

No mesmo momento da colheita de dados de temperatura retal (com termômetros clínicos digitais, modelo: 29834.01, Incoterm, Brazil, precisão $\pm 0,2^\circ\text{C}$), também foram registradas a frequência respiratória (por contagem direta dos movimentos respiratórios) e taxa de sudção caracterizada pela perda de água transepidérmica (com uso do equipamento Vapometer®, Delfin Technologies Ltda., Finlândia).

O sangue foi recolhido da veia jugular em tubos secos mantidos em gelo. Logo após a colheita o sangue foi centrifugado à 1500 x g, à 4 °C, durante 15 minutos para obtenção do soro. O soro foi acondicionado em tubos e estocado a -20 °C e posteriormente enviado para um laboratório comercial para determinação do cortisol sanguíneo.

Para evitar o efeito da contenção manual sobre a frequência respiratória, esta foi realizada ainda na balança e a colheita de sangue foi a última ação devido seu alto grau de invasividade.

5.4. Fase 2 – Comportamento à pasto

Para criar os grupos experimentais para observação do comportamento foram utilizados os parâmetros de cor de pelagem e TCI e os animais foram distribuídos em 4 piquetes com 15 animais em cada, marcados individualmente com tinta atóxica (Tabela 3).

Tabela 3. Classificação das fêmeas ovinas experimentais de acordo com a cor de pelagem e tolerância ao calor individual.

Grupo	TC1				TC2				Total
	Cor 1	Cor 2	Cor 3	Cor 4	Cor 1	Cor 2	Cor 3	Cor 4	
1	2	2	2	2	1	2	3	1	15
2	2	4	1	1	1	3	1	2	15
3	1	4	1	1	1	4	2	1	15
4	1	3	1	1	3	4	1	1	15
Total	6	13	5	5	6	13	7	5	60

TC1 – animais menos tolerantes ao calor; TC2: animais mais tolerantes ao calor; Cor 1: malhada de preto e branco; Cor 2: preta; Cor 3: castanho ; Cor 4: malhada de branco e amarelo.

O comportamento foi registrado durante três dias consecutivos segundo a metodologia preconizada por Martin e Bateson (1993). Os parâmetros comportamentais foram observados pela amostragem focal individual com coleta por zero e um, com intervalo amostral de 5 minutos, por períodos contínuos de 12 horas (7h00 às 19h00). O etograma de trabalho com a descrição e definição de cada comportamento estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Etograma de trabalho para observação de comportamento de ovelhas à pasto.

Atividades	Descrição
Postura	
Em pé	Com os quatro apoios no chão
Deitado	Em decúbito lateral ou ventral
Posição	
Ao sol	Ao menos a cabeça ao sol
A sombra	Ao menos a cabeça na sombra das árvores ou do abrigo
Atividades	
Pastejar	Ingerindo/mastigando capim
Ruminar	Realizando movimentos de mastigação sem anterior bocado no capim
Ócio	Sem atividade aparente
Interação Positiva	Lamber, coçar (a si mesma ou a outra)
Interação negativa	Cabeçada, empurrada, encarada
Outras atividades	Beber água, lamber sal, interação externa, outros

5.5. Fase 3 – Organização Social

Para determinar a hierarquia do grupo experimental foram realizadas observações de comportamento por um período de três dias consecutivos desde o nascer do sol até o pôr do sol. A hierarquia foi atribuída pelo registro de todas as ocorrências dos comportamentos agonísticos (cabeçada, empurrar e encarar) entre as ovelhas, por observação direta com rota de amostragem do comportamento e registro contínuo (MARTIN, BATESON, 1993). Os animais foram observados por um período de 12 horas (das 07h00 às 19h00) por dois dias consecutivos. O grupo já estava habituado ao local e ao grupo há mais de um ano. Para cada interação foi identificado o emissor, receptor e o tipo do comportamento realizado pelo emissor e a contra resposta do receptor. A interação foi considerada agonística quando a ovelha receptora apresentou como contra reação uma resposta submissa sem revidar ao comportamento inicial.

A matriz binária de dominância foi construída baseada nas ocorrências das interações agonísticas identificando os indivíduos das linhas que dominam indivíduos das colunas (DE VRIES, 1995). O coeficiente de consistência de Kendall (K), com base

no número de tríades circulares (d), foi utilizado para testar a linearidade das relações de dominância, que deveriam ser significativamente mais fortes do que o esperado, em tentativa de organizar os indivíduos em uma hierarquia linear (APPLEBY, 1983; DE VRIES, 1998).

$$df = \frac{N(N-1)(N-2)}{(N-4)^2}$$

$$\chi^2 = \frac{8}{N-4} \left[\frac{N(N-1)(N-2)}{24} - d + 1/2 \right] + df$$

Onde:

$$d = \frac{N(N-1)(2N-1)}{12} - 1/2 \sum (S_i)^2$$

E K para número par de animais:

$$K = 1 - \frac{24d}{N^3 - 4N}$$

Para a divisão em três níveis de hierarquia foram atribuídos para cada ovelha dois valores: o valor A que foi a divisão entre o total de ocorrências de interações agonísticas em que a ovelha foi a dominante e o total de interações agonísticas em que a ovelha foi a submissa; e o valor B foi a divisão entre o total de animais dominados pelo total de animais possíveis de serem dominados. Para cada ovelha foi atribuído um valor final, a partir da somatória dos dois valores citados anteriormente, o qual foi utilizado para dividir as ovelhas entre três níveis de hierarquia (dominante, intermediário, subordinado), de acordo com a ordem decrescente dos valores finais (CALVIELLO, 2016; ECCLES; SHACKLETON, 1986).

Para a determinação dos graus de hierarquia foi utilizado o critério de análise da média e desvio padrão, sendo os “dominantes” os animais que apresentaram o valor total igual ou maior do que a média geral somado 1 desvio padrão, os “subordinados” que apresentaram valor total igual ou menor do que a média geral diminuído 1 desvio padrão, e os que não se enquadravam nestas duas categorias foram determinados “intermediários” (ECCLES; SHACKLETON, 1986, adaptado de SOARES, 2015).

Após análise dos dados foram determinados os 8 dominantes do grupo e estes foram separados em 4 lotes, cada qual com dois dominantes escolhidos de acordo com a análise de tolerância ao calor individual determinado após o teste no verão (Teste 1). Os animais considerados com alta tolerância ao calor individual foram os que apresentaram TCI igual ou acima de 1 desvio padrão (DP) da média e os considerados de baixa tolerância ao calor individual aqueles com TCI abaixo de 1 DP da média (adaptado de SOARES, 2015).

Assim, em cada lote foram alocados dois dominantes mais tolerantes e o restante dos animais do grupo seguiu a proporção de 50/50% de animais com alta e baixa tolerância ao calor conforme descrito na Tabela 5. Em relação à hierarquia a quantidade de animais intermediários e subordinados em cada um dos quatro grupos experimentais foi proporcional ao total de animais em cada casta.

Tabela 5. Distribuição de ovinos nos grupos experimentais para análise de comportamento à pasto de acordo com a tolerância ao calor individual (TCI) e nível hierárquico.

Piquete	Mais tolerantes			Menos tolerantes			Total de animais
	D	I	S	D	I	S	
1	2	4	2	0	4	2	14
2	2	5	2	0	4	2	15
3	2	4	2	0	4	2	14
4	2	4	2	0	5	2	15

D = dominante; I = intermediário; S = subordinado.

5.6. Parâmetros ambientais

Foram registrados os parâmetros meteorológicos dos locais experimentais para cada teste (Tabela 6): temperatura de globo negro (globotermômetro ao sol); temperaturas do ar (por termômetro digital); umidade relativa (higrômetro digital); velocidade do ar (anemômetro portátil digital). O Índice de Temperatura e Umidade (ITU) foi calculado pela fórmula (MARAI et al., 2007):

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

Tar é a temperatura do ar (temperatura de bulbo seco) em °C e UR é a umidade relativa dividida por 100 (UR%/100) e o resultado de ITU é caracterizado como: < 22,2 = ausência de estresse por calor; 22,2 a <23,3 = estresse por calor moderado; 23,3 a <25,6 = estresse por calor severo; ≥25,6 = estresse por calor extremo.

Tabela 6. Parâmetros meteorológicos médios seguidos de erro padrão médio nos dias experimentais de cada teste utilizado neste estudo com ovinos.

	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Teste 4
Período 1 (horas)	7h00-8h00	7h00-8h00	7h00-10h55	7h00-10h55
Temperatura do ar °C	20,2±0,89	23,8±1,18	23,9±0,25	25,7±0,16
TGN ao sol °C	18,1±0,20	26,3±0,26	24,6±0,26	28,11±0,19
UR%	55,2±1,07	48,5±1,12	68,3±0,48	81,1±0,27
Velocidade do ar m.s ⁻¹	1,52±0,25	0,22±0,14	2,27±0,19	0,73±0,11
ITU	22,8	22,3	23,0	25,0
Período 2 (horas)	13h00-14h00	13h00-14h00	11h00-15h55	11h00-15h55
Temperatura do ar °C	19,5±0,64	34,6±0,51	32,7±0,18	31,7±0,11
TGN ao sol °C	20,6±0,38	37,1±0,22	33,6±0,18	36,5±0,11
UR%	59,6±1,16	38,5±1,11	38,96±0,33	61,0±0,26
Velocidade do ar m.s ⁻¹	3,74±0,34	1,68±0,17	2,53±0,16	1,49±0,09
ITU	18,9	30,7	29,3	29,6
Período 3 (horas)	17h00-18h00	17h00-18h00	16h00-19h00	16h00-19h00
Temperatura do ar °C	16,0±1,04	24,9±0,44	31,4±0,27	27,3±0,26
TGN ao sol °C	18,6±0,38	36,7±0,24	31,8±0,28	30,3±0,31
UR%	62,5±1,32	62,1±1,53	40,9±0,39	74,2±0,48
Velocidade do ar m.s ⁻¹	1,14±0,24	0,30±0,16	0,12±0,09	1,60±0,19
ITU	15,8	23,7	28,3	42,3

Teste 1: Tolerância ao calor em dia de conforto térmico; Teste 2: Tolerância ao calor em dia de estresse por calor; Teste 3: Comportamento de hierarquia; Teste 4: Comportamento à pasto.

5.7. Análise dos resultados

Para avaliação da reatividade e dos parâmetros fisiológicos e hormonais procedeu-se à análise de variância e o procedimento para comparações múltiplas por PDIFF com os transformados. Os dados de reatividade sofreram transformação de escala para “arco-seno raiz de porcentagem para cada parâmetro comportamental” devido a distribuição não normal e para apresentação dos resultados os dados foram retornados à escala original (BANZATTO; KRONKA, 2006). Foi considerado animal em estrutura de medida repetida e efeito da cor de pelagem (Cor 1: malhada de preto com branco; Cor 2: preta; Cor 3: castanho; Cor 4: malhada de branco com amarelo) e da hora do dia (07h00, 13h00, 17h00) e suas interações.

Os parâmetros fisiológicos e hormonais foram utilizados em análises de correlação momento-produto de *Spearman*, frente aos parâmetros de reatividade, visando identificar as possíveis relações de causa-efeito entre os diferentes grupos de variáveis. Posteriormente, análises de regressão foram utilizadas, visando estabelecer as possíveis relações funcionais entre os escores de reatividade e os parâmetros fisiológicos/hormonais em investigação.

Para análise dos parâmetros fisiológicos e hormonais também foram realizadas análises de variância com efeito de animal estrutura de medida repetida e efeito da cor de pelagem (Cor 1: malhada de preto com branco; Cor 2: preta; Cor 3: castanho; Cor 4: malhada de branco com amarelo) e da hora do dia (07h00, 13h00, 17h00) e suas interações.

Foram realizadas análises descritivas para os Índices de Tolerância ao Calor (TCI). A partir destas análises foram estimados intervalos de confiança para os índices visando obter informações para caracterizar a melhor fórmula para estimativa do TCI. A partir desta escolha os animais foram divididos em dois grupos, sendo os animais considerados com alta tolerância ao calor individual os que apresentaram TCI igual ou acima de 1 desvio padrão (DP) da média e os considerados de baixa tolerância ao calor individual aqueles com TCI abaixo de 1 DP da média.

O modelo utilizado para a análise de comportamento, por se tratar de modelo não-linear, mas linearizável foi ajustado utilizando-se a teoria de modelos lineares generalizados proposta por Nelder e Wenderburn (1972), utilizando-se o procedimento GLIMMIX do software SAS. Desta maneira, o ajuste do modelo foi efetuado considerando que a distribuição dos resultados de cada variável de comportamento

estudada é binomial, a função de ligação foi incorporada aos estimadores dos efeitos fixos, preditores dos efeitos aleatórios e estimadores dos componentes de variância. Os resultados sofreram transformação de escala dos dados para “arco-seno raiz de porcentagem para cada parâmetro comportamental” e para apresentação dos resultados os dados foram retornados à escala original (BANZATTO; KRONKA, 2006).

Na análise da hierarquia a matriz binária de dominância foi construída baseada nas ocorrências das interações agonísticas identificando os indivíduos das linhas que dominam indivíduos das colunas (DE VRIES, 1995). O coeficiente de consistência Kendall de (K), com base no número de tríades circulares (d), foi utilizado para testar a linearidade das relações de dominância, que deveriam ser significativamente mais fortes do que o esperado, em tentativa de organizar os indivíduos em uma hierarquia linear (APPLEBY, 1983; DE VRIES, 1998). Para a determinação dos graus de hierarquia foi utilizado o critério de análise da média e desvio padrão, sendo os “dominantes” os animais que apresentaram o valor total igual ou maior do que a média geral somado 1 desvio padrão, os “subordinados” que apresentaram valor total igual ou menor do que a média geral diminuído 1 desvio padrão, e os que não se enquadravam nestas duas categorias foram determinados “intermediários”.

Para a análise dos parâmetros comportamentais à pasto (teste 4) de posição ao sol, postura em pé e atividades (pastejo, ruminação, ócio e outras), foram realizadas duas abordagens, sendo a primeira a que considerou-se o efeito de animal em estrutura de medida repetida e o efeito do período (Período 1: 07h00-10:55h; Período 2: 11:00-15:55h; Período 3: 16:00-19:00h), da tolerância ao calor (CT1: menos tolerantes; CT2: mais tolerantes) e da cor de pelagem (Cor 1: malhada de preto com branco; Cor 2: preta; Cor 3: castanho; Cor 4: malhada de branco com amarelo) e suas interações.

Na segunda abordagem, levando em conta a organização social, para análise dos mesmos parâmetros comportamentais considerou-se o efeito de animal em estrutura de medida repetida e o efeito do período (Período 1: 07h00-10h55; Período 2: 11h00-15h55; Período 3: 16h00-19h00), da tolerância ao calor (CT1: menos tolerantes; CT2: mais tolerantes) e da classe de hierarquia (dominantes x intermediário e subordinado).

Para determinar se os dias de repetição dentro de cada teste experimental foram semelhantes do ponto de vista meteorológico, os parâmetros foram analisados com efeito dos dias de repetição. Em todos os testes os dias foram semelhantes ($P > 0,05$), portanto foi utilizada a média dos dias para cada teste e não inserido o efeito dos parâmetros climáticos nos modelos estatísticos, apenas os períodos do dia.

Para todos os testes, em caso de resultados significativos ($P < 0,05$) para as fontes de variações avaliadas nas análises de variância anteriormente citadas, foi adotado como procedimento o Teste F com comparação múltipla por PDIFF. Todas as análises foram realizadas com auxílio do programa *Statistical Analysis System*®, versão 9.3 (SAS, 2016).

6. Resultados e Discussão

6.1. Fase 1 - Reatividade e Tolerância ao calor

A temperatura retal e a frequência respiratória, medidas utilizadas para determinar a tolerância ao calor dos animais, podem ser influenciadas pela reatividade dos animais durante o manejo (HENRY et al., 2010). Foram então realizadas correlações de Spearman entre todos os parâmetros de determinação da reatividade individual e parâmetros fisiológicos com o intuito de avaliar se a reatividade pode estar interferindo na resposta do teste de tolerância ao calor proposto.

No Teste 1, em dias de conforto térmico, a cor de pelagem não apresentou efeito sobre a reatividade e sobre os parâmetros fisiológicos temperatura retal, frequência respiratória, perda de água transepidermica e cortisol ($P>0,05$), porém, foi observado efeito sobre o horário de colheita ($P<0,05$), portanto, os dados de médias e correlação são apresentados para cada horário do teste e comparação de médias entre horários (Tabelas 7 a 11).

No Teste 1 os animais se encontravam em conforto térmico, evidenciado pelas temperaturas máximas do ar de 20,2°C. No horário inicial do teste, às 07h00 os parâmetros fisiológicos médios eram considerados normais, com TR de 37,9°C e FR de 35 mov.min⁻¹ (Tabela 7). Apesar disso, a máxima temperatura retal alcançou 40,0°C e a reatividade na movimentação na balança e saída da balança teve o escore 4 como máximo (Tabela 8), e assim, foi observada uma correlação positiva entre estes dois escores e a TR ($r^2= 0,32$ e $0,31$; $P<0,05$; Tabela 9).

A partir desta constatação pode-se afirmar que, apesar do horário das 07h00 ainda ter apresentado temperatura ambiente baixa, sem alterar o sistema termorregulador das ovelhas, há uma individualidade sobre a reatividade que pode influenciar no aumento da TR. Animais considerados previamente como “Nervosos” possuíam respostas termogênicas antecipadas quando comparados com ovelhas consideradas “calmas” (HENRY et al., 2010).

Esse resultado do Teste 1 observado em dias frios logo no início da manhã evidencia que o teste de tolerância ao calor pode ser comprometido pela reatividade individual. Concordando com este resultado, mesmo o valor médio do cortisol encontrado estando dentro do intervalo considerado sem estresse (STARLING et al., 2005), o valor máximo observado no horário das 07h00 h foi de 3,2 µg.dL⁻¹ (Tabela 8), mais de 109,15% maior do que a média (Tabela 7). Provavelmente essa grande

variação do cortisol tenha influenciado para a não existência de correlação entre este hormônio e os demais parâmetros avaliados ($P>0,05$). Outro motivo que pode ter ocasionado estes resultados é pelo fato de que a liberação do cortisol ocorre em média 20 minutos após o agente estressor, alcançando o pico em até 120 minutos (SILANIKOVE, 2000). No caso do presente estudo o tempo destinado para o manejo das colheitas de dados era de no máximo 25 minutos, ou seja, entre o primeiro e o último animal a ser analisado já poderia ocorrer aumento do cortisol relacionado com o tempo de espera dentro do curral, e não pela contenção em si. Neste caso, os animais que foram os últimos analisados podem ter contribuído para os valores máximos de cortisol encontrados, porém, os primeiros ainda não tinham iniciado a liberação hormonal pelo estresse pontual.

Tabela 7. Parâmetros fisiológicos e escores de reatividade em ovelhas submetidas ao manejo em teste de tolerância ao calor em dias com temperaturas do ar dentro da zona de conforto térmico.

	07h00	13h00	17h00h	P
Entrada	1,59 $\pm$ 0,084	1,68 $\pm$ 0,077	1,45 $\pm$ 0,065	0,26
Respiração	1,79 $\pm$ 0,051 ^a	1,94 $\pm$ 0,012 ^a	1,37 $\pm$ 0,017 ^b	0,0005
Vocalização	0,16 $\pm$ 0,049	0,11 $\pm$ 0,041	0,10 $\pm$ 0,039	0,864
Movimentação	2,74 $\pm$ 0,089 ^a	1,80 $\pm$ 0,111 ^b	1,57 $\pm$ 0,097 ^c	0,034
Saída	2,07 $\pm$ 0,121	1,91 $\pm$ 0,122	1,78 $\pm$ 0,116	0,577
FR	35 $\pm$ 1,39 ^b	43 $\pm$ 1,56 ^a	32,9 $\pm$ 1,21 ^b	<0,0001
Temperatura retal (°C)	37,86 $\pm$ 0,118 ^b	38,9 $\pm$ 0,06 ^a	39,1 $\pm$ 0,06 ^a	<0,0001
Cortisol (μ g.dL ⁻¹)	1,53 $\pm$ 0,383	-	-	-

FR = frequência respiratória em movimentos por minuto. Médias seguidas de letras minúsculas na mesma linha diferem entre si pelo teste F ($P<0,05$).

Tabela 8. Parâmetros fisiológicos e escores de reatividade mínimos e máximos em ovelhas submetidas ao manejo em teste de tolerância ao calor em dias com temperaturas do ar dentro da zona de conforto térmico.

	7h00		13h00		17h00	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Entrada	1	4	1	3	1	2
Respiração	1	2	2	2	1	2
Vocalização	0	1	0	1	0	1
Movimentação	1	4	1	4	1	4
Saída	1	4	1	4	1	4
FR	20	80	20	80	16	56
Temperatura retal (°C)	37,6	40,0	37,9	40,1	38,1	40,2
Cortisol ($\mu\text{g.dL}^{-1}$)	0,32	3,20	-	-	-	-

FR = frequência respiratória em movimentos por minuto

Tabela 9. Correlações entre parâmetros fisiológicos e escores de reatividade de ovelhas submetidas ao manejo em teste de tolerância ao calor no horário das 7 horas em dias com temperaturas do ar dentro da zona de conforto térmico.

	Entrada	FR	TR	Cort	Resp.	Vocal.	Mov.	Saída
Entrada		0,063	0,016	0,063	-0,100	-0,066	-0,043	0,076
FR	0,063		0,301*	0,096	0,056	-0,062	-0,052	0,216**
TR	0,016	0,301*		-0,055	0,122	0,032	0,321*	0,310*
Cortisol	0,063	0,096	-0,055		0,004	-0,066		
Resp.	-0,100	0,056	0,122	0,004		0,216	0,205	0,178
Vocal.	-0,066	-0,062	0,032	-0,066	0,216		0,169	-0,033
Mov.	-0,043	-0,052	0,321*	-0,043	0,205	0,169		0,327*
Saída	0,076	0,216**	0,310*	0,076	0,178	-0,033	0,327*	

P<0,05; **P<0,10; FR: frequência respiratória; TR: temperatura retal; Resp.: respiração; Vocal.: vocalização; Mov.: movimentação.

A equação de regressão ajustada para temperatura retal (TR) às 07h00 levou em consideração o escore de movimentação (mov), de saída e frequência respiratória (FR):

$$TR = 36,0 + 0,377 * \text{mov} + 0,153 * \text{saída} + 0,0240 * FR$$

No horário das 13h00 (Tabela 10) e das 17h00 (Tabela 11) não se observou relação entre a temperatura retal com os escores de reatividade ($P>0,05$), apenas uma correlação positiva entre o escore de movimentação e o de saída da balança ($r^2=0,501$ e $0,401$, às 13h00 e 17h00, respectivamente; $P<0,05$), movimentação e vocalização às 13h00 ($r^2=0,512$; $P<0,05$) e vocalização com respiração ($r^2=0,358$, $P<0,05$). Também existiu correlação positiva entre TR e FR às 13h00, relação apresentada na equação de regressão: $TR = 38,4 + 0,0124 * FR$

Tabela 10. Correlações entre parâmetros fisiológicos e escores de reatividade de ovelhas submetidas ao manejo em teste de tolerância ao calor no horário das 13 horas em dias com temperaturas do ar dentro da zona de conforto térmico.

	Entrada	FR	TR	Resp.	Vocal.	Mov.	Saída
Entrada		-0,198	0,015	0,150	0,019	0,238**	0,193
FR	-0,198		0,330*	-0,055	-0,089	-0,047	0,099
TR	0,015	0,330*		0,087	-0,036	0,088	-0,035
Resp.	0,150	-0,055	0,087		-0,358*	-0,183	-0,151
Vocal.	0,019	-0,089	-0,036	-0,358*		0,512*	0,199
Mov.	0,238**	-0,047	0,088	-0,183	0,512*		0,501*
Saída	0,193	0,099	-0,035	-0,151	0,199	0,501*	

$P<0,05$; ** $P<0,10$; FR: frequência respiratória; TR: temperatura retal; Resp.: respiração; Vocal.: vocalização; Mov.: movimentação.

Tabela 11. Correlações entre parâmetros fisiológicos e escores de reatividade de ovelhas submetidas a manejo em teste de tolerância ao calor no horário das 17 horas em dias com temperaturas do ar dentro da zona de conforto térmico.

	Entrada	FR	TR	Resp.	Vocal.	Mov.	Saída
Entrada		-0,094	-0,048	0,121	-0,084	0,204	0,152
FR	-0,094		0,218	0,070	0,038	0,178	0,150
TR	-0,048	0,218		-0,109	0,106	0,207	0,000
Resp.	0,121	0,070	-0,109		0,044	0,102	-0,033
Vocal.	-0,084	0,038	0,106	0,044		0,192	0,147
Mov.	0,204	0,178	0,207	0,102	0,192		0,401*
Saída	0,152	0,150	0,000	-0,033	0,147	0,401*	

$P<0,05$; ** $P<0,10$; FR: frequência respiratória; TR: temperatura retal; Resp.: respiração; Vocal.: vocalização; Mov.: movimentação.

O Teste 2 foi realizado em dias quentes, acima da zona de conforto térmico para ovinos, com temperaturas do ar variando de 24,9°C a 37,1°C (Tabela 6). A cor de pelagem não apresentou efeito sobre a reatividade ou parâmetros fisiológicos ($P>0,05$), apenas o horário de colheita ($P<0,05$). Para o escore de entrada a maior média foi observada no T1 (Tabela 12), semelhante à T2 ($P>0,05$), porém diferente de T0 ($P<0,05$). Apesar de o escore aumentar na segunda medida do dia, as médias estavam muito próximas, com escores variando entre 0 e 2 (Tabela 13). Para o escore de respiração e FR a média às 13h00 foi maior que nos outros dois horários ($P>0,05$). Esse resultado era esperado visto que o escore de respiração se baseia em intervalos de FR (Tabela 4). A temperatura retal subiu no T1 na hora mais quente do dia ($P<0,05$) e não voltou ao valor basal (T0) às 17h00 ($P>0,05$), mostrando que a ausência de sombra ao longo do dia é preocupante do ponto de vista da termorregulação. A dificuldade em reduzir a TR pode ocasionar ao ovino a diminuição da eficiência reprodutiva, queda no ganho de peso e efeitos adversos na saúde (SEJIAN et al., 2012). No caso do presente estudo, durante a noite a temperatura do ar diminuía para o intervalo de conforto térmico de ovinos, deste modo, a temperatura retal caía somente após o pôr do sol, e a noite foi suficiente para que os animais retornassem à temperatura normal pela manhã. Entretanto, nem sempre é observado este perfil climático, com diversas regiões apresentando elevadas temperaturas mesmo após a ausência de radiação solar, dificultando o animal em perder calor (McMANUS et al., 2016).

Tabela 12. Parâmetros fisiológicos e escores de reatividade de ovelhas submetidas ao manejo em teste de tolerância ao calor em dias com temperaturas do ar acima da zona de conforto térmico.

	07h00 (T0)	13h00 (T1)	17h00 (T2)	P
Entrada	1,35 ±0,251 ^b	1,69 ±0,086 ^a	1,40 ±0,069 ^{ab}	0,0035
Respiração	2,13 ±0,212 ^b	3,76 ±0,082 ^a	2,58 ±0,079 ^b	<0,0001
Vocalização	0,07 ±0,182	0,03 ±0,089	0,11 ±0,069	0,2740
Movimentação	1,47 ±0,256	1,49 ±0,056	1,45 ±0,80	0,1818
Saída	1,45 ±0,291	1,64 ±0,101	1,72 ±0,095	0,2839
FR	44 ±1,65 ^b	162 ±4,67 ^a	50 ±2,75 ^b	<0,0001
Temperatura retal (°C)	38,57 ±0,056 ^c	39,58 ±0,052 ^a	39,25 ±0,048 ^b	<0,0001
Cortisol (µg.dL ⁻¹)	3,3 ±0,22 ^a	2,6 ±0,14 ^b	2,1 ±0,14 ^c	<0,0001

FR = frequência respiratória em movimentos por minuto. Médias seguidas de letras minúsculas na mesma linha diferem entre si pelo teste F (P<0,05).

Tabela 13. Parâmetros fisiológicos e escores de reatividade mínimos e máximos em ovelhas submetidas ao manejo em teste de tolerância ao em dias com temperaturas do ar acima da zona de conforto térmico.

	07h00 (T0)		13h00 (T1)		17h00 (T2)	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Entrada	1	2	1	2	0	2
Respiração	2	3	2	4	1	2
Vocalização	0	1	0	1	2	3
Movimentação	1	3	1	3	0	1
Saída	1	3	1	3	1	3
FR	20	124	76	244	24	140
Temperatura retal (°C)	37,1	39,7	38,8	40	38,5	40,1
Cortisol (µg.dL ⁻¹)	0,85	3,27	0,72	5,61	0,70	3,64

FR = frequência respiratória em movimentos por minuto.

No horário das 07h00 foi observada resposta similar ao Teste 1, com correlação positiva entre TR e o escore de saída da balança ($r^2 = 0,210$, $P < 0,10$; Tabela 14). Entretanto, foi observada correlação desta vez negativa entre a TR e movimentação ($r^2 = -0,336$, $P < 0,05$). A movimentação na balança considerou que quanto mais parado o animal estivesse (escores 1 e 2), mais altas seriam as TRs. Neste caso, os animais

parados ou com movimentos lentos podem ser caracterizados como medrosos. Em equinos, por exemplo, um animal que é muito reativo pode expressar esta característica como *freezing*, ou seja, congela diante de um evento (CALVIELLO et al., 2016). Por outro lado, após o momento de medo o animal pode correr para fora da balança.

A FR apresentou correlações positivas com a TR, cortisol e respiração ($P < 0,05$; (Tabela 14). Alguns autores afirmam que durante o estresse os parâmetros fisiológicos em questão estão relacionados, bem como a resposta de medo e contato com seres humanos, portanto, quando um aumenta a tendência é observar um aumento nos outros também (BURDICK et al., 2010). Entretanto, o cortisol pode não manter essa relação, como foi observado nos horários das 13h00 e 17h00 (Tabela 15 e 16).

Tabela 14. Correlações entre parâmetros fisiológicos e escores de reatividade de ovelhas submetidas ao manejo em teste de tolerância ao calor no horário das 7 horas em dias com temperaturas do ar acima da zona de conforto térmico.

	Entrada	FR	TR	Cortisol	Resp	Voc	Mov	Saída
Entrada		0,002	0,120	0,198	0,016	0,222	-0,139	0,021
FR	0,002		0,433*	0,292*	0,444*	-0,054	-0,169	-0,005
TR	0,120	0,433*		0,208*	0,304*	0,048	-0,336*	0,210
Cortisol	0,198	0,292*	0,208*		0,183	0,074	-0,330*	0,090
Resp	0,016	0,444*	0,304*	0,183		-0,107	-0,178	-0,051
Voc	0,222**	-0,054	0,048	0,074	-0,107		0,149	0,226**
Mov	-0,139	-0,169	-0,336*	-0,330*	-0,178	0,149		0,062
Saída	0,021	-0,005	0,210**	0,090	-0,051	0,226**	0,062	

$P < 0,05$; ** $P < 0,10$; FR: frequência respiratória; TR: temperatura retal; Resp.: respiração; Vocal.: vocalização; Mov.: movimentação.

No horário das 13h00 (Tabela 15) foi observada correlação entre o parâmetro fisiológico TR com o escore de vocalização ($r^2=0,619$; $P < 0,05$), FR com entrada ($r^2=0,320$; $P < 0,05$) e FR com cortisol ($r^2=0,284$; $P < 0,05$) e entre os parâmetros de reatividade respiração e vocalização ($r^2=0,233$; $P < 0,10$) e respiração com entrada ($r^2=0,929$; $P < 0,05$). Na hora mais quente do dia o cortisol apresentou relação com a FR, porém não com a TR. Nota-se que numericamente a variação na concentração de cortisol às 13h00 foi bem grande, e a TR pequena, o que pode ter influenciado na correlação. Por outro lado, neste teste 2 os animais estavam expostos tanto ao estresse

do manejo quanto ao estresse térmico, portanto, a individualidade pode ter interferido na resposta do cortisol, assim como já mencionado anteriormente, o tempo entre o início do manejo e a colheita de sangue podem ter sido muito próximos em boa parte dos animais, não sendo possível observar valores elevados em todas as amostras.

Em estudo simulando repetitivamente a cada duas semanas o procedimento de tosquia, pesquisadores observaram que ovinos ainda apresentavam pico de cortisol após o procedimento, porém as concentrações plasmáticas de cortisol diminuía mais rapidamente às concentrações basais após quatro procedimentos seguidos (HARGREAVES; HUTSON, 1990). Todavia, apesar destes pesquisadores terem observado um pico após 10 minutos pós-tosquia, eles fizeram uma colheita de sangue com contenção manual dos animais 20 minutos antes, ou seja, esta contenção pode ter feito as vezes de estímulo pontual de estresse caracterizando o pico mais cedo. No mesmo estudo foi aplicado em outro momento o ACTH (hormônio adrenocorticotrófico), mostrando o pico de cortisol entre 20 e 30 minutos após aplicação.

A análise de cortisol precisa ser bem avaliada devido à diversos fatores que podem interferir no valor registrado, como o momento do estresse pontual, se o estresse pode ser caracterizado como crônico, e o tempo entre o início do agente estressor até o momento da colheita de sangue (CHACKLEY, 1996; TITTO et al., 2015)

Tabela 15. Correlações entre parâmetros fisiológicos e escores de reatividade de ovelhas submetidas ao manejo em teste de tolerância ao calor no horário das 13 horas em dias com temperaturas do ar acima da zona de conforto térmico.

	Entrada	FR	TR	Cortisol	Resp.	Vocal.	Mov.	Saída
Entrada		0,320	0,118	-0,049	0,292*	-0,037	-0,109	-0,156
FR	0,320*		-0,208	0,284*	0,414	-0,101	0,124	0,053
TR	0,118	-0,208		0,164	0,152	0,619*	-0,156	0,021
Cortisol	-0,049	0,284*	0,164		0,234*	-0,112	0,076	0,162
Resp.	0,292*	0,414*	0,152	0,234*		0,233**	-0,085	0,024
Vocal.	-0,037	-0,101	0,619*	-0,112	0,233**		0,096	0,116
Mov.	-0,109	0,124	-0,156	0,076	-0,085	0,096		0,161
Saída	-0,156	0,053	0,021	0,162	0,024	0,116	0,161	

P<0,05; **P<0,10; FR: frequência respiratória; TR: temperatura retal; Resp.: respiração; Vocal.: vocalização; Mov.: movimentação.

Às 17h00 a TR teve alta correlação positiva com a vocalização ($r^2=0,576$; $P<0,05$) e da vocalização com a respiração ($r^2 0,334$; $P<0,05$; Tabela 16). Mais uma vez, como já abordado anteriormente, o cortisol não apresentou correlação com a TR e neste horário também não se relacionou com a FR ($P>0,05$).

Tabela 16. Correlações entre parâmetros fisiológicos e escores de reatividade de ovelhas submetidas ao manejo em teste de tolerância ao calor no horário das 17 horas em dias com temperaturas do ar acima da zona de conforto térmico.

	Entrada	FR	TR	Cortisol	Resp.	Vocal.	Mov.	Saída
Entrada		-0,098	0,139	0,185	-0,028	0,126	-0,137	-0,052
FR	-0,098		-0,218**	0,018	-0,045	-0,220**	0,219**	-0,014
TR	0,139	-0,218**		0,112	0,086	0,576*	-0,138	-0,179
Cortisol	0,185	0,018	0,112		-0,074	-0,024	-0,124	0,209
Resp.	-0,028	0,445*	0,086	-0,074		0,334*	0,044	0,149
Vocal.	0,126	-0,220**	0,576*	-0,024	0,334*		-0,137	-0,052
Mov.	-0,137	0,219**	-0,138	-0,124	0,044	-0,137		0,092
Saída	-0,052	-0,014	-0,179	0,209	0,149	-0,052	0,092	

$P<0,05$; ** $P<0,10$; FR: frequência respiratória; TR: temperatura retal; Resp.: respiração; Vocal.: vocalização; Mov.: movimentação.

6.1.1. Adaptação do Teste de Tolerância ao Calor

Como houve respostas diferentes para os Testes 1 e 2 nos diferentes horários, com correlações positivas e negativas entre temperatura retal e escore de movimentação na balança, e também observou-se que há uma variação individual grande entre a reatividade que pode influenciar ou não o aumento da TR. Por estes motivos optou-se por modificar a fórmula do Teste de Tolerância ao calor e alterar a temperatura basal (T_0) para a média do grupo de animais que realizaram o teste no mesmo dia ao invés de utilizar a equação de regressão para ajuste da TR no Teste de Tolerância ao Calor.

Alguns índices de tolerância ao calor utilizam como T_0 um valor padrão para a espécie, como os testes de Benezra (1954) e de Rhoad (1944) ou Ibéria para bovinos e adaptado para ovinos (McMANUS et al., 2015). Entretanto, cada um deles foi elaborado em determinado ambiente térmico com uma raça ou padrão genético específico. Desta

forma, se basear em uma temperatura retal basal passa a ser um problema, visto que a TR de ovinos mestiços Dorper x Santa Inês são mais baixas do que ovinos de raças lanadas de clima temperado e por serem mestiços podem ter variações tanto para mais como para menos. Trabalhos publicados com ovinos mestiços em sua maioria diferem no ambiente térmico ou nas raças utilizadas, como apresentado em duas boas revisões por Marai et al. (2007) e McManus et al. (2011a).

Durante o Teste 2 de tolerância ao calor os dias foram considerados estressantes, com temperaturas do ar acima da zona termoneutra de ovinos, caracterizados pelo Índice de Temperatura e Umidade (Tabela 6) de 30,7 na hora de exposição ao sol, considerado estresse extremo (MARAI et al., 2007).

Os animais ficaram todo o dia em piquete sem acesso à sombra e pôde-se observar um aumento nos parâmetros fisiológicos às 13h00 para temperatura retal, frequência respiratória e perda de água transepidermica ($P < 0,05$; Tabela 17). Entretanto, apenas a frequência respiratória alcançou valores próximos ao inicial às 17h00 ($P > 0,05$). Tanto TR quanto PAT ainda se encontravam acima do valor às 7h00, evidenciando que os animais não conseguiram perder todo o calor adquirido ao longo do dia em exposição direta ao sol e que ainda continuavam a perder calor por sudação.

Tabela 17. Médias seguidas de erro padrão médio das variáveis fisiológicas e hormonais e tolerância ao calor (TC) durante a exposição de ovelhas ao dia quente, com temperatura do ar variando entre 23,8 e 34,6°C.

	7h00 (T0)	13h00 (T1)	17h00 (T2)
Temperatura retal (°C)	38,57 $\pm$ 0,056 ^c	39,58 $\pm$ 0,052 ^a	39,25 $\pm$ 0,048 ^b
Frequência respiratória (mov.min ⁻¹)	44 $\pm$ 1,65 ^b	162 $\pm$ 4,67 ^a	50 $\pm$ 2,75 ^b
Cortisol (μ g.dL ⁻¹)	3,3 $\pm$ 0,219 ^a	2,6 $\pm$ 0,14 ^b	2,1 c $\pm$ 0,14 ^c
PAT (g.m ⁻² .h ⁻¹)	141,9 $\pm$ 8,95 ^c	525,3 $\pm$ 41,69 ^a	333,6 $\pm$ 21,12 ^b

PAT: perda de água transepidermica. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem por PDIFF a 5%

A primeira resposta fisiológica iniciada para perda de calor é a vasodilatação periférica e vasoconstrição dos vasos que suprem os órgãos internos. Neste momento, o aumento da taxa de sudação eleva a perda de calor pela pele (BEATTY et al., 2008). Entretanto, observa-se que os ovinos têm também um grande aumento da frequência respiratória como forma de termorregulação. Neiva et al. (2004) e Cezar et al. (2004)

observaram, em ovinos Santa Inês mantidos ao sol no turno vespertino, em temperatura ambiente de 32 e 33,2 °C valores de 91 e 115,4 movimentos.minuto⁻¹, respectivamente, que indicam que a exposição direta à radiação solar impõe ao animal maior esforço fisiológico para manutenção da homeotermia. No presente estudo foram encontrados valores 40% mais altos às 13h00.

Provavelmente, na hora mais quente do dia, com alta radiação solar, a perda de calor cutânea não é suficiente para manter a temperatura corporal estável e é necessário iniciar uma perda de calor adicional pelo ofego. Por outro lado, às 17h00, quando a radiação solar já era quase inexistente devido o pôr do sol, a frequência respiratória atinge um valor próximo do valor basal, mas tanto a temperatura retal quanto a PAT ainda estão acima deste valor, evidenciando o processo fisiológico da sudação. A respiração acelerada e contínua por várias horas pode interferir na ingestão de alimentos e ruminação, podendo afetar o desempenho do animal e posteriormente na reprodução (McDOWELL, 1989; MARAI et al., 2007).

Entretanto, altas frequências respiratórias não significam necessariamente que o animal está em estresse térmico, ou seja, se a frequência respiratória estiver alta, mas o animal foi eficiente em eliminar calor, mantendo a homeotermia, pode não ocorrer estresse calórico. Isso é variável de ambiente para ambiente, dependendo da eficácia dos mecanismos de calor sensível (condução, convecção e radiação), pois, se estes não são eficazes, o organismo animal utiliza mecanismos de dissipação de calor insensível, como a sudorese e/ou frequência respiratória, para manter a homeotermia. Apesar do ofego ser a principal forma de perda de calor evaporativa em ovinos (THWAITES, 1985), no caso do presente estudo a perda de água transepidermica foi elevada, permanecendo ainda alta ao final do dia, caracterizando a existência ainda de perda de calor pela sudação, com importante papel na termorregulação de ovinos sem velo (SIQUEIRA; FERNANDES; MARIA, 1993), e mais eficiente, com gasto energético nulo (MCDOWELL, 1989).

Para avaliação do cortisol sanguíneo inicialmente foi determinado um valor basal em colheita no horário das 07h00 em dia com temperatura de conforto térmico para ovinos (Teste 1) obtendo-se média de 1,53 ±0,16 µg.dL⁻¹ (Tabela 7). Este valor está dentro do considerado normal para ovinos em condição não estressante, entre 0,6 e 1,4 µg.dL⁻¹ (STARLING et al., 2005; LEME et al., 2013; HENRIQUE et al., 2014).

Nos dias experimentais do Teste 2 observou-se um valor inicial de cortisol acima do considerado normal, de 3,26 µg.dL⁻¹, e uma diminuição ao longo do dia, porém ainda

com valor acima do normal de $2,04 \mu\text{g.dL}^{-1}$ às 17h00 ($P < 0,05$; Tabela 17). O valor das 07h00 pode ser avaliado como estresse do manejo ligado à reatividade, visto que a temperatura ambiente ainda estava abaixo dos 24°C . Foi observada correlação negativa entre o cortisol e a movimentação na balança ($r^2 = -0,33$; $P > 0,05$), resposta semelhante à ocorrida com a TR, evidenciando, portanto, o animal parado e talvez com medo no primeiro contato humano do dia.

Nos outros dois horários do teste não se observaram correlações significativas ($P > 0,05$) com a reatividade, portanto pode-se atribuir os valores um pouco acima do basal a um estresse por calor devido à ausência de sombra no local onde se encontravam as ovelhas. Quando em estresse calórico agudo os animais apresentam maiores concentrações de cortisol (CHRISTISON; JOHNSON, 1972; WISE et al., 1988), porém pode haver diminuição desses níveis durante o estresse crônico (RONCHI et al., 2001), o que pode ter ocorrido neste estudo devido a ausência total de sombra e altas temperaturas do ar.

Como a temperatura retal é o parâmetro fisiológico para medir a tolerância ao calor de um animal (TITTO et al., 2011) e devido o efeito observado da reatividade sobre a temperatura retal buscou-se ajustar a fórmula para minimizar o erro experimental. Desta forma, para determinar a tolerância ao calor individual (TCI) das ovelhas foi usada a seguinte equação:

$$CT = 10 - (T2 - \bar{x}T0) \text{ onde:}$$

o valor de $\bar{x}T0$ foi de $38,2^\circ\text{C}$ determinado pela média basal dos animais experimentais. Esse valor basal foi determinado a partir da média de temperaturas retais no primeiro horário da manhã, horário que apresentou a maior correlação entre a reatividade e a temperatura ($T0$; 7h00).

Para validar esta nova fórmula, ela e a proposta inicialmente neste estudo foram utilizadas e confrontadas a partir dos intervalos de confiança para determinação da melhor forma de cálculo da tolerância ao calor individual (Tabela 18).

Tabela 18. Avaliação de fórmulas de determinação da tolerância ao calor individual a partir da temperatura retal durante teste de Tolerância ao Calor com exposição ao sol das 7h00 às 17h00.

Parâmetros TC	Fórmula $10 - (T_2 - T_0)$	Fórmula $10 - (T_2 - \bar{x} T_0)$
Média	8,78	8,77
Desvio padrão	0,565	0,242
CT1 menos tolerante (média)	$\leq 8,22$	$\leq 8,57$
CT2 mais tolerante (média)	$\geq 9,35$	$\geq 9,01$
Erro padrão	0,015	0,010
Intervalo de Confiança	0,1537	0,0656
Probabilidade	84,60%	93,40%

CT1 = 1 desvio padrão abaixo da média; CT2 = 1 desvio padrão acima de média; T0 = temperatura retal às 7h00; T2 = temperatura retal às 17h00.

Utilizando a fórmula adaptada com a média de TR para o T0, existem 93,4% de probabilidade de que o cálculo do TCI de experimentos futuros envolva o valor verdadeiro do parâmetro da população (Tabela 18). Já a fórmula anterior, que se utiliza de cada valor basal para o cálculo, mostrou probabilidade menor, de 84,6%. Apesar das médias serem muito próximas o intervalo de confiança e a probabilidade evidenciam a melhor adaptação da fórmula proposta.

Desta forma, a média de tolerância ao calor no Teste 2 (estresse por calor) foi de $8,77 \pm 0,01$ e os animais considerados com alta tolerância ao calor individual foram os que apresentaram TCI igual ou acima de 9,01 (1 DP acima da média) e os considerados de baixa tolerância ao calor individual aqueles com TCI abaixo de 8,53 (1 DP abaixo da média) (Tabela 19).

Tabela 19. Tolerância ao calor individual (TC) determinada pelos valores de temperatura retal.

	Mais tolerantes	Menos tolerantes	P
TC máxima	9,9	8,57	<0,001
TC mínima	8,8	7,7	<0,001
TC média	9,38	8,18	<0,001

TC = $10 - (T_2 - T_0)$; onde T0 = 38,2 °C e T2 = temperatura retal às 17h00 h após 10 horas ao sol.

Os maiores valores encontrados neste trabalho são semelhantes aos observados por Titto et al. (2016) e Veríssimo et al. (2009), porém foram também encontrados valores mais baixos, caracterizados como média e baixa tolerância ao calor.

A capacidade do animal de resistir aos rigores do estresse calórico tem sido avaliada fisiologicamente por alterações na temperatura retal e frequência respiratória. É suficiente 1°C de aumento de temperatura corporal, para promover alterações detectáveis, em vários processos fisiológicos, inclusive do sistema digestivo (BIANCA, 1965).

A partir desta classificação as diferentes cores de pelagem foram comparadas a fim de se estabelecer se esta característica influencia a tolerância ao calor individual (Tabela 20). Não foi encontrada diferença entre os animais de cores distintas ($P=0,22$), todavia houve interação entre cor de pelagem e TC ($P=0,034$), então, dentro de cada cor foram determinados animais mais e menos tolerantes. Entende-se então que, no caso do presente estudo, a tolerância ao calor independe da cor de pelagem em ovinos.

Um estudo na região Central do Brasil apontou que ovinos Santa Inês com pelagem escura possuem maior absorção da radiação térmica e por este motivo são mais susceptíveis ao estresse por calor comparados aos animais de pelagem clara (McMANUS et al., 2009), e ovinos castanhos mostraram a menor adaptação ao calor (McMANUS et al., 2011b). Entretanto, outros estudos desenvolvidos durante o verão na região central de São Paulo não mostraram alteração na adaptação ao calor em relação às diferentes cores de pelagem na raça Santa Inês (VERÍSSIMO et al., 2009; TITTO et al., 2016).

A diferente relação entre absorbância e transmitância entre as cores claras e escuras pode explicar porque nem sempre a coloração escura é a menos tolerante ao calor. A baixa transmitância permite que o calor radiante seja absorvido apenas na superfície externa. Assim, este calor absorvido é rapidamente removido por convecção com menos interferência na epiderme. Por outro lado, isso pode ser explicado pela pele e pelo pigmentado observado nesta raça, que protege a pele contra a radiação ultravioleta (SJAASTAD, HOVE; SAND, 2010).

O grau de sangue também pode interferir na resposta de tolerância ao calor. Em ovinos lanados, a principal forma de termólise é a evaporação respiratória devido à lã que impede a perda de calor por sudação (ALHIDARY et al., 2012; GEBREMEDHIN; NI; HILLMAN, 1997). Por outro lado, alguns estudos mostram que a tosquia pode reduzir a

temperatura corporal, frequência respiratória e consequentemente aumentar a tolerância ao calor (AL-RAMAMNEH; GERKEN; RIEK, 2011; SIQUEIRA; FERNANDES; MARIA, 1993). Entretanto, outro estudo mostrou que mesmo tosquiados, ovinos de raças lanadas não alcançaram a resposta térmica semelhante às raças deslanadas quando expostas ao sol (TITTO et al., 2016).

No presente estudo, os ovinos eram mestiços Dorper x Santa Inês, e a raça Dorper é considerada semi-lanada, ou seja, pode ter termólise semelhante à um ovino lanado. Por outro lado, em trabalho com investigação de estrutura genética a partir de similaridade molecular de DNA, os autores concluem que a raça Santa Inês é o resultado de cruzamentos entre raças lanadas e deslanadas (PAIVA et al., 2005). Portanto, é possível observar diferenças na tolerância ao calor individual em ovinos mestiços e com diferentes cores de pelagem, mostrando que a cor não pode por si só explicar a eficiência no ganho e perda de calor.

Tabela 20. Médias e erro-padrão da tolerância ao calor (TC) de ovelhas mestiças com diferentes colorações de pelame.

Cor	TC 1	TC 2	P<
Malhada de preto e branco	8,65 $\pm$ 0,10	9,0 $\pm$ 0,088	0,05
Preta	8,45 $\pm$ 0,047	9,9 $\pm$ 0,049	0,05
Castanho	8,60 $\pm$ 0,078	9,0 $\pm$ 0,066	0,05
Malhada de branco e amarelo	8,53 $\pm$ 0,101	9,1 $\pm$ 0,101	0,05
Média	8,57	9,02	<0,0001

TC1: menos tolerantes ao calor; TC2: mais tolerantes ao calor

6.2. Fase 2 – Comportamento à pasto

O comportamento das fêmeas ovinas foi observado do nascer ao por do sol. Optou-se pela observação apenas no período diurno, pois nosso objetivo era identificar as atividades de pastejo e a permanência ao sol. Em experimento prévio de 24 horas de observação, a maior frequência de pastejo ocorreu no período diurno até às 17h30 e a noite e madrugada as atividades de ruminação e ócio foram mais presentes

(CALVIELLO et al., 2013). Desta forma, a observação diurna foi suficiente para identificar os comportamentos escolhidos.

Em relação aos períodos do dia, tanto a postura em pé, quanto a permanência ao sol e o comportamento de pastejo foram maiores no P3, seguida das médias no P1 e menores no P2 ($P < 0,05$; Tabela 21 e 22), período este que apresentou as maiores médias do dia para temperatura do ar, temperatura de globo negro e ITU (Tabela 6). Os três parâmetros estão intimamente ligados, pois no momento do pastejo o animal precisa estar em pé e ao sol, visto que a sombra era provida pelo abrigo de telhas de fibrocimento, onde não havia crescimento de capim.

Apesar do alto valor de ITU tanto de manhã quanto no final do dia, a temperatura de globo negro ao sol era de $28,11 \pm 0,19$ °C e $30,3 \pm 0,31$ °C respectivamente, pelo menos 6 graus abaixo da encontrada no P2. Entretanto, a alta umidade relativa (74,2 a 81,1%), tanto pela manhã como pelo final de tarde, contribuiu para ITU de alto valor, considerado como estresse extremo por calor (MARAI et al., 2007). Mesmo assim, as ovelhas saíram da sombra para pastar, principalmente após as 16h00, mostrando que após o período de permanência à sombra no P2 os ovinos realizaram a perda de calor necessária para poder voltar a pastar. Comportamento semelhante foi observado em bovinos da raça Simental, que permaneciam sob a sombra artificial entre 10h30 e 15h00 e posteriormente saíam da sombra para pastar ao sol (TITTO et al., 2011).

O uso de sombra como abrigo é uma forma efetiva para os animais perderem calor e regularem sua temperatura corporal. Entretanto, em trabalhos mais antigos era comum se pensar que, em animais mantidos em pastagem, este comportamento por vezes podia se tornar improdutivo, pois o uso prolongado da sombra diminui o tempo de pastejo diário (BENNET, FINCH, HOLMES, 1985). Todavia, estudos mais recentes apontam para a real necessidade da provisão de sombra para animais à pasto, como em trabalhos com bovinos de leite (TUCKER; ROGERS; SCHÜTZ, 2008; SCHÜTZ et al., 2010) e bovinos de corte (TITTO et al., 2011; Van LAER et al., 2015) e ovinos (JOHNSON, 1987; CALVIELLO et al., 2013).

Tabela 21. Frequência de postura em pé, permanência ao sol e atividades diárias das 7h00 às 19h00 em ovinos à pasto com acesso à sombra artificial.

	Período 1			Período 2			Período 3		
	CT1	CT2	P	CT1	CT2	P	CT1	CT2	P
Postura em pé									
cor 1	55,5BCb	56,8Ab	NS	43,6ABc	42,0ABc	NS	86,0Aa	90,7Aa	NS
cor 2	53,9Cb	55,5Ab	NS	37,1Cc	38,6Bc	NS	84,8Aa	83,1BCa	NS
cor 3	57,8Bb	54,5Ab	NS	39,0BCc	39,4ABc	NS	86,9Aa	80,6Ca	*
cor 4	66,7Ab	56,9Ab	*	48,4Ac	44,2Ac	NS	87,2Aa	87,9ABa	NS
Permanência ao sol									
cor 1	30,9Ab	43,8Ab	*	18,2Ac	33,5Ac	*	55,9Aa	61,1Ba	NS
cor 2	26,3Bb	31,5Bb	*	17,3Ac	21,1Bc	*	57,1Aa	57,7Ba	NS
cor 3	28,8ABb	28,9Bb	NS	19,3Ab	24,6Bc	*	57,4Aa	56,7Ba	NS
cor 4	21,9Cb	44,4Ab	*	18,2Ab	36,6Ac	*	46,1Ba	71,9Aa	*
Atividade de Pastejo									
cor 1	42,6Ab	49,4Ab	*	18,4Ac	31,4Ac	*	76,2Aa	86,8Aa	*
cor 2	39,7Ab	38,5Bb	NS	20,0Ac	18,4Bc	NS	76,7Aa	75,3Ba	NS
cor 3	40,9Ab	37,6Bb	NS	21,5Ac	23,4Ac	NS	76,6Aa	67,0Ca	*
cor 4	30,0Bb	49,3Ab	*	15,5Bc	27,1Ac	*	59,6Ba	83,3Aa	*
Atividade de Ruminação									
cor 1	10,8Ab	5,4Bb	*	21,0Aba	17,0Ba	*	3,9Ac	3,2Ab	NS
cor 2	8,3Ab	6,6Bb	NS	18,4Ba	19,4Ba	NS	3,2Ac	3,5Bc	NS
cor 3	10,3Ab	11,4Ab	NS	22,5Aa	22,2Aa	NS	5,9Ac	6,4Ac	NS
cor 4	8,9Ab	9,6Ab	NS	18,4Ba	24,1Aa	*	6,3Ab	5,6ABb	NS
Atividade de Ócio									
cor 1	44,0Cb	43,5Ca	NS	53,6Aba	45,5BCa	*	18,5Ac	8,7Cb	*
cor 2	49,9Ab	52,9Ab	*	56,9Aa	56,8Aa	NS	19,3Ac	19,7Bc	NS
cor 3	45,8Ca	48,3Ba	NS	49,8Ba	49,9Ba	NS	16,6Ab	23,9Ab	*
cor 4	46,1Ba	40,2Ca	*	42,7Ca	43,1Ca	NS	22,9Ab	8,7Cb	*
Outras Atividades									
cor 1	2,6Bb	1,7Ab	NS	7Ba	6,1Aa	NS	1,4Bb	1,3Ab	NS
cor 2	2,1Bb	2,1Ab	NS	4,8Ba	5,4Aa	*	0,7Bc	1,5Ab	NS
cor 3	3Ba	2,8Aa	NS	6,2Ba	4,5Aa	NS	0,8Bb	2,7Aa	NS
cor 4	15Ab	0,9Ac	NS	23,4Aa	5,8Aa	*	11,2Ab	2,4Ab	*

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna diferem entre cores de pelagem dentro de cada parâmetro; Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha diferem entre períodos dentro de cor de pelagem e CT; P difere entre CT dentro de período e cor de pelagem, sendo * = $P < 0,05$ e NS = não significativo. Comparação por PDIF a 5% de probabilidade. Cor 1: malhada de preto com branco; Cor 2: preta; Cor 3: castanho; Cor 4: malhada de branco com amarelo. Período 1: das 07h00 às 10h55; Período 2: das 11h00 às 15h55; Período 3: das 16h00 às 19h00. CT1: animais de menor tolerância ao calor; CT2: animais de maior tolerância ao calor.

Sobre a relação entre a tolerância ao calor e a permanência ao sol, nota-se que nas horas mais quentes do dia (P2) os animais considerados menos tolerantes (CT1) passaram menos tempo ao sol ($P < 0,05$) independentemente da cor de pelagem ($P > 0,05$). Por outro lado, os animais mais tolerantes (CT2) passaram maior tempo ao sol e dentro desse grupo os malhados (cores 1 e 4) foram os que apresentaram maiores médias ($P < 0,05$). Para o comportamento de pastejo, também em relação ao P2, nas cores preta e castanha, a tolerância ao calor não influenciou no tempo de pastejo, porém houve diferença dentro de nível de tolerância ao calor quando comparadas as cores de pelagem ($P < 0,05$; Tabela 21). Os animais nas cores malhadas (cor 1 e cor 4) e considerados menos tolerantes pastaram menos tempo ($P < 0,05$) do que animais mais tolerantes, todavia, dentro da categoria de mais tolerantes, os animais claros ou castanhos foram os que pastejaram maior tempo ($P < 0,05$) em comparação aos ovinos pretos.

Mesmo tendo passado entre 30 e 50% das horas da manhã em pastejo, observou-se uma predominância do tempo em ócio no P2 em comparação à atividade de ruminação e também entre todas as outras atividades. Durante a ruminação o ofego tende a cessar e desta forma interfere negativamente no principal mecanismo de perda de calor (ALAM et al., 2011). Por outro lado, durante um estresse severo por calor a ruminação pode cessar efetivamente, com queda de até 24%, contribuindo para o aumento de problemas de inanição (ALAM et al., 2011). Outros autores observaram que esta redução no tempo de ruminação pode ser compensada com o aumento no número de vezes que o ovino realiza a mastigação, que pode estar relacionado com a eficiência de alimentação por hora (HIRAYAMA et al., 2000). Este parâmetro de mastigação poderia ser implementado durante um experimento deste formato, para entendermos um pouco melhor a relação entre o estresse por calor, ofego e ruminação.

As relações entre permanência ao sol e tolerância ao calor já foram estabelecidas em bovinos (TITTO et al., 2011) em estudo semelhante, onde foi encontrado que animais com maior índice de tolerância ao calor eram os que permaneciam mais tempo pastando e ao sol. Em ovinos, há variação individual que pode influenciar nos padrões de adaptação térmica quando o sombreamento é opcional (JOHNSON, 1987). Neste estudo em ovinos da raça Merino o autor indica uma possível relação entre a preferência de sombreamento e os requisitos de alimentos e água, e sugere que os padrões de comportamento de busca por sombreamento também podem estar associados a diferenças na adaptação nutricional. O Teste de Tolerância ao Calor mostrou que há

diferentes níveis de tolerância entre os animais de cores de pelagem distintas no presente estudo, e esta característica pode então interferir na busca pela sombra ao longo do dia e no menor tempo de pastejo.

Tabela 22. Erro padrão médio de frequência de postura em pé, permanência ao sol e atividades diárias das 7h00 às 19h00 em ovinos à pasto com acesso à sombreamento artificial.

	Período 1		Período 2		Período 3	
	CT1	CT2	CT1	CT2	CT1	CT2
Postura em pé						
cor 1	2,40	2,06	2,15	1,85	2,05	1,49
cor 2	1,08	1,13	0,99	0,10	0,98	1,07
cor 3	1,81	1,44	1,64	1,31	1,53	1,42
cor 4	2,08	2,39	1,76	2,13	1,70	1,93
Permanência ao sol						
cor 1	1,86	1,97	1,99	1,85	2,94	2,51
cor 2	0,84	0,94	0,88	0,96	1,35	1,40
cor 3	1,96	1,16	1,50	1,19	2,24	1,78
cor 4	1,61	2,32	1,54	2,14	2,55	2,65
Atividade de Pastejo						
cor 1	1,87	1,94	2,14	1,86	2,50	1,74
cor 2	0,89	0,89	0,98	1,01	1,15	1,22
cor 3	1,52	1,24	1,63	1,27	1,92	1,69
cor 4	1,51	2,14	1,71	2,15	2,51	2,19
Atividade de Ruminação						
cor 1	1,96	1,56	1,34	0,84	1,13	0,90
cor 2	0,86	0,91	0,55	0,51	0,48	0,52
cor 3	1,55	1,22	1,01	0,83	1,07	0,87
cor 4	1,62	2,06	1,06	1,27	1,24	1,35
Atividade de Ôcio						
cor 1	2,41	2,08	2,14	1,85	2,30	1,45
cor 2	1,10	1,15	0,99	1,03	0,11	1,13
cor 3	1,85	1,47	1,65	1,31	1,68	1,53
cor 4	2,06	2,38	1,86	2,11	2,15	1,66
Outras Atividades						
cor 1	0,61	0,45	0,34	0,26	0,60	0,69
cor 2	0,30	0,37	0,60	0,25	0,59	0,52
cor 3	0,68	0,38	0,15	0,14	0,50	0,60
cor 4	1,86	0,69	1,06	0,10	1,42	0,71

Cor 1: malhada de preto com branco; Cor 2: preta; Cor 3: castanho; Cor 4: malhada de branco com amarelo. Período 1: das 07h00 às 10h55; Período 2: das 11h00 às 15h55; Período 3: das 16h00 às 19h00. CT1: animais de menor tolerância ao calor; CT2: animais de maior tolerância ao calor.

6.3. Fase 3 - Organização Social

Outra hipótese colocada neste estudo era de que a organização social poderia também interferir nas atividades diárias. Um estudo prévio com ovinos mostrou o efeito da hierarquia na disputa pela sombra (SHERWIN; JOHNSON, 1987). Sua hipótese apontava para que diferenças individuais na busca pela sombra pudessem ser ou por conta de diferenças nas capacidades termorreguladoras ou pela influência de fatores sociais. Os autores concluíram que era por conta da disputa pela sombra que havia diferenças no tempo de uso da mesma. Neste caso, a área disponível de sombra era de 0,5 m² por cabeça, já no presente estudo a área foi três vezes maior, de 1,5 m² por cabeça. Desta forma, pensou-se que a disputa seria baixa, já que todos os animais ficavam sob a sombra de forma confortável. Então, incluiu-se o fator tolerância ao calor no estudo, de forma a identificar diferenças no comportamento de permanência ao sol de animais mais ou menos tolerantes ao calor, índice determinado após o Teste de Tolerância ao Calor já apresentado, e dos três níveis de hierarquia dentro do grupo social.

6.3.1. Comportamento de hierarquia

A hierarquia de cada ovelha foi baseada no número total de interações agonísticas que provocaram resposta submissa por parte do receptor da interação. Essas interações totalizaram 287 ocorrências ao longo dos dois períodos de observação, desse total 38,33% foram empurradas, 30,66% cabeçadas e 4,18% foram encaradas.

A matriz de dominância das ovelhas foi construída baseada em todas as ocorrências das interações agonísticas entre os indivíduos das linhas que provocaram uma resposta submissa nos indivíduos das colunas.

O número de tríades circulares (d) foi igual a 6962, χ^2 igual a 292,97 e o coeficiente de K foi de 0,226, indicando a linearidade das relações de dominância entre as ovelhas ($P < 0,001$) (APPLEBY, 1983; FISHER; YATES, 1963). Portanto, foi adotada a divisão dos animais em três níveis de hierarquia: dominantes, intermediárias e subordinadas (ECCLES; SHACKLETON, 1986). São apresentados os valores atribuídos

aos oito mais dominantes e as médias para os intermediários e subordinados (Tabela 23).

Tabela 23. Valores atribuídos para cada ovelha dominante e médias para as ovelhas intermediárias (I) e subordinadas (S) em razão dos animais dominados utilizados para a determinação de seu nível de hierarquia.

Ovelha	Dominados	Valor A	Valor B	Valor Final	Nível de hierarquia
#64	8	9	0,235	9,24	Dominante
#58	13	7	0,382	7,38	Dominante
#68	15	4	0,441	4,44	Dominante
#30	4	4	0,11	4,12	Dominante
#6	3	3	0,088	3,09	Dominante
#12	7	2	0,206	2,21	Dominante
#51	5	2	0,147	2,15	Dominante
#54	8	1,83	0,235	2,07	Dominante
Média I	3,9	1,03	0,12	1,38	Intermediário
Média S	1,7	0,25	0,049	0,30	Subordinado

Valor A: divisão entre o total de ocorrências de interações agonísticas em que a ovelha foi a dominante e o total de interações agonísticas em que a ovelha foi a submissa; Valor B: divisão entre o total de animais dominados pelo total de animais possíveis de serem dominados; Valor final: A + B. Adaptado de Calviello (2016).

6.3.2. Organização Social *versus* Tolerância ao Calor

Após a caracterização dos indivíduos frente à organização social, foi realizada uma análise dos índices de tolerância ao calor individual (TCI) para determinar se havia diferença dentro de cada casta (Tabela 24). A média de TC foi diferente entre os animais dominantes e não dominantes (intermediários e subordinados) quando avaliados os índices máximos, médios e mínimos ($P < 0,05$). Essa resposta mostra que havia diferença entre os grupos e a observação do comportamento poderia ser influenciada pela tolerância ao calor.

Tabela 24. Tolerância ao calor individual (TC) determinada pelos valores de temperatura retal.

	Dominantes Mais tolerantes	Não Dominantes Mais tolerantes	Dominantes Menos tolerantes	Não Dominantes Menos tolerantes
TC máxima	9,9 ^a	9,9 ^a	8,7 ^b	8,7 ^b
TC mínima	9,1 ^a	8,8 ^a	8,1 ^b	7,7 ^b
TC média	9,45 ^a	9,38 ^a	8,37 ^b	8,18 ^b

TC = $10 - (T_2 - T_0)$, onde $T_0 = 38,2$ °C, média do lote às 07h00 e T_2 = temperatura retal às 17h00, após exposição ao sol por 10 horas ininterruptas; Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste F (PDIF) a 5%.

6.3.3. Comportamento à pasto

Foi observada interação tripla entre período, organização social e tolerância ao calor ($P < 0,05$; Tabela 25 e 26). A permanência em pé, ao sol e a atividade de pastejo foram maiores no período 3, seguido do período 1 e do período 2 ($P < 0,05$). Já as atividades de ruminação, ócio e outras atividades foram mais presentes no período 2 ($P < 0,05$). Nas horas mais quentes do dia há preferência por atividades com menor ganho de calor (TUCKER; ROGERS; SCHÜTZ, 2008; TITTO et al., 2011).

Para a permanência ao sol, no P1 foi observado efeito da organização social, com maior tempo ao sol para os animais dominantes, independente da tolerância ao calor ($P < 0,05$). Já no P2, período mais quente do dia, os dominantes também passaram maior tempo ao sol, com diferença estatística apenas para os animais menos tolerantes ($P < 0,05$). No P3 foi observada diferença entre as diferentes CTs para os animais não dominantes ($P < 0,05$), porém apenas para os animais com menor tolerância os dominantes passaram mais tempo ao sol ($P < 0,05$). É importante observar a busca ou não pela sombra nos horários mais quentes do dia, situação esta que indica sua preferência relacionada ao conforto térmico (TUCKER; ROGERS; SCHÜTZ, 2008; SCHÜTZ et al., 2010; TITTO et al., 2011).

Quando os animais buscam a sombra no P2, a atividade de ruminação foi menor nos animais dominantes com CT menor ($P < 0,05$) e o maior tempo foi destinado ao ócio, independente da categoria. Neste momento, os animais que toleram menos a aquisição de calor estão com maior frequência respiratória para termólise, alterando o padrão de ruminação (ALAM et al., 2011).

No comportamento de pastejo, dentro das categorias de hierarquia, os animais com maior tolerância ao calor, no período mais quente do dia, passaram pelo menos 16% mais tempo nesta atividade ($P < 0,05$), mostrando efeito da termorregulação, independente da dominância. Entretanto, dentro dos níveis de tolerância, não houve diferença para a organização social em P2 ($P < 0,05$).

Preferências alimentares e interações sociais são um dos principais fatores que influenciam o comportamento alimentar e a seleção de habitat em herbívoros domésticos em pastagens (DUMONT, BOISSY, 1999; SANTOS; VOLTOLINI; SALLA, 2010). Entretanto, no período de maior radiação solar a organização social não modificou o comportamento alimentar. Provavelmente este resultado possa ter sido influenciado pela tolerância ao calor individual. Um ovino não deixa seu grupo, mesmo tendo preferência de pastejo em um local mais distante, a não ser que seja seguido por pelo menos 25% de seus pares (DUMONT, BOISSY, 2000). Então, caso ovinos menos tolerantes busquem a sombra mais cedo, animais mais tolerantes, mesmo que dominantes dentro do grupo, acabam indo também se abrigar da radiação solar.

Tabela 25. Média das frequências de comportamento em ovinos divididos pela hierarquia social e em três períodos do dia.

	Período 1			Período 2			Período 3		
	Dom	I + S	P	Dom	I + S	P	Dom	I + S	P
Permanência em pé									
CT1	53,2b	57,3b	NS	38,2c	40,2c	NS	85,7a	85,7a	NS
CT2	61,4b	54,3b	*	42,1c	39,5c	NS	86,7a	83,3a	NS
P < CT	*	*		NS	NS		NS	NS	
Permanência ao sol									
CT1	64,4b	57,3b	*	51,4c	46,7c	*	75,5a	69,4a	*
CT2	71,6a	61,3b	*	48,6b	45,2c	NS	73,1a	75a	NS
P < CT	*	*		NS	NS		NS	*	
Atividade de Pastejo									
CT1	42,4b	38,3b	*	19,7c	19,4c	NS	81,8a	73,0a	*
CT2	40,9b	41,0b	NS	23,1c	22,5c	NS	73,9a	75,7a	NS
P < CT	*	*		*	*		*	*	
Atividade de Ruminação									
CT1	6,5b	9,4b	*	14,8a	20,1a	*	2,5b	4,5c	NS
CT2	8,3b	8,1b	NS	22,5a	19,9a	*	6,4b	4,1c	NS
P < CT	NS	*		*	NS		NS	NS	
Atividade de Ócio									
CT1	49,3b	47,6b	NS	59,5a	52,1a	*	15,7c	19,7c	NS
CT2	48,2b	49,0b	NS	48,6a	52,4a	NS	18,7b	18,1c	NS
P < CT	NS	NS		*	NS		NS	NS	
Outras Atividades									
CT1	1,8 ab	4,6b	*	6a	8,4a	*	0b	2,8c	*
CT2	2,6b	2b	NS	5,8a	5,2a	NS	1b	2,1b	NS
P < CT	NS	*		NS	*		NS	NS	

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha diferem entre períodos dentro de nível de hierarquia e CT; P < CT difere entre CT dentro de período e nível de hierarquia, sendo * = P<0,05 e NS = não significativo. Comparação por PDIFF a 5% de probabilidade. Período 1: das 07h00 às 10h55; Período 2: das 11h00 às 15h55; Período 3: das 16h00 às 19h00. CT1: animais menos tolerantes ao calor; CT2: animais mais tolerantes ao calor. Dom: dominantes; I: intermediários; S: subordinados.

Tabela 26. Erro padrão da média das frequências de comportamento em ovinos divididos pela hierarquia social e em três períodos do dia.

	Período 1		Período 2		Período 3	
	Dom	I + S	Dom	I + S	Dom	I + S
Permanência em pé						
CT1	2,34	0,85	2,15	0,76	2,08	0,74
CT2	1,84	0,85	1,62	0,77	1,55	0,79
Permanência ao sol						
CT1	2,31	0,83	2,01	0,75	2,64	0,95
CT2	1,79	0,84	1,61	0,75	2,04	0,94
Atividade de Pastejo						
CT1	1,91	0,68	2,12	0,75	2,28	0,94
CT2	1,57	0,73	1,64	0,76	2	0,91
Atividade de Ruminação						
CT1	1,7	0,69	1,06	0,45	0,91	0,44
CT2	1,56	0,69	0,92	0,42	1,11	0,42
Atividade de Ócio						
CT1	2,34	0,86	2,53	0,77	2,16	0,84
CT2	1,86	0,86	1,67	0,78	1,78	0,82
Outras Atividades						
CT1	1,6	0,9	0,87	1,11	0	0,74
CT2	1,47	0,74	0,68	0,87	0,34	0,54

Período 1: das 07h00 às 10h55; Período 2: das 11h00 às 15h55; Período 3: das 16h00 às 19h00. CT1: animais menos tolerantes ao calor; CT2: animais mais tolerantes ao calor. Dom: dominantes; I: intermediários; S: subordinados.

7. Conclusões

A reatividade individual pode alterar a temperatura retal e ocasionar um erro experimental durante o teste de tolerância ao calor. Por este motivo, a melhor alternativa é determinar a média da temperatura retal no primeiro horário da manhã, quando o estresse por calor ainda não é existente, como forma de padronizar o lote.

Ovinos mais tolerantes ao calor e de pelagem clara permanecem ao sol por mais tempo nas horas mais quentes do dia com predominância do comportamento de pastejo. A pelagem preta, independentemente da tolerância ao calor, contribui negativamente para a permanência ao sol e sobre o comportamento de pastejo.

A tolerância ao calor parece prevalecer sobre a organização social, quando há espaço suficiente de sombra para que todos os ovinos a usem ao mesmo tempo.

O uso da sombra e a temperatura retal podem ser métodos simples e efetivos para determinar a tolerância ao calor de ovinos cruzados Dorper com Santa Inês e desta forma selecionar o rebanho para o ambiente tropical.

Referências

- ABLAS, D.S. et al. Comportamento de bubalinos a pasto frente a disponibilidade de sombra e água para imersão. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.8, n.2, p.167-175, 2007.
- ABI SAAB, S.; SLEIMAN, F.T. Physiological responses to stress of filial crosses compared to local Awassi sheep. **Small Ruminants Research**, Amsterdam, v.16, p.55-59, 1995.
- ALAM, M.M.; HASHEM, M.A.; RAHMAN, M.M.; HOSSAIN, M.M.; HAQUE, M.R.; SOBHAN, Z.; ISLAM, M.S. Effect of heat stress on behavior, physiological and blood parameters of goat. **Progressive Agriculture**, Lucknow, v.22, n.1-2, p.37-45, 2011.
- ALHIDARY, I.A.; SHINI, S.; AL JASSIM, R.A.M.; GAUGHAN, J.B.J. Physiological responses of Australian Merino wethers exposed to high heat load. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.318, n.90, p.212–220, 2012.
- AL-RAMAMNEH, D.; GERKEN, D.M.; RIEK, A. Effect of shearing on water turnover and thermobiological variables in German Blackhead mutton sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.89, p.4294-4304, 2011.
- ANDERSSON, B. E.; JÓNASSON, H. Temperatura e Fisiologia Ambiental. In: SWENSON, M. J.; REECE, W. O. **Dukes fisiologia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996, p.805-813.
- APPLEBY M.C. The probability of linearity in hierarchies. **Animal Behaviour**, London, v.31, p.600-608, 1983.
- 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.
- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: Funep, 2006. 247p.
- BARBOSA SILVEIRA, I.D.; FISHER, V.; MENDONÇA, G. Efeito do genótipo e da idade de ovinos na reatividade medida em pista de venda. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.10, p.2304-2309, 2010.
- BEATTY, D.T.; BARNES, A.; FLEMING, P.A.; TAYLOR, E.; MALONEY, S.K. The effect of fleece on core and rumen temperature in sheep. **Journal of Thermal Biology**, Oxford, v.33, n.437-443, 2008.
- BELL, A. W. et al. Chronic heat stress and prenatal development in sheep: I. Conceptus growth and maternal plasma hormones and metabolites. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.67, n.12, p.3289-3299, 1989.
- BENEZRA, M.V. A new index for measuring the adaptability of cattle to tropical conditions. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.13, p.1015, 1954.

BIANCA, W. Reviews of the progress of dairy science. Section A. Physiology. Cattle in a hot environmental. **Journal of Dairy Research**, Cambridge, v.32, p.291-345, 1965.

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

BIANCHINI, E.; McMANUS, C.; LUCCI, C.M.; FERNANDES, M.C.B.; PRESCOTT, E.; MARIANTE, A.S.; EGITO, A.A. Características corporais associadas com a adaptação ao calor em bovinos naturalizados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.9, p.1443-1448, 2006.

BLACKSHAW, J.K.; BLACKSHAW, A.W. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, East Melbourne, v.34, p.285-295, 1994.

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

BROWN BRANDL, T.M. Overview of the Progress in Reducing Environmental Effects on Cattle. In: American Dairy Science Association, 18., 2009, **Proceedings...** Discover Conference, Nashville, IN, 2009.

BURDICK, N.C.; CARROLL, J.A.; HULBERT, L.E.; DAILEY, J.W.; WILLARD, S.T.; VANN, R.C.; WELSH, T.H. JR.; RANDER, R.D. Relationships between temperament and transportation with rectal temperature and serum concentrations of cortisol and epinephrine in bulls. **Livestock Science**, Amsterdam, v.129, p.166-172, 2010.

BURTON, J.L. Supplemental chromium: its benefits to the bovine immune system. **Animal Feeding Science and Technology**, Amsterdam, v. 53, n.2, p.117-133, 1995.

CALVIELLO, R.F.; TITTO, C.G.; AMADEU, C.C.B.; TITTO, E.A.L. Avaliação do comportamento de ovelhas em pastejo durante 24 horas. **Revista Brasileira de Zootecias**, Juiz de Fora, v.15, p.139-145, 2013.

CALVIELLO, R.F. et al. Proposal and validation of a scale of composite measure reactivity score to characterize the reactivity in horses during handling. **Journal of Equine Veterinary Science**, Wildomar, v.47, p.62-70, 2016.

CALVIELLO, R.F. **Estudo da influência do relacionamento entre a égua e o potro no comportamento social e no temperamento de potros da raça Mangalarga Marchador**. 2016, 122f, Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2016.

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

CHACKLEY, S. The neuroendocrinology of depression and chronic stress. **British Medical Bulletin**, Edinburgh, v.52, n.3, p.597-617, 1996.

CHRISTISON, G.I.; JOHNSON, H.D. Cortisol turnover in heat-stressed cows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.35, p.1005-1010, 1972.

COOK, C.J. Basal and stress response cortisol levels and stress avoidance learning in sheep (*Ovis ovis*), **New Zealand Veterinary Journal**, Wellington, v.44, n.4, 162-163, 1996.

CUNHA, E.A.; BUENO, M.S.; SANTOS, L.E. Santa Inês: a produção intensiva de carne. **Revista O Berro**, Uberlândia, v.63, p.6-10, 2004.

DE VRIES, H. An improved test of linearity in dominance hierarchies containing unknown or tied relationships. **Animal Behaviour**, London, v. 50, p.1375–1389, 1995.

DE VRIES, H. Finding a dominance order most consistent with a linear hierarchy: a new procedure and review. **Animal Behaviour**, London, v.55, p.827-843, 1998.

DUMONT, B.; BOISSY, A. Relations sociales et comportement alimentaire au pâturage. **INRA Productions Animales**, Paris, v.12, p.3-10, 1999.

DUMONT, B.; BOISSY, A. Grazing behaviour of sheep in a situation of conflict between feeding and social motivations. **Behavioural Process**, Amsterdam, v.49, p.131-138, 2000.

DYCE, W.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.C. **Tratado de Anatomia Veterinária**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 663p.

ECCLES, T.R.; SHACKLETON, D.M. Correlates and consequences of social status in female bighorn sheep. **Animal Behavior**, Amsterdam, v.34, p.1392-1401, 1986.

FAOSTAT – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS STATISTICS. **Live animals**. Disponível em: < <http://faostat3.fao.org/search/sheep/E>>. Acesso em: 21 out 2016.

FISHER, R.A.; YATES, F. **Statistical tables for biological, agricultural and medical research**. 6. ed. London: Oliver & Boyd, 1963. 146p.

FRASER, A. F.; BROOM, D. M. **Farm animal behaviour and welfare**. 3. ed. London: Baillière Tindall, 1997.

FURUSHO-GARCIA, I.F.; PEREZ, J.R.O.; BONAGURIO, S.; ASSIS, R.M.; PEDREIRA, C.B.; SOUZA, X.R. Desempenho de cordeiros Santa Inês Puros e cruzas Santa Inês com Texel, Ile de France e Bergamácia. **Revista brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.6, p.1591-1603, 2004.

GEBREMEDHIN, K. G. Heat exchange between livestock and the environment. In: YOUSEF, M. K. (Ed.). **Stress physiology in livestock**, CRC Press, Inc.: Boca Raton, 1985. p.15-33

GEBREMEDHIN, K. G.; NI, H.; HILLMAN, P. E. Modeling temperature profile and heat flux through irradiated fur layer. **Transactions of ASAE**, St. Joseph, v.40, n.5, p.1441-1447, 1997.

GRANDIN, T. Assessment of stress during handling and transport. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.75, p.249-257, 1997.

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

HARGREAVES, A.L.; HUTSON, G.D. The stress response in sheep during routine handling procedures. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v.26, n.1, p.83-90, 1990.

HEARNshaw, H.; MORRIS, C.A, Genetic and environmental effects on a temperament score in beef cattle, **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v.35, p.723-733, 1984.

HENRIQUE, F. L.; TITTO, C. G.; HOOPER, H. B.; RODRIGUEZ, L. F. P.; LEME, T. M. C.; CALVIELLO, R. F. ; LONGO, A. L. S. ; TITTO, E. A. L. Use of lipopolysaccharide (*E. coli*) to induce stress in ewes during late gestation. IN: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 51., 2014, Barra dos Coqueiros, **Anais...** Brasília: SBZ, 2014. p.165.

HENRY, B.A.; BLACHE, D.; RAO, A.; CLARKE, I.J.; MALONEY, S.K. Disparate effects of feeding on core body and adipose tissue temperatures in animals selectively bred for Nervous or Calm temperament. **American Journal of Physiology: Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, Bethesda, v.299, n.3, p.907-917, 2010.

HOPKINS, P.S.; KNIGHTS, G. I.; LEFEURE, A.S. Studies of the environmental physiology of tropical Merinos. **Australian Journal Agriculture Research**, East Medelaine, v.29, n.1, p.61-71, 1978.

HIRAYAMA, T.; OSHIRO, S.; KATOH, K.; OHTA, M. Effect of heat exposure on the rumination and passage rate through digestive tract of goats. **Animal Science Journal**, Champaign, v.71, p.J258-J263, 2000.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Efetivo dos Rebanhos**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp?t=2>> Acesso em: 15 set 2016.

JOHNSON, K.G. Shading behaviour of sheep: preliminary studies of its relation to thermoregulation, feed and water intakes, and metabolic rates. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v.38, n.3, p.587-596, 1987.

LECLÈRE, D.; HAVLÍK, P. Modelling heat stress on livestock: how can we reach long-term and global coverage? **FACCE MACSUR Reports**, v8, p.8-12, 2016. Disponível em: <<http://ojs.macsur.eu/index.php/Reports/article/view/SP8-12/282>>. Acesso em: 27 out. 2016.

LEME, T.M.C.; TITTO, E.A.L.; TITTO, C.G.; AMADEU, C.C.B.; FANTINATO NETO, P.; VILELA, R.A.; PEREIRA, A.M.F. Influence of transportation methods and pre-slaughter rest periods on cortisol level in lambs. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.107, p.8-11, 2012.

LEME, T. M. C.; TITTO, E.A.L.; TITTO, C.G.; PEREIRA, A. M. F.; CHIQUITELLI NETO, M. Influence of stocking density on weight gain and behavior of feedlot lambs. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.115, p.1-6, 2013.

MAIA, A.S.C.; SILVA, R.G.; BERTIPAGLIA, E.C.A. Environmental and genetic variation of the effective radiative properties of the coat of Holstein cows under tropical conditions. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.92, p.307-315, 2005.

MARAI, I.F.M. et al. Physiological traits as affected by heat stress in sheep – A review. **Small Ruminants Research**, Amsterdam, v.71, p.1-12, 2007.

MARTIN, P.; BATESON, P. **Measuring behavior: An introductory guide**. 2^aed. Cambridge-UK: Cambridge University Press, 1993. 222p.

McDOWELL, R.E. **Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales**. 1. ed. São Paulo: Icone, 1989.

McMANUS, C.; PALUDO, G.R.; LOUVANDINI, H.; GUGEL, R.; SASAKI, L.C.; PAIVA, S.R. Heat tolerance in Brazilian sheep: Physiological and blood parameters. **Tropical Animal Health and Production**, Edinburg, v.41, p.95-101, 2009.

McMANUS, C.; LOUVANDINI, H.; PAIM, T.P.; MARTINS, R.S.; BARCELLOS, J.O.J.; CARDOSO, C.; GUIMARÃES, R.F.; SANTANA, O.A. The challenge of sheep farming in the tropics: aspects related to heat tolerance. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, p. 107-120, 2011a.

McMANUS, C.; LOUVANDINI, H.; GUGEL, R.; SASAKI, L.C.B.; BIANCHINI, E.; BERNAL, F.E.M.; PAIVA, S.R.; PAIM, T.P. Skin and coat traits in Sheep in Brazil and their relation with heat tolerance. **Tropical Animal Health and Production**, Edinburg, v.43, p.121-126, 2011b.

McMANUS, C. et al. Infrared Thermography to Evaluate Heat Tolerance in Different Genetic Groups of Lambs. **Sensors**, Basel, v.15, n.7, p.17258-17273, 2015.

MCMANUS, C.; DALLAGO, B.S.L.; LEHUGEUR, C.; RIBEIRO, L.A.; HERMUCHE, P.; GUIMARÃES, R.F.; CARVALHO JÚNIOR, O.A.; PAIVA, S.R. Patterns of heat tolerance in different sheep breeds in Brazil. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.144, p.290-299, 2016.

MEDEIROS, R.B.; PEDROSO, C.E.S.; JORNADA, J.B.J.; SILVA, M.A.; SAIBRO, J.C. Comportamento ingestivo de ovinos no período diurno em pastagem de azevém anual em diferentes estádios fenológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.1, p.198-204, 2007.

NAQVI, S.M.K. et al. The effect of thermal stress on superovulatory response and embryo production in Bharat Merino ewes. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.55, p.57-63, 2004.

NEIVA, J.N.M. et al. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.3, p.666-678, 2004.

NEMEROFF, C.B. The corticotropin-releasing factor (CRF) hypothesis of depression: new findings and new directions. **Molecular Psychiatry**, Florida, v.1, n.4, p.336, 1996.

NOGUEIRA, E.A.; NOGUEIRA JÚNIOR, S. **Ovinos e Caprinos Avançam em São Paulo**. Disponível em: < <http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=4136> >, Acesso em: 15 fev. 2016.

OSÓRIO, J.C.S. et al. Produção de carne em ovinos de cinco genótipos: 3, Perdas e Morfologia, **Ciência Rural**, Santa Maria, v.26, n.3, p.477-481, 1996.

OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M. **Produção de carne ovina: técnicas de avaliação “in vivo” e na carcaça**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2003. 73p.

PAIVA, S.R. et al. Genetic variability of the Brazilian hair sheep breeds. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 9, p. 887-893, 2005.

POPPI, D.P.; HUGHES, T.P.; L'HUILLIER, P.J. Intake of pastures by grazing ruminants, In: NICOL, A.M. (Ed.) **Feeding livestock on pasture**. Hamilton: New Zealand Society of Animal Production, 1987. p.55-64.

RHOAD, A.O. The Iberia Heat Tolerance test for cattle. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v.21, n.9, p.162-164, 1944.

RONCHI, B.; STRADAIOLI, G.; VERINI SUPPLIZI, A.; BERNABUCCI; LACETERA, N.; ACCORSI, P.A.; NARDONE, A.; SEREN, E. Influence of heat stress or feed restriction on plasma progesterone, oestradiol-17 β , LH, FSH, prolactin and cortisol in Holstein heifers. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.68, n.2-3, p. 231-241, 2001.

RUETE, A.; VELARDE, A.; BLANCO-PENEDO, I. Eco-DREAMS-S: modelling the impact of climate change on milk performance in organic dairy farms. **Advances in Animal Biosciences**, Cambridge, v.6, n.01, p.21-23, 2015.

SANGER, M.E. et al. Sheep exhibit a positive judgement bias and stress-induced hyperthermia following shearing. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v.131, n.3, p.94-103, 2011.

SANTOS, B.R.C.; VOLTOLINI, T.V.; SALLA, L.E. Comportamento de pastoreio. Revista Eletrônica de Veterinária, v.11, n.04, Disponível em: <<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040410.html>>. Acesso em: 13 fev 2015.

SCHÜTZ, K.E.; ROGERS, A.R.; POULOUIN, Y.A.; COX, N.R.; TUCKER, C.B. The amount of shade influences the behavior and physiology of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign v.93, n.1, p.125-133, 2010.

SEJIAN, V.; NAQVI, S.M.K.; EZEJI, T.; LAKRITZ, J.; LAL, R. (Eds). **Environmental stress and amelioration in livestock production**. 1. ed. Berlin Heidelberg: Springer, 2012.

SHERWIN, C.M.; JOHNSON, K.G. The influence of social factors on the use of shade by sheep. **Applied Animal Behavior Science**, Amsterdam, v.18, p.143-155, 1987.

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

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.67, p.1-18, 2000.

SILANIKOVE, N; KOLUMAN, N. Impact of climate change on the dairy industry in temperate zones: predications on the overall negative impact and on the positive role of dairy goats in adaptation to earth warming. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.123, n.1, p.27-34, 2015.

SILVEIRA, I.D.B.; FISCHER, V.; SOARES, G.J.D. Relação entre o genótipo e o temperamento de novilhos em pastejo e seu efeito na qualidade da carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.2, 2006.

SIQUEIRA, E.R.; FERNANDES, S.; MARIA, G.A. Efecto de la lana y del sol sobre algunos parâmetros fisiologicos em ovelas de razas Merino Australiano, Corridale, Romney Marsh e Ile de France. **ITEA**, Zaragoza, v. 89, n. 2, p. 124-131, 1993.

SJAASTAD, O.V.; HOVE, K.; SAND, O. **Physiology of Domestic Animals**, 2ª. ed. Scandinavian Veterinary Press: Oslo. 2010.

SOARES, D.R. **Comportamento individual de bovinos Nelore e relações com desempenho em regime de confinamento e reprodução**. 2015. 71 f. Tese (Doutorado) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2015.

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

STARLING, J.M.C. et al. Variação estacional dos hormônios tireoideanos e do cortisol em ovinos em ambiente tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.6, p.2064-2073, 2005.

SYME, L.A.; ELPHICK, G.R. Heart rate and the behaviour of sheep in yards. **Applied Animal Ethology**, Amsterdam, v.9, p.31-35, 1983.

TADICH, N. et al. Effects of weaning and 48 h transport by Road and ferry on some blood indicators of welfare in lambs. **Livestock Science**, Amsterdam, v.121, p.132-136, 2009.

TAYLOR, R.E.; FIELD, T.D. **Scientific Farm Animal Production**. Prentice Hall: New Jersey, 1998.

TITTO, C.G. **Capacidade termolítica e respostas comportamentais e hormonais em vacas Holandesas**. 2010. 112f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2010.

TITTO, C.G. et al. Heat tolerance and the effects of shade on the behavior of Simmental bulls on pasture. **Animal Science Journal**, Tokyo, v.82, p.591-600, 2011.

TITTO, C.G. et al. Heat stress and ACTH administration on cortisol and insulin-like growth factor I (IGF-I) levels in lactating Holstein cows. **Journal of Applied Animal Research**, Izatnagar, v.45, p.1-7, 2015.

TITTO, C.G. et al. Thermoregulatory response in hair sheep and shorn wool sheep. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.144, p.341-345, 2016.

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

TITTO, E.A. et al. Teste de tolerância ao calor em novilhos Nelore e Marchigiana. **Revista Portuguesa de Zootecnia**, Vila Real, v.5, n.1, p.67-70, 1998b.

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

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, E.A. et al. Reactivity in Nellore steers in two feedlot housing systems and its relationship with plasmatic cortisol. **Livestock Science**, Amsterdam, v.129, p.146-150, 2010.

TUCKER, C.B.; ROGERS, A.R.; SCHÜTZ, K.E. Effect of solar radiation on dairy cattle behaviour, use of shade and body temperature in a pasture-based system. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v.109, n.2-4, p.141-154, 2008.

THWAITES, C.J., 1985. Physiological responses and productivity in sheep. In: YOUSEF, M.K. (Ed.), **Stress Physiology in Livestock**. CRC Press, Inc.: Boca Raton. p. 25–39.

Van LAER, E. MOONS, C.P.H.; AMPE, B.; SONCK, B.; VANDAELE, L.; DE CAMPENEERE, S.; TUYTTENS, F.A.M. Effect of summer conditions and shade on behavioural indicators of thermal discomfort in Holstein dairy and Belgian Blue beef cattle on pasture. **Animal**, Cambridge, v.9, n.9, p.1536-1546, 2015.

VERÍSSIMO, C.J. et al. Tolerância ao calor em ovelhas Santa Inês de pelagem clara e escura. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.10, n.1, p.159-167, 2009.

VOISINET, B.D. et al. Feedlot cattle with calm temperaments have higher average daily gains than cattle with excitable temperaments. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.75, p.892-896, 1997.

WISE, M.E.; ARMSTRONG, D.V.; HUBER, J.T.; HUNTER, R.; WIERSMA, F. Hormonal alterations in the lactating dairy cow in response to thermal stress. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.71, p.2480–2485, 1988.