

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

CÂMPUS DE ARAÇATUBA

**ESTRATÉGIAS ELETROLÍTICAS: CONTROLE DO
ESTRESSE TÉRMICO EM OVINOS**

Francisco Augusto Ricci Catalano

Medico Veterinário

ARAÇATUBA – SP

2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

CÂMPUS DE ARAÇATUBA

**ESTRATÉGIAS ELETROLÍTICAS: CONTROLE DO
ESTRESSE TÉRMICO EM OVINOS**

Francisco Augusto Ricci Catalano

Orientador: Prof. Adj. Luiz Claudio Nogueira Mendes

Co-orientador: Max José de Araujo Faria Junior

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária – Unesp, Campus de Araçatuba, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal (Fisiopatologia Médica e Cirúrgica).

ARAÇATUBA – SP

2014

Catálogo na Publicação(CIP)
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação – FMVA/UNESP

Catalano, Francisco Augusto Ricci

C357e Estratégias eletrolíticas: controle do estresse térmico em ovinos /
Francisco Augusto Ricci Catalano. -- Araçatuba: [s.n], 2014.
63 f. il.; + CD-ROM

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Medicina Veterinária, 2014.

Orientador: Prof. Adj. Luiz Cláudio Nogueira Mendes

Co-orientador: Max José de Araújo Faria Júnior

1.Ovelhas. 2. Regulação da temperatura corporal. 3. Fenômenos
fisiológicos da nutrição animal. 4. Temperatura alta. 5. Catalano
FAC. T.

CDD 599.649

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Estratégias eletrolíticas: Controle do estresse térmico em ovinos

AUTOR: FRANCISCO AUGUSTO RICCI CATALANO

ORIENTADOR: Dr. LUIZ CLÁUDIO NOGUEIRA MENDES

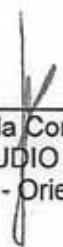
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em CIÊNCIA ANIMAL (FISIOPATOLOGIA MÉDICA E CIRÚRGICA) pela Comissão Examinadora.


Dra. SIRLEI APARECIDA MAESTÁ


Dr. MANOEL GARCIA NETO


Dr. LUIZ CLÁUDIO NOGUEIRA MENDES

DATA DA REALIZAÇÃO: 28 de novembro de 2014.


Presidente da Comissão Examinadora
Dr. LUIZ CLÁUDIO NOGUEIRA MENDES
- Orientador -

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Francisco Augusto Ricci Catalano – nascido em 07 de Agosto de 1987, na cidade de Fernandópolis. Graduado em Medicina Veterinária, 2010, Universidade Camilo Castelo Branco, Campus de Fernandópolis – São Paulo. Realizou Residência em Clínica Médica e Cirúrgica de Grandes Animais pelo Centro Universitário de Rio Preto – UNIRP, 2012, São José do Rio Preto, São Paulo. Aluno do Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal – UNESP – Faculdade de Medicina Veterinária, Campus de Araçatuba, São Paulo.

“Água mole em pedra dura tanto bate até que fura”

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial na minha vida. As duas mulheres da minha vida, Marta Regina minha mãe e Isis minha esposa. E finalmente ao meu filho Pedro, que renova minhas forças com apenas um sorriso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Adjunto Luiz Cláudio N. Mendes pela oportunidade de trabalhar ao seu lado, orientação, paciência e por todo o ensinamento.

Agradeço aos Professores Adjuntos Max José de Araujo Faria Junior e Manoel Garcia Neto pela paciência, ensinamentos e por todo o apoio ao longo do projeto.

Agradeço a Professora Assistente Dra. Silva Helena Venturoli Pierri pelo ensinamento e auxílio na estatística.

Agradeço aos alunos de iniciação científica Pedro H.O. Ferreira e Camila P. Talarico pelo empenho e apoio essencial ao longo do projeto.

Agradeço à equipe de colegas, Eduardo de Magalhães Panelli, Daniela Scantamburlo Denadai, Gabriela de Oliveira, Fernanda Bovino e Diogo Gaubeur de Camargo pelo apoio a execução do projeto.

Agradeço a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Medicina Veterinária, Campus de Araçatuba pela estrutura física concedida assim como apoio da Coordenação e equipe do Curso de Pós - graduação pela solicitude.

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida.

Enfim, agradeço a todos aqueles que de alguma forma cooperaram para o desenvolvimento desse trabalho.

Meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	
SUMARY	
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	11
1 Introdução.....	11
2 Objetivo.....	12
3 Revisão de literatura.....	12
3.1 Termoregulação.....	12
3.2 Estresse térmico em ovinos.....	14
3.2.1 Indicadores de respostas fisiológicas.....	16
3.3 Equilíbrio eletrolítico.....	18
3.3.1 Eletrólitos.....	8
3.3.2 Balanço eletrolítico.....	20
3.3.3 Relação eletrolítica	20
4 Referências	21
CAPÍTULO 2 - ESTRATÉGIAS NUTRICIONAIS: CONTROLE DO ESTRESSE TÉRMICO EM OVINOS	29
Resumo.....	29
Palavras-Chave	29
1 Introdução	30
2 Material e Métodos	31
2.1 Tratamento e delineamento experimental.....	31
2.2 Condução experimental.....	32
2.3 Parâmetros fisiológicos.....	35
2.4 Avaliação complementares.....	36
2.5 Análise estatística.....	37
2.6 Aprovação comitê de ética no uso de animais.....	37
3 Resultados	37
4 Discussão	46
5 Conclusão	53
6 Referências	54
APÊNDICE	
Apêndice A – Fotografias tiradas durante o desenvolvimento do experimento	

ESTRATÉGIAS NUTRICIONAIS: CONTROLE DO ESTRESSE TÉRMICO EM OVINOS

RESUMO: O estresse térmico é o desequilíbrio que ocorre no organismo animal em resposta às condições climáticas adversas, desencadeando vários distúrbios metabólicos, fisiológicos e produtivos em animais. Com a finalidade de controlar as alterações fisiológicas dos ovinos ao estresse térmico, propôs-se a utilização de níveis apropriados de eletrólitos e a sua adequada proporção na ração. Assim o presente trabalho objetivou avaliar o efeito de alterações no equilíbrio eletrolítico de dietas, com base em modificações no balanço (BE) e relação eletrolítica (RE), como forma de controle das alterações fisiológicas causada pelo estresse térmico em ovinos. Para tanto, foram considerados os parâmetros fisiológicos de 12 cordeiros lanados, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente ao acaso, em arranjo fatorial incompleto 3x3, totalizando cinco tratamentos, decorrentes de combinações entre BE 0, 50 e 100 e RE 5:1, 10:1 e 15:1. Os parâmetros fisiológicos foram avaliados em três períodos distintos, dois deles com temperaturas médias de 28°C, apresentando um período intermediário com temperaturas variando entre 35 e 37°C. Os resultados foram submetidos à análise de variância e posteriormente a análise de regressão. Os parâmetros fisiológicos: frequências cardíaca, respiratória, temperatura de mucosa retal, do globo ocular, da axila e movimentos ruminais apresentaram-se sensíveis aos níveis de suplementação de BE e RE. Os resultados indicaram que os grupos com BE menores que 50 e RE entre 8 e 14 foram superiores. Dessa forma podemos concluir que a utilização do ideal equilíbrio eletrolítico em ovinos foi capaz de modular as respostas fisiológicas desses animais mitigando os efeitos do estresse térmico.

Palavras-Chave: fenômenos fisiológicos da nutrição animal, nutrição, regulação temperatura corporal, ruminantes, temperaturas altas.

NUTRITIONAL STRATEGIES: CONTROL OF THERMAL STRESS IN SHEEP

SUMMARY: Heat stress is the imbalance that occurs in the animal organism in response to adverse weather conditions, triggering several metabolic disorders, physiological and productive animals. In order to control the physiological changes of the sheep to thermal stress, it was proposed to use appropriate levels of electrolyte and its appropriate proportion in the feed. Thus the present study aimed to evaluate the effect of changes in electrolyte balance of diets, based on changes in the balance sheet (BE) and electrolyte ratio (RE) as a way to control the physiological changes caused by thermal stress in sheep. Therefore, we considered the physiological parameters of 12 lanados lambs were assigned to a completely randomized experimental design, in incomplete factorial arrangement 3x3 with five diets, resulting from combinations of BE 0, 50 and 100 and RE 5: 1, 10: 1 to 15: 1. The physiological parameters were evaluated in three distinct periods, two with average temperatures of 28 ° C, with an intermediate period with temperatures ranging between 35 and 37 ° C. The results were submitted to analysis of variance and regression analysis later. The physiological parameters heart rates, respiratory, rectal mucosal temperature, eyeball, armpit and ruminal movements were sensitive to the supplementation levels of BE and RE. The results indicated that the groups with lower BE RE 50 and 8 to 14 were superior. Thus we conclude that the optimum use of electrolyte balance in sheep was able to modulate physiological responses of these animals mitigating the effects of heat stress.

Keywords: animal nutritional physiological phenomena, nutrition, body temperature regulation, ruminants, hot temperature.

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1 Introdução

A maior parte do território brasileiro encontra-se na faixa tropical onde predominam altas temperaturas, elevada incidência de radiação solar, baixa amplitude térmica ao longo do ano e grande amplitude térmica diária (TITTO, 1998 citado por LARA, et al., 2009), a associação desses eventos climáticos impacta negativamente na produção brasileira de ovinos. Uma vez que as raças europeias especializadas para produção de carne apresentam problemas de adaptação aos trópicos (CALOW, 1989), em razão que esses animais foram selecionados em climas mais amenos que os encontrados no Brasil (RIBEIRO et al., 2008) e os ovinos adaptados ao clima tropical apresentam produção em níveis inferiores, se comparados àqueles criados em clima temperado (QUESADA et al., 2001).

Para que esses animais expressem seu potencial produtivo máximo há necessidade de uma adequada faixa térmica, também conhecida como zona de conforto térmico, em que não há gasto de energia ou atividade metabólica para aquecer ou esfriar o corpo (BAETA; SOUZA, 2007). Quando esta faixa é ultrapassada mecanismos fisiológicos são ativados para que a temperatura se mantenha dentro do limite, mas quando o limite máximo da homeotermia é atingido e ultrapassado, o animal entra em um quadro de hipertermia caracterizando pelo estresse térmico (SILVA, 2000).

Porém, algumas técnicas de manejo podem ser empregadas para minimizar as perdas econômicas causadas pelo estresse térmico tais como recorrer a animais geneticamente superiores, cruzamento entre raças adaptadas e não adaptadas (CEZAR et al., 2004), utilização de sombras e manipulação da proporção entre volumoso e concentrado da dieta (ANDRADE et al., 2006; RASLAN, 2008).

Nos últimos anos muita atenção tem sido dada ao uso da manipulação do balanço ácido-básico e eletrolítico em dietas na avicultura de corte e, mais recentemente, para vacas leiteiras, no sentido de reverter e/ou prevenir distúrbios metabólicos encontrados nessas espécies (SCHFHÄUSER, 2006). Em animais estressados pelo calor uma das consequências do estresse é a quebra do equilíbrio eletrolítico com o aparecimento da alcalose respiratória (HILL et al., 2012).

Além disso, Del Claro et al. (2005) estudou o efeito do balanço eletrolítico no desempenho de ovinos, resultando em aumento da ingestão de matéria seca, do ganho diário e da eficiência alimentar junto ao aumento do balanço eletrolítico dietético.

Dentro deste contexto, além das medidas já existentes para o controle do estresse calórico, mostra-se oportuno avaliar o efeito da adição de sais na ração de ovinos submetidos à altas temperaturas, como medida prática para mitigar os efeitos deletérios do estresse pelo calor.

2 Objetivo

O presente experimento teve como objetivo avaliar o efeito de alterações no equilíbrio eletrolítico de dietas, com base em modificações no balanço e relação eletrolítica, como forma de controlar as alterações fisiológicas causadas pelo estresse térmico em ovinos.

3 Revisão de literatura

3.1 Termoregulação

A termoregulação consiste em processos de controle da temperatura em um sistema físico qualquer, a exemplo do animal e ambiente, onde existe

uma constante troca de calor, através dos meios não evaporativos (radiação, condução e convecção) e evaporativos (suor e ofego) (SHEARER; BEEDE, 1990), a associação destes processos por sua vez apresentam-se como mecanismos fundamentais para a adaptação e manutenção das espécies aos diferentes trópicos (SOUZA; BATISTA, 2012).

Os meios não evaporativos de termorregulação dependem de um gradiente térmico entre o animal e seu ambiente, onde o excesso de calor corporal é transmitido rapidamente para o ambiente mais frio (SHEARER; BEEDE, 1990).

Os mecanismos fisiológicos de dissipação de calor podem auxiliar na ação dos meios não evaporativos, dentre eles estão às respostas vasomotoras que alteram a taxa do fluxo sanguíneo para a superfície da pele e outras partes superficiais do corpo. A vasodilatação em temperaturas ambientais quentes é responsável por aumentar o transporte de calor para as superfícies corporais onde o calor é prontamente perdido (HILL et al., 2012).

Porém, esses mecanismos se tornam ineficientes quando a temperatura ambiental ultrapassa a temperatura crítica máxima, tornando o gradiente de temperatura pequeno, inviabilizando as trocas não evaporativas (SHEARER; BEEDE, 1990).

Os meios evaporativos são a última linha de defesa do organismo à elevação da temperatura ambiental, estes por sua vez são ativados quando os outros mecanismos de termólise se mostraram ineficientes. Dentre os meios evaporativos de perda de calor estão a sudorese e o ofego (HILL et al., 2012).

A sudorese é um importante recurso de termólise para várias espécies animais, porém os ovinos são pouco dotados de glândulas sudoríparas, implicando em baixíssima eficiência na perda de calor por este mecanismo (ARRUDA et al., 1984).

A ofegação é o aumento da frequência respiratória em resposta ao estresse por calor, aumentando a taxa de resfriamento por evaporação (HILL et al., 2012), sendo esta a principal forma de termólise em ovinos (EUSTÁQUIO FILHO et al., 2011).

A sudorese, além de pouco utilizada em ovinos, apresenta desvantagens ao ofego, como perda de eletrólitos para o meio, além de que a ofegação leva forçadamente o ar saturado com vapor para longe das superfícies de evaporação. Entretanto, o mesmo apresenta desvantagens potenciais, como: uma maior produção de calor durante o grande esforço muscular, necessário para o resfriamento evaporativo e a elevação do pH dos fluidos corporais, causado por remoção excessiva de dióxido de carbono. Essa alcalinização excessiva pode ocasionar relevantes efeitos deletérios, em razão de várias enzimas e processos celulares são sensíveis a mudança abruptas do pH (HILL et al., 2012).

Além das formas evaporativas e não evaporativas, uma terceira possibilidade de termorregulação é a termorregulação comportamental, esta ocorre quando os animais utilizam métodos comportamentais para equilibrar a sua temperatura corpórea (SOUZA; BATISTA, 2012), tendo como exemplo os mamíferos que repousam durante as horas mais quentes do dia, minimizando as suas cargas metabólicas de calor (HILL et al., 2012).

3.2 Estresse térmico

A maior parte do território brasileiro encontra-se na faixa tropical (TITTO, 1998 citado por LARA, et al., 2009), onde as limitações na produção de ovinos podem ser correlacionadas pelos quatro principais elementos climáticos estressores: temperatura do ar, umidade do ar, radiação solar e velocidade do vento (BARBOSA, et al., 1995).

Para Neiva et al. (2004) a temperatura do ar é considerado o evento climático com maior influência sobre o ambiente físico do animal. Sendo assim, à medida que a temperatura ambiental se eleva e o limite superior da homeotermia é atingido o organismo não é mais capaz de impedir a sua elevação. Diante disso, o animal entra em hipertermia, desencadeando alterações de ordem fisiológicas chamadas de estresse calórico (SILVA, 2000).

No entanto, Andrade (2006), Neiva et al. (2004) e Uribe-Velasquez et al. (1998) enfatizam a importância da umidade relativa do ar e da incidência de radiação solar como causadores do estresse calórico.

Assim, estresse calórico é o desequilíbrio que ocorre no organismo do animal em resposta às condições climáticas adversas (PIRES, 2006; BRÊTAS, 2009). Outros fatores têm o potencial de favorecer positivamente ou negativamente este desequilíbrio, tais como a disponibilidade de água e sombreamento (NAVARINI et al., 2009), fatores nutricionais (PIRES, 2006), grupos genéticos (RIBEIRO et al., 2008), cor de pelagem, pigmentação (NEVES et al., 2009) e a presença de lã (HASTENPFLUG et al., 2007; VERÍSSIMO, 2008).

No animal estressado pelo calor ocorrem mudanças em quase todo o organismo a exemplo da elevação do metabolismo, esse aumento na taxa metabólica surge da necessidade do animal desempenhar trabalho fisiológico para manter sua temperatura corporal (HILL et al., 2012).

O sistema endócrino também é afetado pelo estresse, diminuindo a liberação do hormônio de crescimento (GH), hormônios tireotróficos (TSH) e gonadotróficos (FSH e LH), além da perda de peso devido à degradação de tecidos musculares e gordurosos pelo efeito do catabolismo e gliconeogênese estimulado pelos glicocorticoides, e a alteração do metabolismo de sódio e potássio influenciado pelos mineralocorticosteróides (ENCARNAÇÃO, 1992). Alterações do equilíbrio ácido-básico e eletrolítico podem levar a um quadro de acidose ou alcalose, afetando a saúde e a capacidade produtiva dos animais (SCHFHÄUSER, 2006).

Starling et al. (2005), ao avaliar os hormônios tireotróficos e cortisol em ovinos da raça Corriedale, sobre estresse térmico, concluiu que a utilização desses hormônios, como indicadores de estresse térmico, é de extrema importância e podem ser utilizados como ferramenta de seleção de animais melhores adaptados.

Dentre os distúrbios mais frequentes observados em animais com estresse calórico está a redução do consumo de alimentos e aumento no

consumo de água (BRASIL, 2000; PIRES, 2006). Isto se explica devido ao controle da produção de calor, através do consumo quantitativo e qualitativo de alimentos e água (ANDRADE, 2011).

Desta forma, todas as alterações descritas implicam em queda no desempenho produtivo e reprodutivo dos animais expostos ao estresse calórico.

3.2.1 Indicadores de respostas fisiológicas

Um procedimento de avaliar a intensidade do estresse calórico que os animais são submetidos é avaliar a resposta fisiológica desses indivíduos aos eventos ambientais. Dentre as resposta fisiológicas estão alterações na frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC), temperatura retal (TR), temperatura superficial (TS) e movimentos ruminais (MR) (QUESADA et al., 2001; CEZAR, et al., 2004; NEVES et al.,2009; VERÍSSIMO et al., 2009).

A TR é a maneira mais fácil de estimar a temperatura corpórea (HASTENPFLUG et al.,2007) e quando está não acompanha a temperatura do ar, pode-se inferir que os animais mantiveram a homeotermia (STARLING et al., 2002), portanto concluisse que as temperaturas corporais dos animais não estressados termicamente não variam muito com o clima (HILL et al., 2012).

Para Mendes et al. (2013), a TR é um dos melhores indicadores de estresse térmico para ovinos lanados, está informação decorre do seu simultâneo aumento junto a temperatura ambiental de animais estressados pelo calor (ANDRADE et al., 2006; QUESADA et al., 2001; MENDES et al., 2013; STARLING et al., 2002), sendo que nesses animais a TR do turno da tarde é sempre maior que a do turno da manhã, a exemplo de Cezar et al. (2004) o qual observou variações de 0,5 °C entre turnos.

No entanto uma relevante informação deve ser levada em consideração, já que a temperatura corporal profunda não é absolutamente constante, ocorrendo ciclos diários, onde estas são tipicamente 1º a 2ºC mais altas

durante as fases ativas do dia do que durante as fases de repouso (HILL et al., 2012).

As trocas respiratórias constituem o principal mecanismo de termólise em ovinos lanados e, dessa forma, o aumento da temperatura do ar é acompanhado pelo aumento da frequência respiratória, uma vez que, com o aumento da ventilação, há o aumento do calor evaporativo dissipado (STARLING et al., 2002). Segundo Quesada et al. (2001) em temperaturas acima de 35 °C, a perda de calor pela via respiratória pode chegar a 60% do calor total perdido.

Além disso, a severidade do estresse calórico pode ser mensurado de acordo com a taxa respiratória, onde variações de 40-60, 60-80, 80-120 e 200 movimento por minuto caracterizam um estresse baixo, médio-alto, alto e severo para ovinos (SILANIKOVE, 2000).

Em consequência ao aumento da frequência respiratória, há uma perda excessiva de dióxido de carbono, que conduz a diminuição da pressão de CO₂, levando a queda na concentração de ácido carbônico e hidrogênio, caracterizando a ocorrência de alcalose respiratória (BORGES et al., 2003).

A frequência cardíaca pode responder de duas formas diferentes ao estresse calórico, em uma primeira circunstância pode-se notar um aumento na frequência cardíaca relacionada ao aumento do fluxo sanguíneo para a pele (CUI et al., 2005), isto se explica devido a vasodilatação secundária ao ambiente quente, a qual é responsável por aumentar o transporte de calor para as superfícies corporais onde o calor é prontamente perdido (HILL et al., 2012). Este mesmo mecanismo é o responsável pelo aumento da temperatura de superfície em animais submetidos a altas temperaturas (CHIMINEAU, 1993 citado por RIBEIRO et al., 2008).

Em uma segunda circunstância a frequência cardíaca é marcada por uma redução em seus movimentos, a qual ocorre em resposta a uma hemodiluição (EUSTÁQUIO FILHO et al., 2011), causada pelo alto consumo de água nas horas mais quentes do dia. Neste caso, o maior consumo de água reflete a necessidade de esfriar o organismo por condução, e repor a água

evaporada pelas vias respiratórias e cutânea (BRASIL et al., 2000), ocasionando mudança na pressão arterial e conseqüente diminuição do ritmo cardíaco (EUSTÁQUIO FILHO et al., 2011).

No que se refere à taxa de movimentos ruminais, Andrade (2011) ao avaliar ovinos mantidos sob estresse calórico, encontrou uma média maior no turno da manhã (2,93 movimentos ruminais a cada 3 minutos) do que no turno da tarde (2,66 movimentos ruminais a cada 3 minutos). Possivelmente, isso tenha ocorrido devido à redução do consumo de alimentos nos períodos mais estressantes do dia, isto se explica devido ao controle da produção de calor, através do consumo quantitativo e qualitativo de alimentos.

3.3 Equilíbrio eletrolítico

3.3.1 Eletrólitos

Eletrólitos podem ser definidos como substâncias químicas, presentes em todo sistema orgânico, capazes de dissociarem em constituintes iônicos, tendo como principal função fisiológica a manutenção do equilíbrio ácido-base corporal. Os íons sódio (Na^+), potássio (K^+) e o cloro (Cl^-) são fundamentais para manutenção da pressão osmótica, equilíbrio ácido-base dos líquidos corporais e mecanismos de bombeamento das membranas celulares (BLOCK, 1994; MONGIN, 1981).

O enxofre (S^{2-}), apesar de não ser um íon fixo também é incluso no equilíbrio ácido-base para ruminantes pela sua ação direta em acidificar os fluidos biológicos (BLOCK, 1994).

Em condições normais os cátions e ânions devem manter um perfeito equilíbrio para que as funções fisiológicas transcorram normalmente (BLOCK, 1994).

O Na^+ é o cátion que existe em maior quantidade no líquido extracelular e está envolvido em vários processos fisiológicos. Dentre eles, a manutenção

do equilíbrio hidroeletrolítico, transmissão de impulsos nervosos e da contração muscular (ÉVORA et al., 1999). A sua concentração é mantida relativamente constante no sangue pela regulação consumo/excreção deste elemento (BLOCK, 1994).

O Cl^- juntamente com o Na^+ é um dos ânions intracelulares mais abundantes, a sua absorção, distribuição e excreção ocorre de forma passiva, sendo que sua distribuição é decorrente ao transporte ativo do Na^+ . Ainda, sua concentração tende a variar antagonicamente a concentração do bicarbonato (CUNNINGHAM, 2004).

O K^+ é o principal cátion intracelular que regula a excitabilidade neuromuscular e contratilidade muscular, além disso, o K^+ é necessário para a formação do glicogênio, para a síntese proteica e para a correção do desequilíbrio ácido-base. Os níveis de K^+ podem variar de acordo com o equilíbrio ácido base, uma vez que os íons K^+ competem com os íons H^+ (ÉVORA et al., 1999).

A eliminação do Na^+ e K^+ fica a cargo dos rins, obedecendo uma relação de reciprocidade, onde o K^+ é conservado pelo organismo a custas do Na^+ (BLOCK, 1994).

Vários relatos têm demonstrado a importância do equilíbrio ácido-base sobre o desempenho de todas as espécies animais, propondo a utilização de íons ácidos ou básicos na dieta, como forma de suprir as necessidades de acordo com a reação metabólica em que os animais estão expostos (RURAL CHEMICAL INDUSTRIES, 2006).

A exemplo de Borges (2003) que observou a redução na concentração de K^+ e Na^+ em frangos de corte submetidos ao estresse térmico, propondo a suplementação de cloreto de potássio nesses animais, o qual melhorou a resposta no ganho de peso e consumo de ração desses animais durante o verão.

Em vacas leiteiras, Block (1994) discorre sobre a redução nos níveis de cálcio e fósforo na alimentação do período pré-parto como ferramenta para prevenir a febre do leite e enfatiza sobre a utilização de altas concentrações de

cátions na alimentação no período de produção de leite, já que esses ruminantes apresentam altas taxas metabólicas, tendendo a acidose do ambiente celular neste período.

Em cordeiros, a crescente adição de Na^+ e redução de S^{-2} na alimentação proporcionou o aumento linear no consumo de matéria seca, segundo os resultados obtidos por Del Claro et al. (2005).

3.3.2 Balanço eletrolítico (BE)

O balanço eletrolítico, também conhecido como balanço cátion-aniônico dietético, diferença cátion-aniônica ou balanço iônico da dieta, representa a diferença entre cátions e ânions fixos totais na dieta. Segundo Block (1994) o BE é definido pela equação $(\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^- + \text{S}^{-2})$ em mEq por kg ou 100 gramas de matéria seca. O enxofre, mesmo não sendo um íon fixo, participa do cálculo de BE para ruminantes, porque os sulfatos acidificam diretamente os fluidos biológicos. Estes quatro íons são escolhidos para o cálculo de BE devido a suas influências no balanço osmótico, balanço ácido-base do organismo animal e no transporte de membranas (BLOCK, 1994).

3.3.3 Relação eletrolítica (RE)

O conceito de relação eletrolítica é descrito na literatura desde meados da década de 80, através de estudos relacionados ao equilíbrio ácido-básico de suínos e aves. Segundo Mongin (1981) o animal regula o balanço ácido-básico pela diferença da acidez líquida ingerida, produzida e a excretada. Mongin (1981) ainda enfatiza a necessidade de se adequar uma ração, não apenas ao balanço eletrolítico, mas também a relação eletrolítica expressa pela equação: $\text{RE} = (\text{K}^+ + \text{Cl}^-) / (\text{Na}^+)$. Portanto, para um adequado balanço eletrolítico total de uma dieta, não seria suficiente apenas o cálculo da diferença entre a

concentração total de ânions e cátions, mas ainda, à proporção adequada entre eles (GARCIA NETO et al., 2011).

De acordo com a literatura consultada, o perfeito ajuste entre balanço eletrolítico e relação eletrolítica são raros, e quando encontrados esses se limitam a criação de aves (AHMAD; SARWAR, 2006; GAMBIA, 2011). Possivelmente isso ocorreu devido às limitações da utilização dessa estratégia nutricional na planilha de cálculo linear para formulação nas diversas espécies. Entretanto com o uso da ferramenta Solver da planilha Excel da Microsoft® presente no Programa Prático para a Formulação de Ração para Ovinos e Caprinos (modificado para não linear ou quadrático) é possível introduzir a formulação da ração as equações matemáticas necessárias para viabilizar tanto o balanço quanto a relação eletrolítica de uma dieta (GARCIA NETO, 2011).

4 REFERÊNCIAS

AHMAD, T.; SARWAR, M. Dietary electrolyte balance: implications in heat stressed broilers. **World's Poultry Science Journal**, v. 62, n.4, p. 638-653, 2006.

ANDRADE I.S. **Efeito do ambiente e da dieta sobre o comportamento fisiológico e o desempenho de cordeiros em pastejo no semiárido paraibano**. 2006. 40f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2006. Disponível em:<
http://www.cstr.ufcg.edu.br/zootecnia/dissertacoes/iremar_dissert.pdf>Acessado em mar. 2012.

ANDRADE P.A.D. **Efeito do estresse calórico e do milho expandido em parâmetros digestivos e fisiológicos em ovinos**. 2011. 109f. Dissertação

(Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011. Disponível em: < http://www.vet.ufmg.br/ensino_posgraduacao/defesa/4_20100115105020_465>. Acessado em set. 2014.

ARRUDA, F.A.V.; FIGUEIREDO, E.A.P.; PANT, K.P. Variação da temperatura corporal de caprinos e ovinos sem-lã em Sobral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.19, n.7, p. 915-919, 1984. Disponível em:< <http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/15973/10089>> Acessado em set.2014.

BARBOSA, O.R. et al. Utilização de um índice de conforto térmico no zoneamento bioclimático da ovinocultura. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.5, p. 661-667, 1995. Disponível em: < <file:///C:/Users/User/Downloads/377.pdf>> Acessado em abr.2013

BAETA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais**: conforto animal. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 246p.

BLOCK E. Manipulation of dietary cation-anion difference on nutritionally related production diseases, productivity, and metabolic responses of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.77, n.5, p.1437-1450, maio 1994. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002203029477082X> > Acessado em abr. 2012.

BRASIL, L.H.A et al. Efeitos do estresse térmico sobre a produção, composição química do leite e respostas termorreguladoras de cabras da raça alpina. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 29, n. 6, p.1632-1641, 2000 Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbz/v29n6/5689.pdf>> Acesso em: 2 abr. 2012.

BRÊTAS, A.A. **Efeito do balanço eletrolítico da ração de suínos criados em clima quente**. 2009. 90 f. Tese (Doutorado em Ciencia Animal) - Centro de

Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, 2009.

BORGES, S.A.; MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.5, p.975-981, set-out, 2003. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/cr/v33n5/17148.pdf> > Acesso em: 2 abr. 2012.

CALOW, P. Proximate and Ultimate responses to stress in biological systems. **Biological Journal of the Linnean Society.**, v.37, n.1, p.173-181, 1989. Disponível em:< <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1095-8312.1989.tb02101.x/pdf>> Acessado em set.2014.

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 Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 614-620, maio/jun., 2004. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v28n3/18.pdf> > Acesso em: 15 mar. 2012.

CUI, J. et al. Effects of Heat Stress on Thermoregulatory Responses in Congestive Heart Failure Patients. **Journal of the American Heart Association.** 2005 Disponível em:< <http://circ.ahajournals.org/content/112/15/2286.full> >Acesso em: 31 mar. 2012.

CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de fisiologia veterinária.** 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 454p.

DEL CLARO G.R.; ZANETTI M.A.; PAIVA, F.A. Influência do balanço cátion-aniónico da dieta no rúmen e no desempenho de ovinos. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia**, v.57, n.5, p.644-651, outubro 2005.

Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v57n5/26913.pdf> >Acessado em mar. 2012.

ENCARNAÇÃO, R.O. **Estresse e produção animal**. 2.reimp. Campo Grande: EMBRAPA, 1992. 33p. (EMBRAPA - CNPGC – Documento 34).

EUSTÁQUIO FILHO A.; TEODORO S.M.; CHAVES M.A. Zona de condoto térmico de ovinos da raça Santa Inês com base nas respostas fisiológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.8, p.10-7-1814, 2011. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v40n8/26.pdf>> Acessado em mar. 2012.

EVORA P.R. et al. Distúrbios do equilíbrio hidroeletrólítico e do equilíbrio acidobásico – uma revisão prática. **Medicina, Ribeirão Preto**. v.32, p. 451-469, 1999. Disponível em:< <file:///C:/Users/User/Desktop/12717-15635-1-SM.pdf>> Acessado em out. 2014.

GAMBA J.P. **Uso estratégico do equilíbrio eletrolítico para minimizar os efeitos do estresse térmico em frangos de corte**. 2011. 92f. Dissertação em Medicina Veterinária Preventiva e Produção Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba – Unesp, Araçatuba. 2011. Disponível em:<<http://www.fmva.unesp.br/include/arquivos/fmva/pgca/files/dissertacoes/mvppa/2011/Juliana-Pereira-Gamba-ME.PDF>> Acessado em set. 2012.

GARCIA NETO, M. Programa prático para formulação de rações / ovinos e caprinos PPR. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/ppfrparaexcel2007ousuperior/planilhas-ppfr/ovinos-e-caprinos>> Acesso em: 12 ago. 2012.

GARCIA NETO et al. Aquisição de termotolerância com uso do equilíbrio eletrolítico em frangos de corte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AVICULTURA, 22. 2011. p. 79-80.

HASTENPFLUG M.; WOMMER T.P.; GALVANI D.B. Influência de Diferentes Alturas de Velo Sobre Parâmetros Fisiológicos de Ovinos Acondicionados Naturalmente em Pastejo. In: SEMINÁRIO SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA. 1.ed. 2007. Disponível em:< <http://revistas.utfpr.edu.br/dv/index.php/SSPA/article/view/782/283>>Acessado em mar. 2012.

HILL R.W.; WYSE G.A.; ANDERSON M. Relação Térmica. In: _____. **Fisiologia animal**, 2. ed. Artmed, 2012. cap.9, p. 205-229.

LARA A.C. et al. Alimentação da vaca mestiça, In: GONÇALVES L.G., BORGES I., FERREIRA P.D.S. Alimentação de gado de leite. **FEPMVZ**. Disponível em:< <http://www.vet.ufmg.br/ARQUIVOS/FCK/file/Livro%20%20Alimenta%C3%A7%C3%A3o%20de%20Gado%20de%20Leite.pdf> > Acessado em mar. 2012.

MENDES L.C.N. et al. Efeito da Tosquia na temperatura corpórea e outros parâmetros clínicos em ovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira** v. 33, n.6, p.817-825, 2013. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/pvb/v33n6/21.pdf>> Acessado em set. 2014.

MONGIN P. Recent advances in dietary anion-cation balance: applications in poultry. **Proceedings of the Nutrition Society**. N.40, p.284-294, 1981. Disponível em:< http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FPNS%2FPNS40_03%2FS0029665181000499a.pdf&code=0ab88222319e96fbe4a6c55bf429b91c> Acessado em mar. 2014.

NAVARINI, F.C.; KLOSOWSKI, E.S.; CAMPOS, A.T.; TEIXEIRA, R.A.; ALMEIDA, C.P. Conforto térmico de bovinos da raça nelore a pasto sob diferentes condições de sombreamento e a pleno sol. **Engenharia Agrícola**,

Jaboticabal, v.29, n.4, p.508-517, out./dez. 2009. Disponível em:<
<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v29n4/v29n4a1.pdf> > Acesso em: 23 mar. 2012

NEIVA, J.N.M. et al. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santas Inês mantidos em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.33, n.3, p.668-678, 2004. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v33n3/21487.pdf> Acesso em: 16 mar. 2012.

NEVES, M.L.M.W. et al. Níveis críticos do Índice de Conforto Térmico para ovinos da raça Santa Inês criados a pasto no agreste do Estado de Pernambuco. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 31, n. 2, p. 169-175, 2009. Disponível em:< <http://www.doaj.org/doaj?func=abstract&id=451414> > Acesso em: 23 mar. 2012.

PIRES, M.F.A. **Manejo nutricional para evitar o estresse calórico**. Juiz de Fora: EMBRAPA, 2006. 4f. (Comunicado técnico, 52).

QUESADA, M.; MCMANUS, C.; COUTO, F.A.D. Tolerância ao Calor de Duas Raças de Ovinos Deslanados no Distrito Federal. **Revista brasileira zootecnia**, v.30, n.3, p.1021-1026, 2001 (Suplemento 1). Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v30n3s1/5521.pdf>> Acesso em: 16 mar. 2012.

RASLAN L. S. A. Aspectos comportamentais e fisiológicos de ovino SRD sob pastejo com e sem sombreamento. 2008. 99p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2008. Disponível em: < <http://www.uesb.br/ppz/defesas/2008/mestrado/LAZAROSAMIRABRANTESRASLAN.pdf> >. Acessado em set. 2014.

RIBEIRO, N.; FURTADO, A. D.; MEDEIROS, N. A.; RIBEIRO, N. M.; SILVA, B. C. R.; SOUZA, S. M. C. Avaliação dos índices de conforto térmico, parâmetros

fisiológicos e gradiente térmico de ovinos nativos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v.28, n.4, p. 614-624, 2008. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/eagri/v28n4/01.pdf> > Acesso em: 16 mar. 2012.

RURAL CHEMICAL INDUSTRIES. **Heat stress in dairy cattle**. 2006. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/heat%20stress%20in%20dairy%20cattle%20all%20portrait%20(3).pdf> Acesso em: 08 ago. 2014.

SCHFÄUSER, JUNIOR. J. O balanço de cátions e ânions em dietas para vacas leiteiras no período de transição. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.13, n.1, p. 112-127. 2006. Disponível em: < file:///C:/Users/User/Downloads/2345-8419-1-PB%20(3).pdf>Acesso em: 2 abr. 2012.

SHEARER, J. K.; BEEDE, D. K. Heat stress. Part 1: thermoregulation and physiological responses of dairy cattle in hot weather. **Agri – Practice**, v. 11, p. 5 – 17, 1990.

SILANIKOVE N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, n.67, p.1-18, 2000. Disponível em: < http://ac.els-cdn.com/S0301622600001627/1-s2.0-S0301622600001627-main.pdf?_tid=1ae80c0c-57e8-11e4-b1f600000aab0f02&acdnat=1413761692_58477be1c9562940c9ba1303840592c9 > Acessado em mar. 2014.

SOUZA, B.B. ; BATISTA, N.L. Os efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia Animal. **ACSA**. v.8, n.3, p.06-10, 2012. Disponível em:< <http://150.165.111.246/ojs-patos/index.php/ACSA/article/viewFile/174/pdf> > Acessado em: set. 2014.

STARLING, J.M.C.; SILVA, G.M.; CERÓN-MUÑOZ, M.; BARBOSA, G.S.S.C.; COSTA, M.J.R.P. Análise de algumas variáveis fisiológicas para avaliação do

grau de adaptação de ovinos submetidos ao estresse por calor. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.31, n.5, p.2070-2077, 2002. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v31n5/a22v31n5.pdf> > Acesso em: 16 mar. 2012.

URIBE-VELÁSQUEZ, L.F. et al. Concentrações Plasmáticas de Cortisol, Hormônios Tiroídeos, Metabólitos Lipídicos e Temperatura Corporal de Cabras Alpinas Submetidas ao Estresse Térmico. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.27, n.6, p.1123-1130, 1998. Disponível em:< <http://www.revistasbz.org.br/scripts/revista/sbz1/Artigos/2205.pdf> >Acesso em: 19 mar. 2012.

VERÍSSIMO, C. J. **Tolerância ao calor em ovelhas de raças de corte lanadas e deslanadas no Sudeste do Brasil**. 2008. 61 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, Zootecnia. Pirassununga. 2008. Disponível em:< http://www.caprilvirtual.com.br/Artigos/tese_cecilia_iz.pdf >Acesso em: 19 mar. 2012.

CAPÍTULO 2 - ESTRATÉGIAS NUTRICIONAIS: CONTROLE DO ESTRESSE TÉRMICO EM OVINOS

RESUMO: Objetivou-se com esse trabalho, avaliar o efeito de alterações no equilíbrio eletrolítico de dietas, com base em modificações no balanço (BE) e relação eletrolítica (RE), como forma de controle das alterações fisiológicas causadas pelo estresse térmico em ovinos. Para tanto, foram avaliados os parâmetros fisiológicos de 12 cordeiros lanados, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente ao acaso, em arranjo fatorial incompleto 3x3, totalizando cinco tratamentos. Os parâmetros fisiológicos foram avaliados em três períodos distintos, dois deles com temperaturas médias de 28°C, apresentando um período intermediário com temperaturas variando entre 35 e 37°C. Os balanços eletrolíticos (BE) estudados foram 0, 50 e 100 mEq kg⁻¹ e as relações eletrolíticas (RE) 5:1, 10:1 e 15:1. Os resultados foram submetidos à análise de variância e posteriormente a análise de regressão. Os parâmetros fisiológicos frequências cardíaca, frequências respiratória, temperatura de mucosa retal, temperatura do globo ocular, temperatura da axila e movimentos ruminais os quais se apresentaram sensíveis aos níveis de suplementação de BE e RE também foram influenciados de forma significativa ($P < 0,05$) pela elevação na temperatura ambiental. Os resultados indicaram que os grupos com balanço eletrolítico menores que 50 mEq kg⁻¹ e relação entre 8 e 14 foram superiores ao restante dos tratamentos, nos três períodos experimentais. Dessa forma, podemos concluir que a utilização do equilíbrio eletrolítico em ovinos lanados foi capaz de modular as respostas fisiológicas desses animais, ao aumento da temperatura ambiental, mitigando o efeito do estresse térmico.

Palavras-Chave: fenômenos fisiológicos da nutrição animal, nutrição, regulação temperatura corporal, ruminantes, temperaturas altas.

1 Introdução

A maior parte do território brasileiro encontra-se na faixa tropical, onde predominam altas temperaturas, elevada incidência de radiação solar, baixa amplitude térmica ao longo do ano e grande amplitude térmica diária (TITTO, 1998 citado por LARA et al., 2009). A combinação destes elementos pode gerar um ganho extra na temperatura corporal ao longo do dia, caso o limite superior da homeotermia seja atingido e o organismo não for mais capaz de impedir a elevação da temperatura interna, o animal entra em hipertermia, desencadeando alterações de ordem fisiológicas chamadas de estresse calórico (SILVA, 2000).

No organismo estressado ocorrem mudanças em quase todo o sistema endócrino, diminuindo a liberação do hormônio de crescimento (GH), hormônios tireotróficos (TSH) e gonadotróficos (FSH e LH) (ENCARNAÇÃO, 1992), em adição o estresse térmico pode alterar o equilíbrio ácido-básico e eletrolítico podendo levar a um quadro de acidose ou alcalose metabólica afetando a saúde e a capacidade produtiva dos animais (SCHFHÄUSER, 2006).

A utilização do balanço eletrolítico, na formulação de dietas para ovinos, foi descrita por Del Claro (2005) como forma de aumentar a ingestão de matéria seca, ganho de peso diário e eficiência alimentar. Além de interferir no equilíbrio eletrolítico, podendo reverter quadros de acido ou alcalose metabólica com a adição de cátions ou ânions na alimentação (BLOCK, 1994), reduzindo os efeitos do desequilíbrio de eletrólitos causado pelo estresse calórico, melhorando a produtividade de animais mantidos em clima quente (BARBOSA et al., 2004).

Todavia, Mongin (1981) reforça a necessidade de se adequar a ração, não apenas ao balanço eletrolítico, mas também pela relação eletrolítica expressa pela equação $[K^+ + Cl^-]/[Na^+]$.

Objetivou-se com esse trabalho, avaliar a combinação de diferentes balanços e relações eletrolíticas como forma de controle das alterações fisiológicas causadas pelo estresse térmico em ovinos.

2 Materiais e métodos

2.1 Tratamento e delineamento experimental

Foram estudadas cinco dietas para cordeiros com os mesmos valores nutricionais e energéticos, porém com diferentes equilíbrios eletrolíticos, resultantes da combinação entre os balanços eletrolíticos (BE) de 0, 50 e 100 meq kg⁻¹ de ração e as relações eletrolíticas (RE), de 5:1, 10:1 e 15:1 (Tabela 1), avaliando-se os efeitos dos tratamentos sobre a redução do estresse térmico em cordeiros.

O BE e a RE foram calculados por:

$$BE = ([Na^+] + [K^+]) - ([Cl^-] + [S^{-2}]), \text{ em meq kg}^{-1} \text{ de ração};$$

$$RE = ([K^+] + [Cl^-] + [S^{-2}]) / [Na^+].$$

Estes quatro minerais foram escolhidos para o cálculo do BE e RE por estarem intrinsicamente ligados ao estado ácido-básico do animal. O enxofre apesar de habitualmente não ser utilizado no BE e RE de outras espécies, nos ruminantes foi considerado indispensável para essas formulações devido a sua alta capacidade acidificante, marcada pela sua dupla carga negativa (BLOCK, 1994).

O delineamento experimental foi o inteiramente ao acaso, em arranjo fatorial incompleto 3x3, totalizando cinco tratamentos, com duas repetições por tratamento, sendo quatro repetições para o ponto central (Tabela 1).

Tabela 1 - Diagrama da distribuição do BE e RE de cada tratamento. E distribuição do número de cordeiros segundo os tratamentos

RE ²	BE ¹		
	0	50	100
5:1		2	
10:1	2	4	2
15:1		2	

1-Balanço eletrolítico.

2- Relação eletrolítica.

2.2 Condução experimental

O projeto foi desenvolvido na Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba, UNESP, apresentando clima tropical com estação seca (classificação climática de Köppen–Geiger: Aw), com latitude de 21° 11' S, longitude 50° 26' W e altitude de 389 m, no período de 07/01 à 19/02/2014. O ensaio foi conduzido no galpão experimental climatizado do Setor de Zootecnia, edificado de alvenaria com dimensões de 7,85 x 45,70m e pé-direito de 3m, com orientação Leste-Oeste, coberto com telhas especiais com isolamento térmico, fechamento lateral com cortinas e equipado com sistema de climatização por resfriamento evaporativo adiabático e ventilação de pressão negativa. Em seu interior, os animais foram alojados em cinco baias, quatro delas com dimensões de 1,5 x 3,0m alojando dois cordeiros cada e uma quinta baia com o tamanho 3,0 x 3,0m alojando quatro cordeiros (tratamento BE50/RE10), todas elas recobertas com piso de cama de maravalha.

Foram utilizados 12 cordeiros mestiços, lanados, cruzamentos das raças Suffolk, Texel e Ile de France com cerca de três meses idade, pesando em média 18 kg, que foram alimentados com silagem de milho maduro e rações experimentais formuladas à base de farelo de soja, farelo de trigo, milho em

grão, suplemento vitamínico, calcário e fosfato bicálcico, seguindo-se as recomendações do NRC (1985), sendo que os sais (NaHCO_3 , NaCl , KHCO_3 , K_2SO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, MnSO_4 , ZnSO_4 e uréia) foram ajustados conforme as necessidades mínimas em Na, K, Cl e S e os ajustes eletrolíticos indicados para cada tratamento. Nas Tabelas 2 e 3 encontram-se representadas as proporções entre concentrado e volumoso, e a composição percentual dos ingredientes de cada tratamento respectivamente.

Tabela 2 - Proporção de concentrado e volumoso de cada tratamento

Tratamento	Volumoso	Concentrado
BE0/RE10	75,83%	24,17%
BE50/RE5	77,53%	22,47%
BE50/RE10	83,48%	16,52%
BE50/RE15	96,47%	3,53%
BE100/RE10	91%	8%

Para o cálculo das rações, foi empregado o *software* Programa Prático para Formulação de Rações (PPFR) (GARCIA NETO, 2012) modificado para o princípio não linear de formulação, visando atender especificamente o cálculo da relação eletrolítica. Todo o procedimento de mistura da ração foi realizado na fábrica de rações do Setor Experimental de Zootecnia.

Tabela 3 - Composição percentual das dietas em base natural de acordo com cada tratamento

Ingredientes		Equilíbrio Eletrolítico (BE/RE)				
		0 / 10:1	50 / 5:1	50 / 10:1	50 / 15:1	100 / 10:1
Silagem milho maduro	%	75,83	77,5	83,5	96,4	91
Milho (grão)	%	15,91	12,9	11,8		3,6
Trigo, farelo	%	3,79	5,6	0,02		1,9
Soja, farelo (44%)	%	3,7	3,1	4	3,1	3,1
Uréia	%	0,12	0,07	0,1		
Calcário calcítico (Ca)	%	0,37	0,4	0,2		0,09
Fosfato bicálcico (P)	%	0,067		0,2	0,17	0,1
Sal comum (NaCl)	%	0,09	0,2	0,07	0,05	0,07
Enxofre 70%	%	0,08	0,03	0,04	0,08	0,02
Sulfato Zn	%		0,005	0,05	0,003	0,004
Sulfato Fe	%					
Sulfato Mn	%	0,004	0,003	0,004	0,002	0,002
Composição Calculada						
NDT	%	30,2	29	26,3	18,9	21,9
PB	%	5,6	5,3	4,9	3,5	4,0
Ca	%	0,28	0,27	0,25	0,19	0,21
P	%	0,14	0,14	0,12	0,09	0,10
Na	%	0,47	0,09	0,04	0,03	0,03
K	%	0,36	0,36	0,35	0,38	0,36
S	%	0,12	0,09	0,09	0,1	0,06
Cl	%	0,12	0,2	0,12	0,1	0,1
BE	mEq/kg	0	50	50	50	100
RE		10	5	10	15	10

Os animais permaneceram confinados no galpão por 45 dias, e foram alojados, em cinco grupos, recebendo água e a alimentação *ad libitum*. Durante o primeiro e o 34º dia de experimento os animais foram mantidos em uma temperatura média de 28°C, com umidade relativa do ar em torno de 70, para que isso fosse possível toda vez que a temperatura interna do galpão atingia 28°C o sistema de climatização por resfriamento evaporativo adiabático e

ventilação de pressão negativa era ativado. Ao 35º dia de experimento, os animais foram submetidos a um estresse térmico agudo, com temperaturas na faixa de 35 á 37 °C, com umidade relativa do ar na média de 34, por um tempo de 4 h d⁻¹ com início as 13 e término às 17 horas, durante quatro dias consecutivos. Para que isto fosse possível, o sistema de refrigeração e ventilação do galpão foi desligado às 13 horas, as cortinas permaneceram fechadas e foi acionado o sistema de aquecimento, constituído por uma série de resistências cônicas, com 400 W de potência cada, com controle automatizado de temperatura, garantindo a elevação gradual da temperatura ambiental chegando à temperatura máxima às 15 horas de cada dia. No término das quatro horas o sistema de aquecimento era desligado e o de refrigeração ligado baixando a temperatura ambiental próximo dos 28°C rapidamente.

2.3 Parâmetros fisiológicos

Para avaliar a resposta dos cordeiros ao estresse térmico foram aferidos os parâmetros fisiológicos, frequências cardíaca (FC), frequências respiratória (FR), temperatura de mucosa retal (TR), temperatura do globo ocular (TO), temperatura da axila (TA), movimentos ruminais (MR) e apetite. Os cordeiros foram avaliados ás 15 e 17 horas entre o 34º e 39º dia de ensaio, antes do período de estresse térmico (34º dia, controle), sob estresse térmico (35º ao 38º dia) e depois do período de estresse térmico (39º dia). A temperatura retal foi medida por termômetro de mercúrio. A termografia do globo ocular e axila com auxílio da câmara Flir i60 (Flir Systems - USA) a um metro de distância dos animais em repouso, em tempo real, sem que as partes a serem fotografadas fossem tocadas, para evitar possíveis alterações das temperaturas locais, sendo as imagens gravadas e analisadas através do programa QuickReport. A FC, FR e MR foram determinados através da contagem dos batimentos cardíacos e movimentos respiratórios no período de

um minuto e a motilidade ruminal por três minutos, com o auxílio de um estetoscópio (Litiman Classic II). Para que não houvesse influência da manipulação dos animais sobre os parâmetros avaliados, esses foram adaptados a este manejo durante todo o período inicial do experimento. E a ingestão voluntária (consumo) foi estabelecida através da diferença entre alimento oferecido e as sobras de cada grupo nos três períodos experimentais. Todos os dados foram anotados em fichas individuais para posterior análise.

2.4 Avaliações complementares

De forma, a complementar os achados dos parâmetros fisiológicos, foram realizadas as mensurações séricas da concentração do hematócrito (HT) e hemoglobina (HB), além da avaliação do consumo diário de ração desses animais entre o 34° e 39° dia de ensaio, nos períodos antes, durante e depois do estresse térmico.

As amostras de HT e HB foram coletadas por meio da punção da veia jugular com seringa de plástico (Drihep™ A-Line™, Becton Dickinson Company, BD Brasil) contendo heparina lítio cálcio (80 UI de heparina), para volume de 1,6 mL, acoplada a agulha hipodérmica 25 x 0,7 mm.. E as amostras processadas pelo analisador clínico eletrônico portátil (i-Stat® Portable Clinical Analyzer, Abbott Laboratories, Abbott Park, Illinois, EUA), utilizando-se cartucho CHEM8+ (Abbott Laboratories, Abbott Park, Illinois, EUA).

O consumo diário de ração foi obtido através da diferença entre o volume diário oferecido pela manhã a esses animais menos as sobras da ração retiradas na manhã seguinte.

2.5 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância para verificar os efeitos do tratamento e, posteriormente, análise de regressão para avaliar os efeitos dos níveis de cada suplementação, de acordo com o gráfico de contorno e superfície de resposta quais os intervalos indicados pelos resultados são os mais apropriados para o propósito do experimento, segundo os procedimentos GLM e RSREG do sistema SAS (SAS INSTITUTE, 2000).

2.6 Aprovação comitê de ética no uso de animais (CEUA)

Para que fosse possível a realização do projeto de pesquisa a proposta experimental foi enviada para o Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) a qual foi aprovada de acordo com o processo FOA – 1627-2012.

3 Resultado

Os parâmetros fisiológicos frequência cardíaca ($P=0,0365$), frequência respiratória ($P<0,0001$), temperatura de mucosa retal ($P<0,0001$), temperatura do globo ocular ($P<0,0001$), temperatura da axila ($P<0,0001$) e movimentos ruminais ($P=0,015$) foram influenciados significativamente com o efeito quadrático entre os três períodos estudados (Tabela 4). O efeito do aumento da temperatura sobre os parâmetros fisiológicos foi evidente, causando aumento nas variáveis frequências cardíacas, frequências respiratórias, temperatura de mucosa retal, temperatura do globo ocular, temperatura de axila e movimentos ruminais durante o período com estresse térmico se comparado com os períodos sem estresse térmico.

Tabela 4 – Resultados da estimativa (Est.) e P-valor (Pr > |t|) das variáveis fisiológicas em função das variantes DIA, BE, RE, DIA², BE², RE², suas interações e da Lack of Fit (falta de ajuste da equação)

	FC		FR		TR		TO		TA		MR	
	Est.	Pr > t	Est.	Pr > t	Est.	Pr > t	Est.	Pr > t	Est.	Pr > t	Est.	Pr > t
Intercept	-62,539	0,453	-1053,373	0,000	26,181	<,0001	-18,868	<,0001	-52,445	38,301	-11,046	0,052
Dia	27,370	0,048	233,780	<,0001	2,386	<,0001	9,303	<,0001	14,185	1,881	2,445	0,009
BE	0,440	0,235	-0,826	0,454	0,012	0,159	0,005	0,711	0,080	-0,485	-0,013	0,580
RE	8,017	0,091	-14,796	0,290	-0,030	0,784	0,763	<,0001	0,446	0,863	-0,266	0,387
Dia*Dia	-1,223	0,037	-9,910	<,0001	-0,103	<,0001	-0,386	<,0001	-0,570	-3,565	-0,107	0,007
BE*Dia	0,004	0,887	-0,047	0,578	0,000	0,545	0,000	0,632	-0,002	-0,200	0,001	0,788
BE*BE	-0,005	0,008	0,017	0,001	0,000	0,111	0,000	0,004	-0,001	-1,788	0,000	0,235
RE*Dia	-0,100	0,722	-0,700	0,409	0,000	1,000	-0,034	0,001	-0,024	-0,294	-0,010	0,592
RE*RE	-0,318	0,058	0,902	0,072	0,002	0,685	-0,017	0,003	0,000	-0,004	0,021	0,056
Lack of Fit		0,809		0,8546		0,9014		0,0713		0,2653		0,6047

Constatou-se efeito quadrático significativo para BE (P=0,0079) e RE (P=0,0576) em relação à FC, com ponto de máximo. Desta forma a FC dos grupos varia e é influenciada tanto pelos valores de BE e RE, com associações entre BE e RE mais favoráveis ou não a FC (Figura 1).

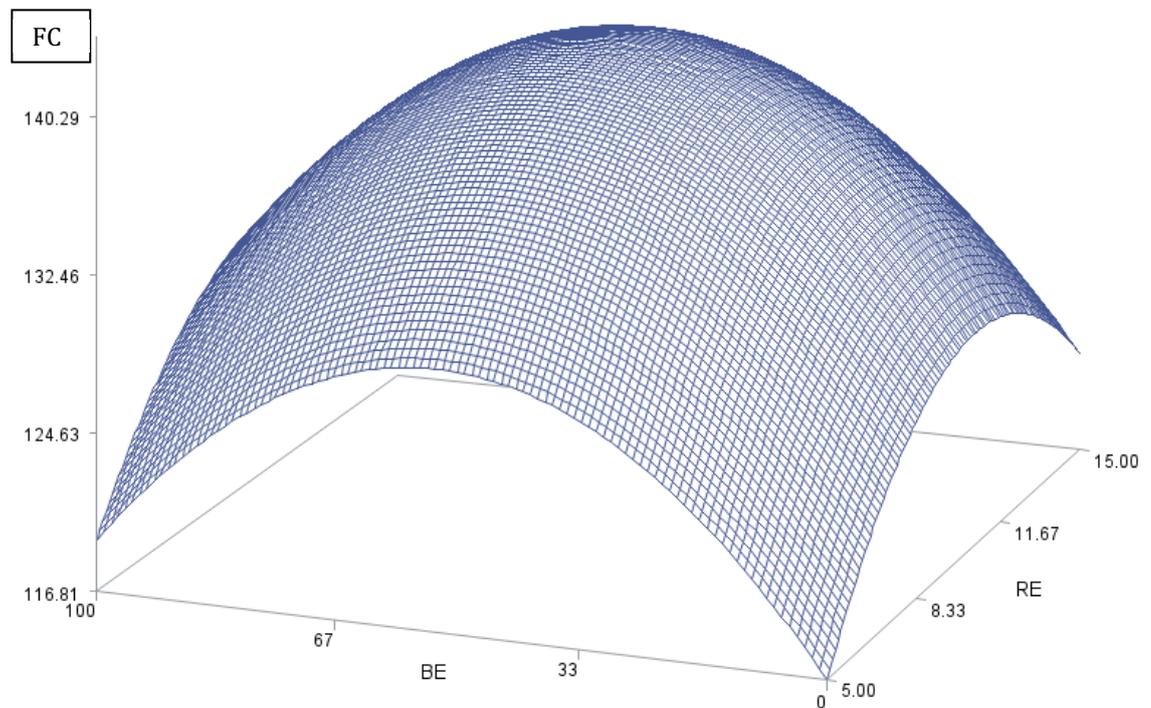
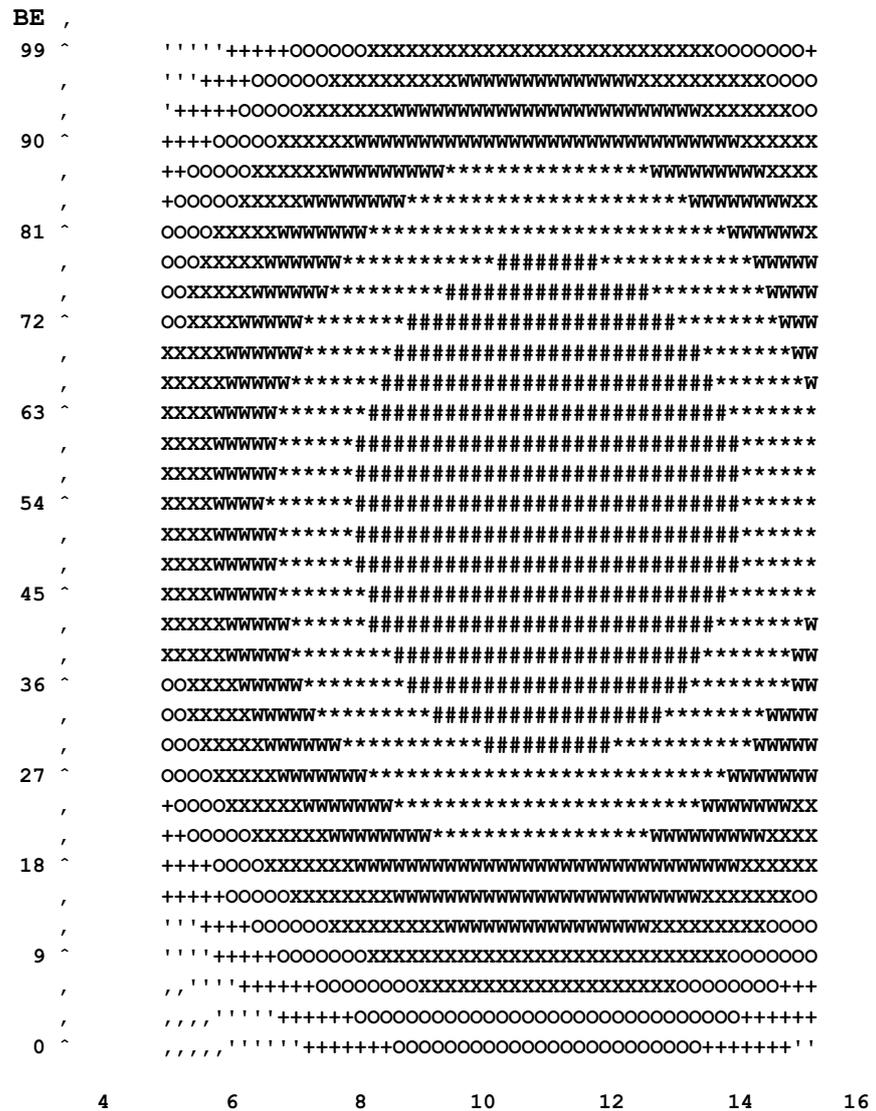


Figura 1- Superfície de resposta para FC, segundo as alterações do BE e RE da dieta, no período sob estresse térmico: Indicação do ponto de máxima

O valor mais desfavorável da FC foi alcançado no período de estresse térmico quando utilizado o BE igual a 50 e RE igual a 10, e a FC declinou gradativamente à medida que o BE se aproximava de 0 e RE em torno de 9 (Figura 2).



Symbol	FC	Symbol	FC	Symbol	FC
++++	116,81 - 119,74	oooo	125,61 - 128,55	****	134,42 - 137,35
''''	119,74 - 122,68	xxxxx	128,55 - 131,48	####	137,35 - 140,29
++++	122,68 - 125,61	wwwww	131,48 - 134,42		

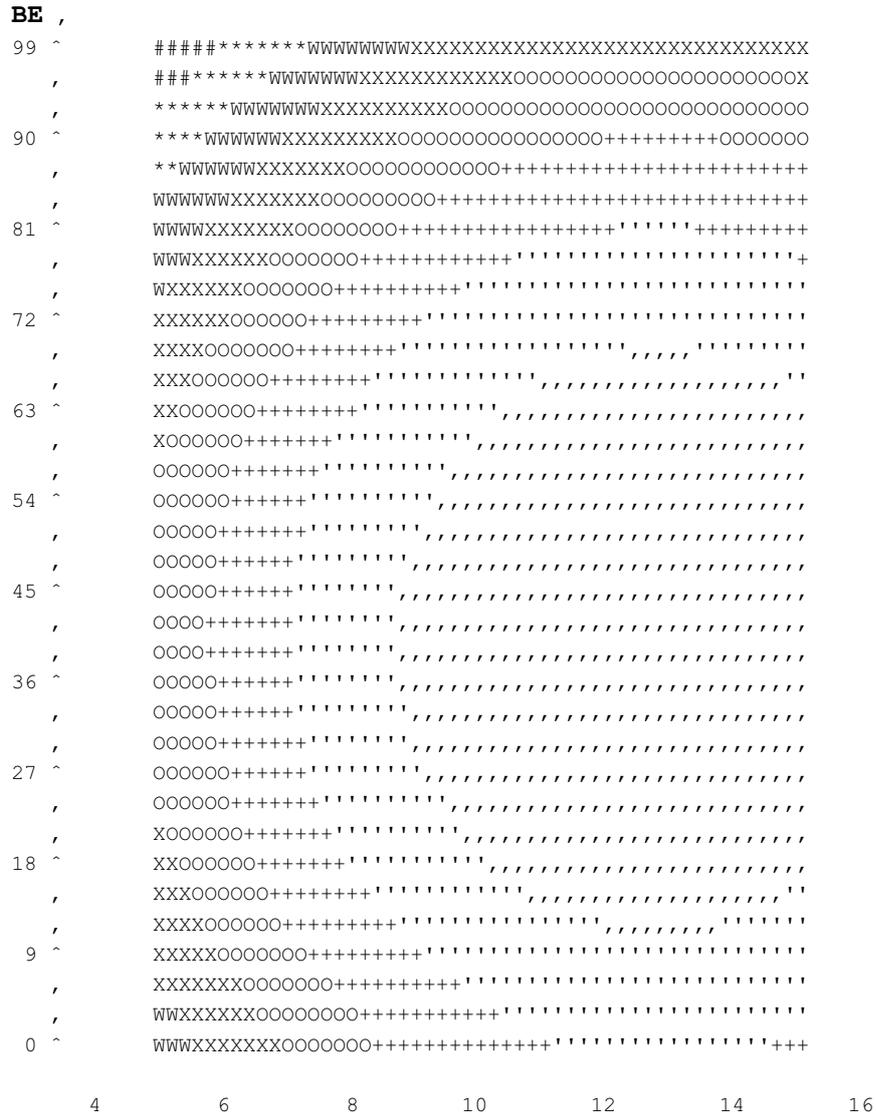
Figura 2 - Gráfico de contorno para FC, segundo as alterações do BE e RE da dieta, no período de estresse térmico: Representação da redução de FC à medida que o BE se aproxima de 0

Da mesma maneira que o balanço eletrolítico desempenhou efeito quadrático significativo sobre a FC, este efeito também pode ser notado na frequência respiratória ($P=0,0012$). A RE mostra-se significativo com o $P=0,0723$, com efeito quadrático. E não foi possível observar um ponto ótimo (máximo ou mínimo) descrito pela análise canônica, resultante de definição um ponto de sela para este parâmetro. Neste caso aplica-se a estimativa Ridge para definir o melhor resultado para análise de regressão em questão. Assim, após esse procedimento, a menor frequência respiratória foi atingida quando o BE foi igual a 47 e a RE igual a 11 (Tabela 5), em adição, o gráfico de contorno demonstrou uma região ótima sob o período de estresse térmico onde as menores frequências respiratórias encontram-se presentes nos balanços eletrolíticos variando de 10 a 55 e relações eletrolíticas de 9 a 15 (Figura 3).

Tabela 5 - Resposta Ridge para obtenção das respostas mínimas das variáveis estudadas dentro e fora do período de estresse térmico

Variável	BE	RE	Dia ¹
FR	47,0	10,9	13,9
FC	6,2	8,8	12,5
MR	42,2	9,8	9,8
TR	43,6	9,9	9,0
TGO	54,7	9,3	9,0
TA	52,6	9,3	9

1- Corresponde ao dia do mês de Fevereiro em que ocorreu o experimento, onde o dia 9,10, 11,12 e 13 equivalem ao último dia sem estresse térmico, 1º, 2º, 3º e 4º dia de estresse térmico respectivamente.



Symbol	FR	Symbol	FR	Symbol	FR
,,,,,	153,02 - 167,71	OOOOO	197,08 - 211,77	*****	241,15 - 255,83
''''''	167,71 - 182,40	XXXXXX	211,77 - 226,46	#####	255,83 - 270,52
+++++	182,40 - 197,08	WWWWW	226,46 - 241,15		

Figura 3 - Gráfico de contorno para FR, segundo as alterações do BE e RE da dieta, sob o período de estresse térmico: Representação da região ótima presente nos balanços eletrolíticos variando de 10 a 55 e relações eletrolíticas de 9 a 15

Os valores para a TR nos períodos fora do estresse térmico foram em média de 39,4°C enquanto que para o período sob estresse térmico foi de 40°C. A TR não foi influenciada significativamente pelo efeito quadrático do BE e RE. E a análise canônica resultou em um ponto de sela, neste caso específico o ponto de sela foi formado devido ao comportamento inverso entre BE e RE, onde o BE apresentou um ponto de máxima (morro) e o RE ponto de mínimo (vale) resultando em um gráfico em formato de sela, como pode ser observado no Figura 4.

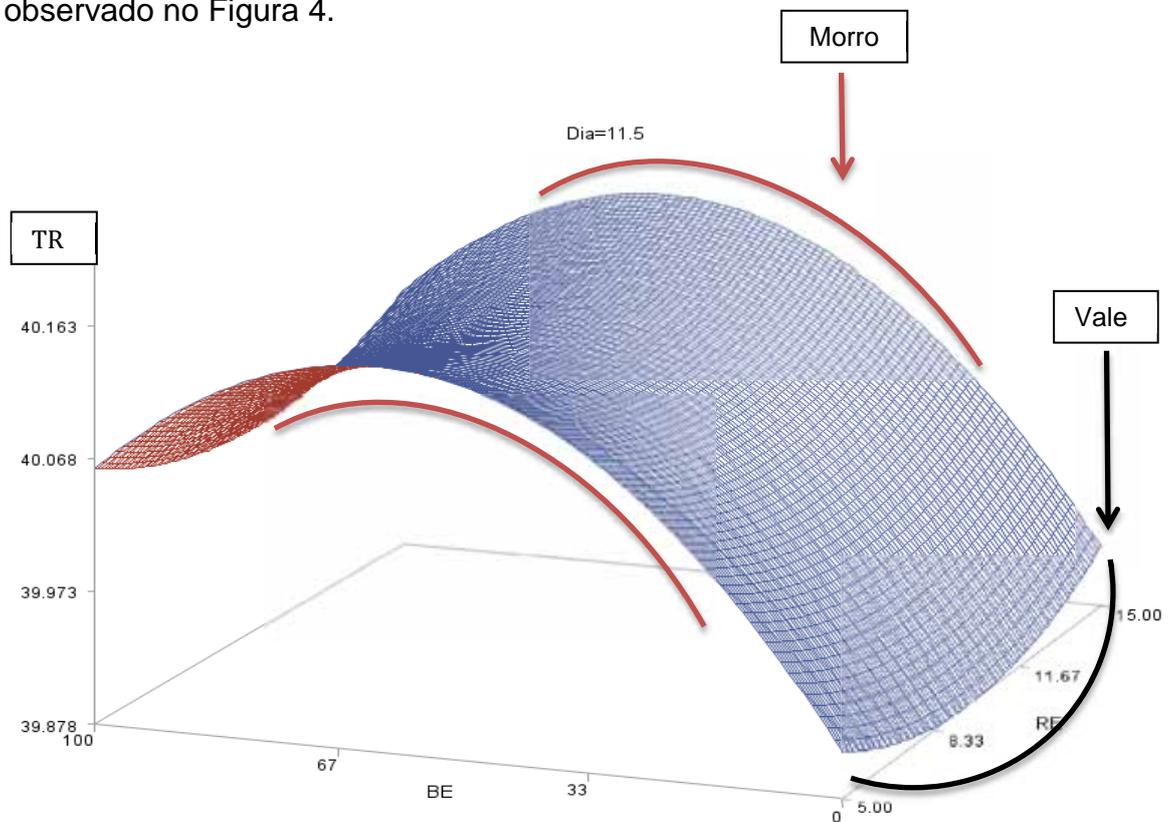


Figura 4 - Superfície de resposta para TR, segundo as alterações do BE e RE da dieta, no período sob estresse térmico: Representação do ponto de sela, formado pelo BE em formato de morro e RE em formato de vale

Apesar da pequena variação da TR a superfície de resposta e gráfico de contorno indicam que os BE e RE mais apropriados para variável TR são os menores que 50 e entre 8 e 11 respectivamente.

A TO e TA dos animais do período sob estresse térmico foram superiores estatisticamente quando comparada a TO e TA do período antes do estresse térmico, com uma variação média de 2°C para TO e 5,5°C para TA entre períodos.

A análise de variância resultou em efeito quadrático significativo do balanço e relação eletrolítica sobre a TO ($P=0,004$ e $P=0,033$ respectivamente), a análise canônica resultou em ponto de máxima, onde as combinações entre BE 50 e RE 10 conferiram a maior TO do período sob estresse térmico, entretanto uma queda na TO foi observada quando o BE se eleva e o RE apresenta relações mais estreitas (Figura 5).

A TA foi influenciada significativamente pelo efeito quadrático do BE ($P=0,0262$), porém sem que houvesse efeito significativo do RE sobre a TA e a análise canônica resultou em ponto de sela. Segundo a análise Ridge a menor TA foi obtidas quando o BE foi igual a 50 e a RE correspondente a nove (Tabela 2).

A MR não diferiu significativamente quanto à variação do balanço e relação eletrolítica, acompanhando uma variação fisiológica ao longo dos períodos antes e sob estresse térmico. As maiores MR foram encontrados durante o período sob estresse térmico, seguidos de uma redução a baixo dos níveis fisiológicos encontrada nos grupos BE 50 RE 5 e BE 50 e RE 10, no período depois do estresse térmico.

Ao avaliar o apetite nos três períodos experimentais, foi possível determinar a queda do apetite em todos os grupos nos períodos mais críticos do período sob estresse térmico.

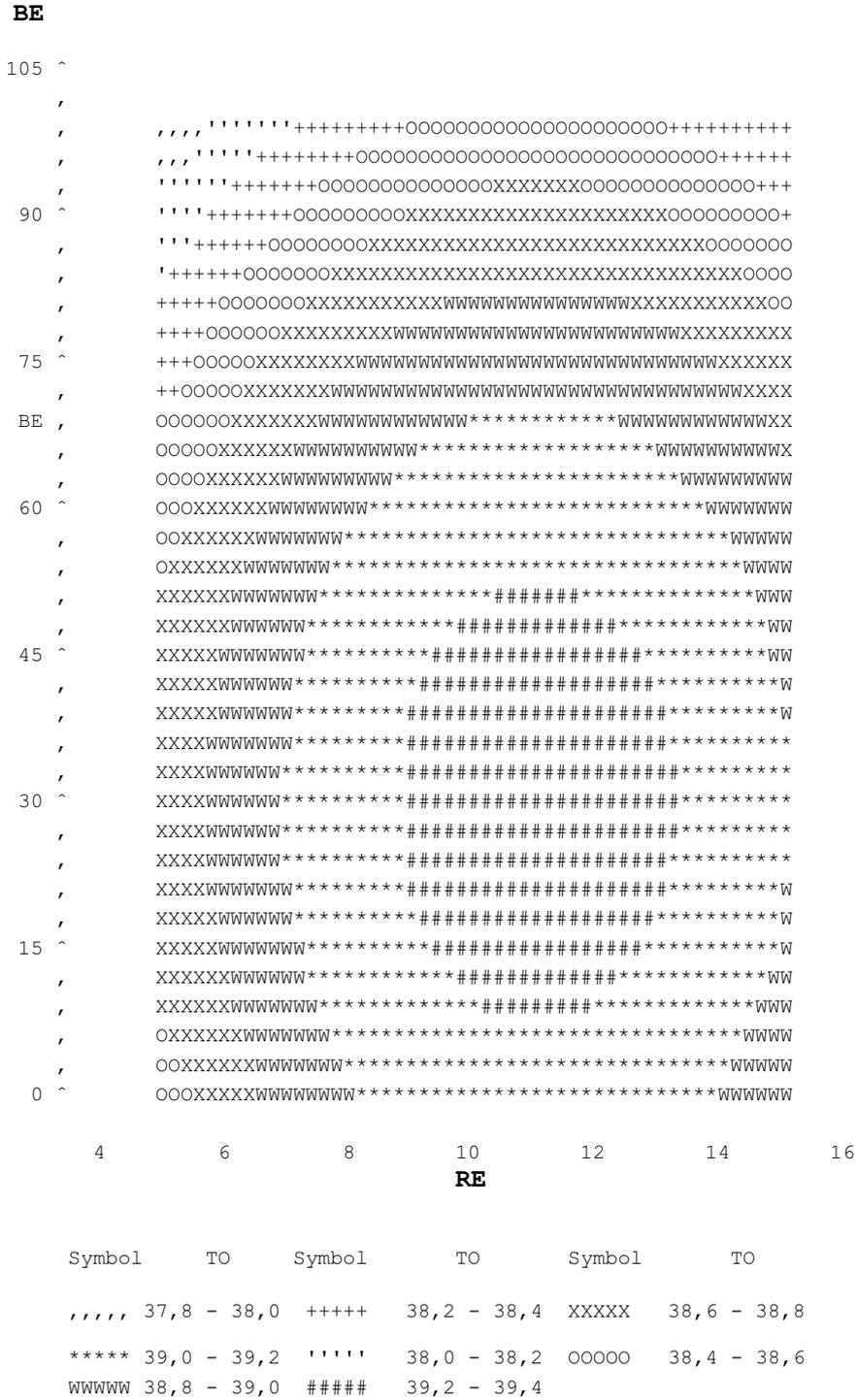


Figura 5 - Gráfico de contorno para TO, segundo as alterações do BE e RE da dieta, no período sob estresse térmico: Representação da redução da TO à medida que o BE se aproxima de 100

4 Discussão

O efeito do aumento da temperatura ambiental no período sob estresse térmico foi evidente em todos os animais testados neste experimento evidenciado pela resposta quadrática, refletindo em aumento transitório dos parâmetros avaliados, sendo unanime nas publicações consultadas o aumento das variáveis fisiológicas em animais impostos a altas temperaturas (ANDRADE et al., 2006; CEZAR et al., 2004; EUSTAQUIO FILHO et al., 2011; MCMANUS et al. 2009; RASLAN, 2008; STARLING et al., 2002).

O efeito quadrático significativo do período, pode ser explicado “à um sob e desce de valores das variáveis fisiológicas”, caracterizado por uma elevação passageira nos valores das variáveis estudadas sofrida durante o aumento da temperatura ambiental. Os animais no período antes do estresse térmico encontravam adaptados ao clima que os foi impostos durante os primeiros 34 dias de experimento mantendo as variáveis fisiológicas adaptadas para aquele período, quando introduzido o aumento da temperatura para 37° no período sob estresse térmico como medida compensatória as variáveis fisiológicas se elevaram e consigo a escala dos valores, logo após a reintrodução das temperaturas mais brandas de 28°C no período depois do estresse térmico, esses animais voltaram a apresentar as variáveis próximas a do período antes do estresse térmico, como pode ser observado na Figura 6.

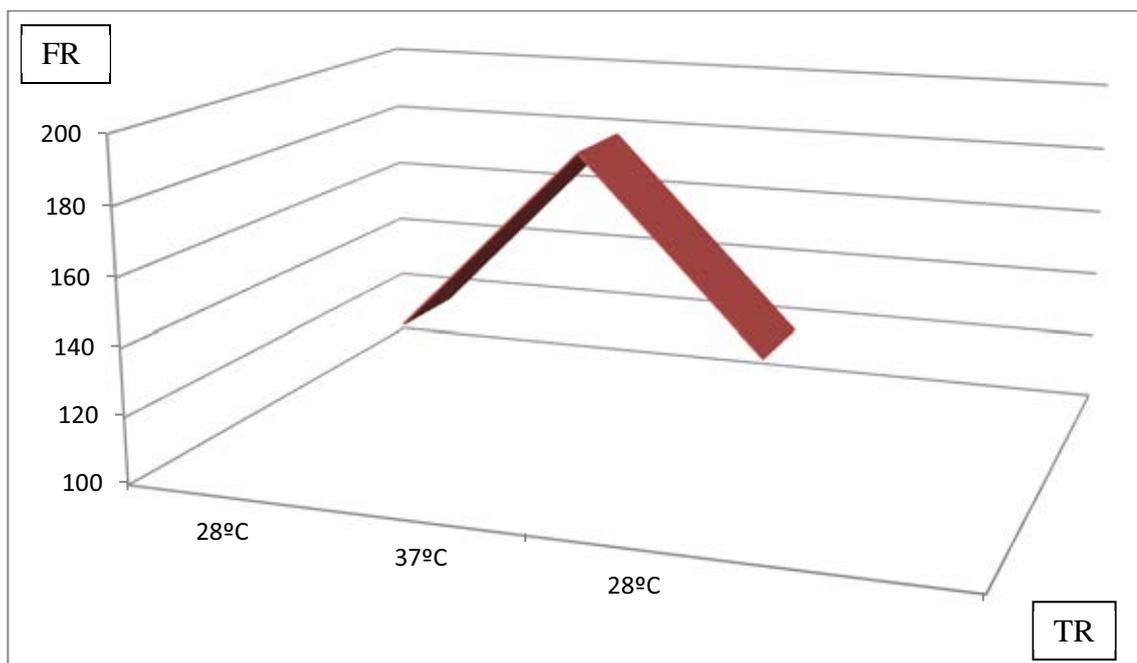


Figura 6 – Ilustração do efeito quadrático do período: Elevação passageira da frequência respiratória sofrida durante o período de estresse térmico (37°C) em comparação aos períodos fora do estresse térmico (28°C).

O aumento da FC durante o período sob estresse térmico pode ser justificada por uma sobrecarga do sistema cardiovascular em resposta a redistribuição do fluxo sanguíneo imposto ao organismo quando este não foi mais capaz de manter a homeotermia (MARINS, 1996).

Além de significativo, o aumento da FC nos horários mais críticos do período sob estresse térmico dois chegaram a aumentar até 18 movimentos por minuto, quando comparados aos períodos fora do estresse térmico, demonstrando sua alta variabilidade, nos trabalhos envolvendo estresse térmico quando há uma grande variação da FC junto o aumento da temperatura ambiental, este aumento é analisado e caracterizado como estresse térmico, a exemplo de Cezar et al. (2009) e Mendes et al. (2013).

A análise canônica resultou em um ponto de máxima para a FC, porém ao se tratar de aclimatação, não são as maiores frequências cardíacas que proporcionam as melhores respostas, mas são as mais próximas do fisiológico,

consequentemente a estimativa Ridge junto ao gráfico de contorno foram os responsáveis por indicar quais as menores FC com seus respectivos balanços e relações eletrolíticas, indicando qual a melhor associação deve ser utilizada.

Possivelmente a redução da FC nos grupos com BE entre 0 e 50 e RE próximo ao 9 durante o período sob estresse térmico, possa ser justificado por uma maior fluidez do sangue nas artérias desses animais para que essas atinjam as camadas mais distais da epiderme na tentativa de aumentar a dissipação de calor para o ambiente, ocasionando mudança na pressão arterial e consequente diminuição do ritmo cardíaco (Eustáquio Filho et al., 2011).

Em adição Brasil et al. (2000) e Texeira (2000) descrevem situações de hemodiluição em animais submetidos ao estresse térmico, em resposta ao aumento no consumo de água como forma de resfriamento corporal. Apesar de não medido o aumento da ingestão de água dos animais no período sob estresse térmico, este foi notado. Entretanto, a hemodiluição no período sob estresse térmico foi observado, através das concentrações séricas do hematócrito e hemoglobina, os quais se encontravam na média de 26,3 e 8,9 no período antes do estresse térmico respectivamente, reduzindo suas concentrações para 22,8 e 7,7 no período de estresse térmico, demonstrando de forma indireta o aumento no consumo de água desses animais durante o período de estresse térmico, está sendo outra possível situação a refletir a redução da FC como resultado do aumento volêmico.

Segundo Eustáquio Filho et al. (2011) a principal forma de perda de calor em ovinos estressados pelo calor é o acentuado aumento da frequência respiratória, acarretando o aumento do fluxo evaporativo das vias aéreas, sendo essa a forma de maior impacto na perda de calor em ovinos em temperaturas acima dos 35^o, chegando a 60% do calor total perdido nesses animais, este conceito justifica o aumento significativo da FR sob o período de estresse térmico em comparação aos períodos fora do estresse térmico.

Apesar do p-valor de RE da variável FR não ter sido significativo segundo padrão clássico dos trabalhos, esse apresentou um p-valor expressivo com o $P=0,0723$, sendo evidente a ação do RE sobre a FR como pode ser

observado na superfície de resposta do período sob estresse térmico (Figura 7).

Segundo Silanikove (2000) a FR pode quantificar a severidade do estresse pelo calor, em que frequências de 40-60, 60-80, 80-120 e acima de 200 movimentos por minuto caracterizam, respectivamente, estresse baixo, médio-alto, alto e severo para ovinos, de acordo com a classificação Silanikove (2000) independente do balanço eletrolítico e relação eletrolítica os animais deste experimento apresentaram estresse calórico alto e alguns chegaram a apresentar estresse calórico severo (Figura 7).

Porém, altas FR não significam necessariamente que o animal está em estresse calórico, ou seja, se a frequência respiratória estiver alta, mas o animal foi eficiente em eliminar calor, mantendo a homeotermia, pode não ocorrer estresse calórico (EUSTÁQUIO FILHO et al., 2011).

A temperatura retal de cordeiros varia de 38,5 a 40,5°C (PUGH E NAGY, 2009), vários são os fatores capazes de causar alterações no comportamento da temperatura corporal (HASTENPFLUG et al., 2007) e para Raslan (2008) a TR é considerada a melhor medida que representa a temperatura do núcleo corporal.

Todos os animais deste experimento tiveram aumento nas temperaturas retais no período sob estresse térmico, que variaram de 0,5 a 1°C, se comparado aos períodos anteriores e posteriores ao estresse térmico, o que corrobora com a literatura consultada onde todos os animais apresentaram elevação da temperatura retal junto à elevação da temperatura ambiental (ANDRADE et al., 2006; CEZAR et al., 2004; MENDES et al., 2013; STARLING et al., 2002).

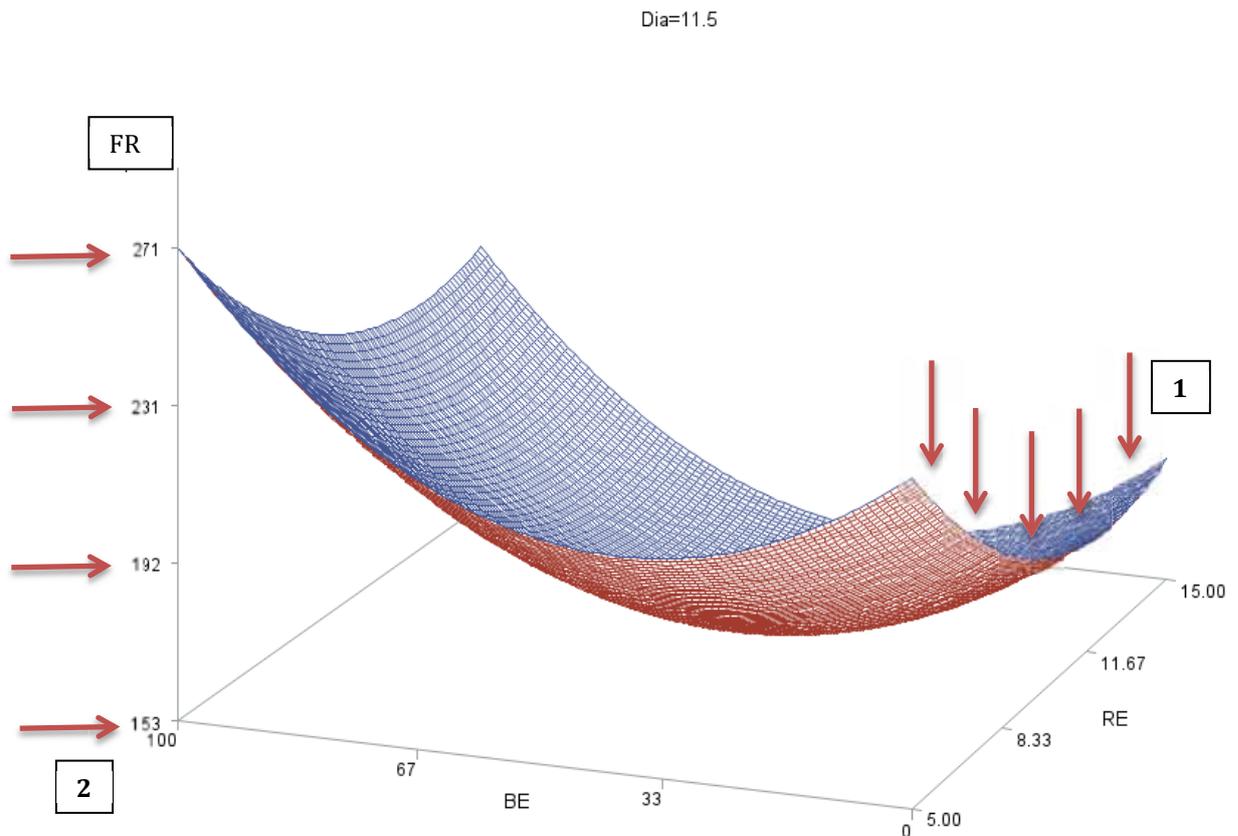


Figura 7 - Superfície de resposta para FR, segundo as alterações do BE e RE da dieta, no período sob estresse térmico.

- 1 - Representação da ação dos diferentes níveis de RE sobre a FR, flechas 1.
 2 - Representação dos valores da FR, flechas 2.

O aumento da temperatura retal ocorre nestes casos quando a carga térmica que o animal recebe do ambiente, adicionada à carga calórica produzida pelo metabolismo, são maiores que a capacidade do animal em eliminar o estoque de calor excedente para o ambiente (PIRES, 2006).

Segundo a análise de variância não foi possível detectar efeito significativo quadrático do BE e RE sobre a variável temperatura retal, possivelmente isto tenha ocorrido devido ao baixo ganho na temperatura retal desses animais, independente de tratamento, proporcionado pelos eficientes mecanismos de termólise, associado ao isolamento térmico criado pelo velo de lã desses animais (MENDES et al., 2013).

O aumento das temperaturas do globo ocular e axila nos animais submetidos a altas temperaturas eram esperadas, pois parte do processo de manutenção da homeotermia se faz presente com aumento do fluxo sanguíneo para a superfície corpórea através da vasodilatação, aumentando a temperatura da superfície animal (CHIMINEAU, 1993 citado por RIBEIRO et al., 2008), sendo esta captada pela câmera de infravermelho. Esta situação também foram descritas por outros autores a exemplo de Martins (2011), Mendes (2013) e Roberto et al. (2014) os quais encontraram resultados significativos para o aumento da temperatura superficial e temperatura ambiental, caracterizando a TO e TA como indicadores de estresse térmico.

A TO e TA foram influenciadas significativamente pelo efeito quadrático do BE e RE, onde os animais que se alimentaram com o BE maior igual a 50 apresentaram as maiores TO e TA do experimento, demonstrando a necessidade desses animais em aumentar o fluxo para a superfície corporal para a manutenção da homeotermia em comparação ao restante dos grupos (ROBERTO et al., 2014).

Além das variações cardiorrespiratórias o sistema digestório e comportamental também promoveram mudanças como forma adaptativa ao aumento na temperatura ambiental.

O aumento significativo da MR durante o período sob estresse térmico respectivo ao aumento da temperatura ambiental também foi descrito como variável significativa por Cezar et al. (2004), possivelmente o aumento da MR está relacionado a presença do maior volume de água ingerido no período sob estresse térmico como medida compensatória ao aumento na temperatura ambiental, elevando a pressão passiva ruminal estimulando o centro gástrico, influenciando de forma positiva a MR (GARRY, 1990). E a diminuição da MR no período depois do estresse térmico pode ser reflexo a permanência da redução do consumo de alimento (Tabela 5) no dia seguinte ao aumento da temperatura, acarretando menor quantidade de substrato presente no rúmen, influenciando de forma negativa a motilidade (ANDRADE, 2011).

Tabela 6 - Consumo diário em gramas de ração entre o 34^o e 39^o dia de experimento de acordo com seu respectivo tratamento

Dia	Tratamentos (BE/RE)				
	0/10	50/5	50/10	50/15	100/10
34 ^o	2662	4780	3181	2214	2008
35 ^o	2561	5190	3309	2041	2078
36 ^o	2473	4684	3341	2109	2028
37 ^o	2283	4306	2929	2207	2008
38 ^o	1966	4134	2853	2256	2053
39 ^o	1880	3791	2935	2246	2038

A redução do consumo alimentar pode ser notada em todos os grupos nos períodos mais críticos do período sob estresse térmico (Tabela 6). De acordo com Silanikove (2000) efeito mais reconhecido do aumento da temperatura corporal foi uma depressão adaptativa da taxa metabólica associada à redução do apetite. Em adição os animais alteraram seus hábitos alimentares consumindo a maior parte do alimento fornecido durante a noite e início da manhã, tal comportamento também foi observado por Silanikove (1987) onde ovelhas durante os períodos mais quentes do ano tendem a pastejar durante a noite e ao amanhecer, isto se explica devido ao controle da produção de calor, através do consumo quantitativo e qualitativo de alimentos.

De forma a confirmar a veracidade de todos os achados deste experimento o teste de falta de ajuste da equação das variáveis estudadas, não apresentaram significância (Tabela 4), Assim, termos adicionais não são necessários.

Enfim, ao juntar os resultados das variáveis fisiológicas FC, FR, TO, TA, MR e apetite, e analisá-las junto à literatura consultada, pode-se inferir que os animais deste experimento sofreram de estresse calórico.

Entretanto, para Silva (2000) as alterações de ordem fisiológicas chamadas de estresse calórico só serão encontradas à medida que a temperatura ambiental se eleva e o organismo não é mais capaz de impedir a

elevação da temperatura interna e o animal entra em hipertermia. Em nenhum dos grupos deste experimento, mesmo naqueles sugeridos como menos adaptados, apresentaram o quadro de hipertermia chegando a TR de 40,5°C descritos por Pugh e Nagy (2009) como o limite máximo para animais jovens da espécie. Sugerindo, que apesar do aumento da FC, FR, TO e TA, e ainda segundo a literatura consultada, são indicadores de estresse térmico. Esses animais foram competentes em manter a TR dentro dos limites fisiológicos, demonstrando sua adaptação ao clima quente e seco do noroeste paulista.

Independente do estado térmico, ao analisar o comportamento do gráfico de contorno e superfície de resposta das variáveis estudadas, verificou-se que as respostas dos animais aos tratamentos foram praticamente às mesmas nos três períodos experimentais, diferindo apenas pelos valores das escalas.

5 Conclusão

Recomenda-se formulações com BE menores que 50 mEq kg⁻¹ e RE entre 8 e 14, para cordeiros submetidos ou não a altas temperaturas, uma vez que nessas condições, foram encontrados os menores valores da FC, FR e de TR, com as maiores TO e TA.

6 REFERÊNCIAS

ANDRADE I.S. **Efeito do ambiente e da dieta sobre o comportamento fisiológico e o desempenho de cordeiros em pastejo no semiárido paraibano.** 2006. 40f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2006. Disponível em:<http://www.cstr.ufcg.edu.br/zootecnia/dissertacoes/iremar_dissert.pdf Acesso do em mar. 2012.

ANDRADE P.A.D. **Efeito do estresse calórico e do milho expandido em parâmetros digestivos e fisiológicos em ovinos.** 2011. 109f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011. Disponível em: < http://www.vet.ufmg.br/ensino_posgraduacao/defesa/4_20100115105020_465>. Acessado em set. 2014.

BARBOSA O.R.; ALCALDE C.R. Efeito do balanço cátion-aniônico da dieta na produção de leite e nas respostas fisiológicas em vacas lactantes da raça Holandesa em ambiente quente. **Animal Sciences**, v. 26, n.1, p.109-114, 2004. Disponível em: < <http://www.nupel.uem.br/publicacoes/sta-maria/sta-maria-02.pdf> > Acessado em mar. 2012.

BLOCK E. Manipulation of Dietary Cation-Anion Difference on Nutritionally Related Production Diseases, Productivity, and Metabolic Responses of Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v.77, n.5, p.1437-1450, maio 1994. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002203029477082X> > Acessado em abr. 2012.

BRASIL L.H.A. et al. Efeitos do Estresse Térmico Sobre a Produção, Composição Química do Leite e Respostas Termorreguladoras de Cabras da Raça Alpina. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 29, n.6, p.1632-1641, dezembro

2000. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbz/v29n6/5689.pdf>> Acessado em abr. 2012.

CEZAR M.F.; SOUZA W.H.; PIMENTA FILHO E.C. Avaliação de Parâmetros Fisiológicos de Ovinos Dorper, Santa Inês e Seus Mestiços Perante Condições Climáticas do Trópico Semi-árido Nordestino. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n.3, p.614-620, outubro 2004. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v28n3/18.pdf> > Acessado em mar. 2012.

DEL CLARO G.R.; ZANETTI M.A.; PAIVA, F.A. Influência do balanço cátion-aniónico da dieta no rúmen e no desempenho de ovinos. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia**, v.57, n.5, p.644-651, outubro 2005. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v57n5/26913.pdf> >Acessado em mar. 2012.

ENCARNAÇÃO R.O. **Estresse e produção animal**. 2.^a ed. Embrapa, Campo Grande. 33 p. 1992. Disponível em:<<http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/bovinodecorte/doc/doc34/doc34.pdf>>Acessado em mar. 2012.

EUSTÁQUIO FILHO A.; TEODORO S.M.; CHAVES M.A. Zona de condorto térmico de ovinos da raça Santa Inês com base nas respostas fisiológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.8, p.10-7-1814, 2011. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v40n8/26.pdf>> Acessado em mar. 2012.

GARCIA NETO, M. Programa prático para formulação de rações / ovinos e caprinos PPF. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/ppfrparaexcel2007ousuperior/planilhas-ppfr/ovinos-e-caprinos>> Acesso em: 12 ago. 2012.

GARRY F. Managing forestomach problems caused by motor disease. **Veterinary Medicine**., n.85, p.651-657. 1990.

HASTENPFLUG M.; WOMMER T.P.; GALVANI D.B. Influência de Diferentes Alturas de Velo Sobre Parâmetros Fisiológicos de Ovinos Acondicionados Naturalmente em Pastejo. In: SEMINÁRIO SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA. 1.ed. 2007. Disponível em:< <http://revistas.utfpr.edu.br/dv/index.php/SSPA/article/view/782/283>>Acessado em mar. 2012.

LARA A.C.; GONÇALVES L.C.; RAMIREZ M.A.; CARVAHO, W.T.V. .Alimentação da vaca mestiça, In: Gonçalves L.G., Borges I., Ferreira P.D.S. Alimentação de gado de leite. **Fundação de Estudo e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia**. Disponível em:< <http://www.vet.ufmg.br/ARQUIVOS/FCK/file/Livro%20%20Alimenta%C3%A7%C3%A3o%20de%20Gado%20de%20Leite.pdf> >Acessado em mar. 2012.

MARINS J.C.B. Exercício físico e calor – implicações fisiológicas e procedimentos de hidratação. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v.1, n.1, p.26-38, 1996. Disponível em: <<http://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/RBAFS/article/view/501>>. Acessado em set. 2014.

MARTINS R.F.L. **Índices de conforto térmico e temperatura superficial por termografia infravermelha em ovinos**. 2011. 83f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade de Brasília, Brasília. 2011. Disponível em: < <http://repositorio.unb.br/handle/10482/11045>>. Acessado em set. 2014.

MCMANUS C.; PALUDO G.R.; LOUVANDINI H. Heat tolerance in Brazilian sheep: Physiological and blood parameters. **Tropical animal Health and Production**, n.41, p. 95-101, 2009. Disponível em:< <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11250-008-9162-1>> Acessado em mar. 2014.

MENDES L.C.N. et al. Efeito da Tosquia na temperatura corpórea e outros parâmetros clínicos em ovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 33, n.6,

p.817-825, 2013. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/pvb/v33n6/21.pdf>>
Acessado em set. 2014.

MONGIN P. Recent advances in dietary anion-cation balance: applications in poultry. **Proceedings of the Nutrition Society.**, N.40, p.284-294, 1981. Disponível em:<
http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FPNS%2FPNS40_03%2FS0029665181000499a.pdf&code=0ab88222319e96fbe4a6c55bf429b91c>
Acessado em mar. 2014.

NRC - National Research Council. 1985. **Nutrient requirements of sheep**. 6. ed. **Washington Press**, 1895. 99p.

PIRES M.F.A. **Manejo nutricional para evitar o estresse calórico**. **Embrapa, Juiz de Fora**. (Comunicado técnico, 52). 4 f. 2006. Disponível em:<
<http://people.ufpr.br/~freitasjaf/artigos/manestrescal.pdf> Acessado em mar. 2014.

PUGH D.G.; NAGY D.N. Handling and examining sheep and goats. In: PUGH D.G.; BAIRD A.N. **Sheep and goat medicine**. 2. ed. Merheights Missouri: Elsevier, 2009. p.1-17.

RASLAN L. S. A. **Aspectos comportamentais e fisiológicos de ovino SRD sob pastejo com e sem sombreamento**. 2008. 99p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2008. Disponível em: < <http://www.uesb.br/ppz/defesas/2008/mestrado/LAZAROSAMIRABRANTESRASLAN.pdf> >. Acessado em set. 2014.

RIBEIRO N.L., FURTADO D.A.; MEDEIROS A.N. Avaliação dos índices de conforto térmico, parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de ovinos nativos.

Revista de Engenharia Agrícola, v.38, n.4, p.614-623. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v28n4/01.pdf>>. Acessado em set. 2014.

ROBERTO J.V.B. Gradientes térmicos e respostas fisiológicas de caprinos no semiárido brasileiro utilizando a termografia infravermelha. **Journal Animal Behavior Biometeorol**, v.2, n.1, p.11-19, 2014. Disponível em: <http://www.bibliotekevirtua.org/revistas/JABB/v02n01/v02n01a03.pdf> >. Acessado em set. 2014.

SCHFÄUSER JUNIOR J. O balanço de cátions e ânions em dietas para vacas leiteiras no período de transição. **Revista da FZVA**, v.13, n.1, p.112-127, 2006. Disponível em: < revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fzva/article/download/.../1831> Acessado em abr. 2012.

SILANIKOVE N. et al. Interrelationship between metabolism of tritiated water, ²²sodium and dry matter intake by beef cattle consuming wheat straw and poultry litter in free choice. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.88, n. 1, p.113-118, 1987. Disponível em:<<http://s3.amazonaws.com/Publicationslist.org/data/silanikove/ref36/CBPA87.pdf>> Acessado em abr. 2012.

SILANIKOVE N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, n.67, p.1-18, 2000. Disponível em: < http://ac.els-cdn.com/S0301622600001627/1-s2.0-S0301622600001627-main.pdf?_tid=1ae80c0c-57e8-11e4-b1f600000aab0f02&acdnat=1413761692_58477be1c9562940c9ba1303840592c9> Acessado em mar. 2014.

SILVA R.G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 300. 246p.

STARLING, J.M.C.; SILVA, G.M.; CERÓN-MUÑOZ, M. Análise de Algumas Variáveis Fisiológicas para Avaliação do Grau de Adaptação de Ovinos Submetidos ao Estresse por Calor. **R. Bras. Zootec.**, v.31, n.5, p.2070-2077, 2002. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v31n5/a22v31n5.pdf> > Acessado em mar. 2012.

TEIXEIRA M. **Efeito do estresse climático sobre parâmetros fisiológicos e produtivos em ovinos**, 2000, 62f. Dissertação – Universidade Federal Do Ceará-Fortaleza, 2000. Disponível em: < <http://www.neef.ufc.br/dissert%20%20mauricio.pdf>>. Acesso em: set. 2014.

APÊNDICES

Apêndice A: Fotografias tiradas durante o desenvolvimento do experimento.



FIGURA 1 A - Animais utilizados no experimento



FIGURA 2 A - Divisão dos animais em box.



FIGURA 3 A - Vista interna do galpão, com os exaustores no fundo do galpão para o controle da temperatura.



FIGURA 4 A - Exame físico realizado nos animais durante os três períodos experimentais.

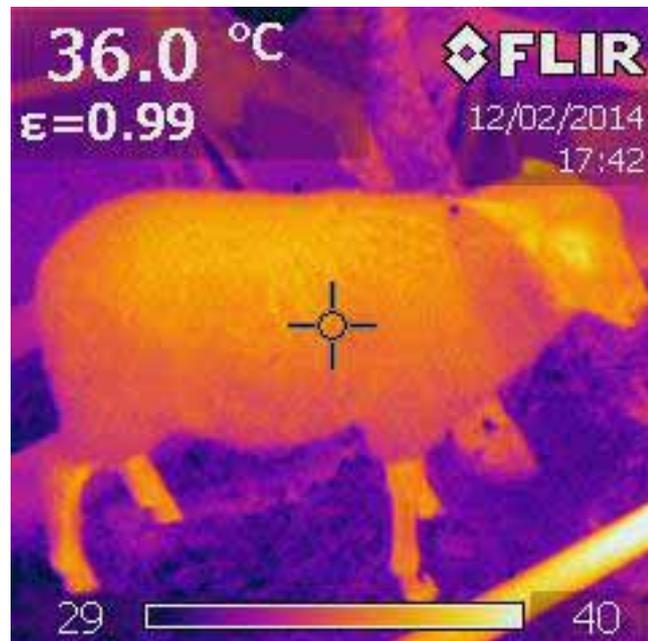


FIGURA 5 A - Realização do exame termográfico e imagem captada pela câmera termográfica.