



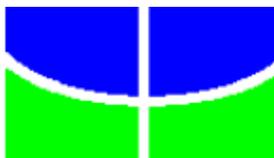
**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO E TEMPERATURA SUPERFICIAL POR
TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA EM OVINOS**

RAFHAEL FELIPE SARAIVA MARTINS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**BRASÍLIA/DF
DEZEMBRO 2011**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO E TEMPERATURA SUPERFICIAL POR
TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA EM OVINOS**

RAFHAEL FELIPE SARAIVA MARTINS

ORIENTADOR: CONCEPTA MARGARET MCMANUS PIMENTEL

CO-ORIENTADOR: SÉRGIO LÚCIO SALOMON CABRAL FILHO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS

PUBLICAÇÃO: 055/2011

**BRASÍLIA/DF
DEZEMBRO 2011**

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA E CATALOGAÇÃO

MARTINS, R.F.S. **Índices de Conforto Térmico e Temperatura Superficial por Termografia Infravermelha em Ovinos**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2011, 84 p. Dissertação de Mestrado.

Documento formal, autorizando reprodução desta dissertação de mestrado/tese de doutorado para empréstimo ou comercialização, exclusivamente para fins acadêmicos, foi passado pelo autor à Universidade de Brasília e acha-se arquivado na Secretaria do Programa. O autor e o seu orientador reservam para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor ou do seu orientador. Citações são estimuladas, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

MARTINS, Raphael Felipe Saraiva. Índices de Conforto Térmico e Temperatura Superficial por Termografia Infravermelha em Ovinos. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, 2011. 84p. Dissertação de Mestrado (M) – Universidade de Brasília/ Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2011.

1.Temperatura Superficial 2.Índices de Conforto Térmico
3.Infravermelho 4. Mastite. I. McManus, C. II. Título.

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO E TEMPERATURA SUPERFICIAL POR
TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA EM OVINOS**

RAFHAEL FELIPE SARAIVA MARTINS

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ANIMAIS,
COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU
DE MESTRE EM CIÊNCIAS ANIMAIS.**

APROVADO POR:

**CONCEPTA MARGARET MCMANUS PIMENTEL, PhD (Universidade Federal do
Rio Grande do Sul) (ORIENTADORA). e-mail: concepta.mcmanus@ufrgs.br**

**CRISTIANO BARROS DE MELO, Dr. (Universidade de Brasília)
(EXAMINADOR INTERNO). e-mail: cristianomelo@unb.br**

**ALINE VIERA LANDIM, Dra. (Universidade Estadual Vale do Acaraú)
(EXAMINADOR EXTERNO). e-mail: alinelandim@yahoo.com.br**

BRASÍLIA, DEZEMBRO 2011

Oração a Nossa Senhora Aparecida

Ó incomparável Senhora da Conceição Aparecida, Mãe de Deus, Rainha dos Anjos, Advogada dos pecadores, refúgio e consolação dos aflitos e atribulados, Virgem Santíssima, cheia de poder e de bondade, lançai sobre nós um olhar favorável, para que sejamos socorridos por vós, em todas as necessidades em que nos acharmos.

Lembraí-vos, ó clementíssima Mãe Aparecida, que nunca se ouviu dizer que algum daqueles que têm a vós recorrido, invocado vosso santíssimo nome e implorado a vossa singular proteção, fosse por vós abandonado.

Animados com esta confiança, a vós recorremos. Tomamo-vos para sempre por nossa Mãe, nossa protetora, consolação e guia, esperança e luz na hora da morte.

Livrai-nos de tudo o que possa ofender-vos e ao vosso Santíssimo Filho, Jesus.

Preservai-nos de todos os perigos da alma e do corpo; dirigi-nos em todos os assuntos espirituais e temporais.

Livrai-nos da tentação do demônio, para que, trilhando o caminho da virtude, possamos um dia ver-vos e amar-vos na eterna glória, por todos os séculos dos séculos.

Amém.

AGRADECIMENTOS

À Professora Concepta, pela sua orientação, carinho e atenção.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Animais.

À CAPES pelo apoio financeiro durante a vigência do curso.

À FAP-DF pelo apoio financeiro na aquisição dos materiais de campo.

Ao Professor Sérgio pela ajuda e atenção na fazenda e pela amizade.

À Fazenda Água Limpa pelo espaço e recursos cedidos para execução dos experimentos.

À Mariana, minha noiva, pela ajuda na formatação, companhia na fazenda e incentivo nas horas de dificuldade. Esse trabalho também é seu.

Aos familiares pelo carinho e preocupação.

Às minhas queridas estagiárias Cyntia, Kathleen, Tatiana e Samara pela ajuda sempre quando foi possível.

Aos meus estagiários Eduardo, Diego Barnabé e Adelar pela grande ajuda e compreensão das dificuldades do trabalho.

Às amigas Geisa, Alessandra e Adriana pelo apoio, companheirismo e ajuda na fazenda.

Aos meus amigos Marcones, Jeovah, Paulo Tiago, Deógenes e Alan pelas horas de diversão que me permitiram esquecer um pouco da rotina desgastante do trabalho.

Aos funcionários da Fazenda Água Limpa: Antônio Fernandes, Rodrigo, Jaime e Gilson. Sem esses guerreiros nada seria possível.

À banca examinadora pelos conselhos e atenção dedicados.

ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO E TEMPERATURA SUPERFICIAL POR TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA EM OVINOS

Raphael Felipe Saraiva Martins, Ms.C, Brasília - DF; Concepta McManus Pimentel, PhD,
Porto Alegre - RS.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o uso da termografia infravermelha como método de inspeção das temperaturas superficiais de cordeiros, assim como determinar os valores para os Índices de Conforto Térmico bem como avaliar o uso da termografia infravermelha como ferramenta de apoio na inspeção da superfície dos úberes de matrizes ovinas em lactação, auxiliando no diagnóstico do tipo de mastite. Foram realizados dois experimentos simultâneos utilizando-se 40 cordeiros e 40 matrizes lactantes para coleta de temperaturas superficiais. Em seguida correlacionaram-se os valores de temperaturas superficiais coletados por meio de termógrafo infravermelho a partir de pontos específicos dos cordeiros e do úbere das matrizes. Os cordeiros foram submetidos a três tipos distintos de alojamentos visando obtenção de diferentes valores de Índices de Conforto Térmico para posterior correlação com as temperaturas superficiais coletadas em diferentes condições. Foram consideradas características como a pelagem do animal, sexo, presença de mastite na mãe, pontos de temperatura superficiais, peso, idade, ganho de peso e índices de conforto térmico. Para a inspeção do úbere foi feito imageamento infravermelho de todo o órgão e correlação posterior com análise de leite para qualidade e contagem de células somáticas. É possível correlacionar Índices de Conforto Térmico com temperaturas superficiais do olho, pescoço, soldra e axila, tornando possível investigação de estresse térmico em condições de calor por inspeção infravermelha. Observou-se também que há possibilidade de correlação direta com o diagnóstico de mastite do tipo subclínico utilizando a ferramenta de inspeção de ondas infravermelhas emitidas por tecido com reação inflamatória, porém, carece de mais estudos nessa espécie para melhor determinação de parâmetros e protocolos.

Palavras chave: estresse térmico, bioclimatologia, ovelhas, inflamação

THERMAL COMFORT INDICES AND SURFACE TEMPERATURE BY INFRARED TERMOGRAPHY IN SHEEP

Raphael Felipe Saraiva Martins, Ms.C, Brasília - DF; Concepta McManus Pimentel, PhD,
Porto Alegre - RS.

ABSTRACT

The objective of this study was evaluate the use of infrared thermography as a method of inspecting the surface temperatures of lambs and to determine the values for the thermal comfort indices available in the literature as well as evaluate the use of infrared thermography as a tool for supporting and inspecting the surface of the udders of lactating ewes, aiding in the diagnosis of mastitis and the type of infection. Two experiments were conducted simultaneously using 40 lambs and 40 lactating arrays to collect surface temperatures. The surface temperatures collected by means of infrared thermography from specific points of the lambs and udder of the ewes were correlated. The lambs were subjected to three different types of rearing to obtain different values of thermal comfort index for further relation with the surface temperatures. Characteristics were determined in terms of the animal's coat, sex, mother's diagnosis of mastitis, points of surface temperature, weight, age, weight gain and thermal comfort indices. For the inspection of the udder was made by infrared imaging of the entire organ and correlating with subsequent analysis of milk quality and somatic cell count. Was possible to correlate thermal comfort indices with surface temperatures of the eye, neck and chest of the animal's body, making possible the investigation of thermal stress by cold or heat by infrared inspection. The diagnosis of subclinical mastitis may be applicable using infrared radiation emitted by the tissue with an inflammatory reaction. However, other studies are needed to better determine the parameters and protocols.

Keywords: heat stress, bioclimatology, sheep, inflammation

ÍNDICE

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1.INTRODUÇÃO	1
2.REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Variáveis Climáticas no Estresse Térmico	3
2.2. Variáveis Fisiológicas no Estresse Térmico	4
2.3. Medidas de Tolerância ao Calor	8
2.3.1. Mensurações ambientais através de índices de conforto térmico	8
2.4. Índices de Conforto Térmico	10
2.4.1 Índice de temperatura e umidade - ITU	10
2.4.2 Índice de temperatura, globo e umidade - ITGU	11
2.4.3. Índice de conforto térmico - ICT	12
2.4.4. Índice de compreensão climática - ICC	13
2.5. Mortalidade e Estresse Térmico em Cordeiros	14
2.6. Mastite em Ovelhas	16
2.6.1. Formas da mastite em ovinos	17
2.6.2. Principais agentes etiológicos, classificação e vias de transmissão	19
2.6.3. Contagens de células somáticas em ovelhas	20
2.7. Mensurações de Temperaturas Superficiais por Infravermelho	21
2.7.1. Infravermelho como ferramenta avaliadora de estresse térmico	21
2.7.2. Infravermelho como ferramenta auxiliar na detecção de mastite	24
3.OBJETIVOS	25
3.1. Objetivo Geral	25

3.2. Objetivos Específicos	26
4.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
CAPÍTULO 2 - ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO E TEMPERATURAS SUPERFICIAIS EM CORDEIROS SUBMETIDOS ÀS DIFERENTES CONDIÇÕES AMBIENTAIS	38
RESUMO	38
ABSTRACT	39
1.INTRODUÇÃO	40
2.MATERIAL E MÉTODOS	42
2.1 Local	42
2.2 Animais	42
2.3 Manejo dos Grupos	43
2.4 Obtenção das Imagens Termográficas	44
2.5 Obtenção das Temperaturas Superficiais	44
2.6 Variáveis Climatológicas e Índices de Conforto Térmico.	46
2.7 Cálculos para Obtenção dos Índices de Conforto Térmico	46
2.8 Análise Estatística	48
3.RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
4.CONCLUSÃO	62
5.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
CAPÍTULO 3 – DETECÇÃO DE MASTITE EM OVELHAS POR MEIO DA TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA	66
RESUMO	66
ABSTRACT	67
1.INTRODUÇÃO	68

2.MATERIAL E MÉTODOS	70
2.1 Local	70
2.2 Animais	70
2.3 Coleta das Fotos e Amostras de Leite	71
2.4 Análises do Leite	72
2.5 Caracterização dos Grupos	72
2.6 Análise Estatística	72
3.RESULTADOS E DISCUSSÃO	74
4.CONCLUSÃO	79
5.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	83

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

A temperatura ambiente é o fator que mais tem efeito direto na produção animal. A maioria das produções tem o seu melhor desempenho quando as temperaturas ficam entre os limites de 4 a 24°C (McDowell, 1972). Nos trópicos e subtropicais as temperaturas frequentemente vão além da zona de conforto térmico, sendo importante a adaptação animal a altas temperaturas (Linnington, 1990). Altas temperaturas e radiação solar diminuem o consumo de pastagens por parte do animal e aumentam a sudorese e consumo de água, visando a diminuição da produção de calor metabólico oriundo da digestão. Outros fatores relacionados ao conforto térmico incluem a cobertura externa do animal (espessura, estrutura, isolamento térmico, absorção e refletividade) e características corporais (tamanho, forma e área superficial) (Bonsma, 1983, Silva, 2000). É importante lembrar que, até mesmo em regiões tropicais, baixas temperaturas podem causar redução na produtividade (McManus et al., 2011). De acordo com este autor estudos para monitoramento de condições de estresse em ovinos são comuns, porém, não é o que acontece com a categoria de ovinos jovens. Estes animais sofrem tanto por frio quanto por calor no início do seu período produtivo.

A mastite é responsável por prejuízos na produção de ovinos de corte, pois acarreta descarte prematuro de ovelhas e pode interferir diretamente no desenvolvimento e até

causar morte dos cordeiros por inanição (Zafalon, 2010). Em rebanhos ovinos destinados à produção de carne, a sua importância decorre do descarte prematuro das ovelhas com anormalidades patológicas de úbere como também na redução do desempenho das crias e da mortalidade dos cordeiros (Zafalon, 2010).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o uso da termografia infravermelha para verificação das temperaturas superficiais de cordeiros provenientes de diferentes grupos genéticos, em três diferentes tipos de alojamentos, determinar os reais valores dos Índices de Conforto Térmico (ITU, ITGU, ICT e ICC) em condições da época seca (outono/inverno) no Centro-Oeste e avaliar o uso da termografia infravermelha como ferramenta de apoio na inspeção da superfície dos úberes de matrizes ovinas em lactação, auxiliando no diagnóstico de mastite.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Variáveis Climáticas no Estresse Térmico

O clima atua de modo direto nos eventos fisiológicos do animal interferindo em sua saúde, crescimento e reprodução (Herrero et al., 2008). De acordo com Loarie et al. (2009) as espécies devem acompanhar e responder rapidamente às flutuações hidroclimáticas como também aos aumentos na frequência e intensidade nos eventos de aquecimento (IPCC, 2007). A temperatura do ar é considerada o fator climático com influência mais importante sobre o ambiente físico do animal (McDowell, 1972). Do ponto de vista de produção, este aspecto reveste-se de muita importância, pelo fato de que, dentro desses limites, os nutrientes ingeridos pelos animais são utilizados exclusivamente para seu crescimento e desenvolvimento (Baêta & Souza, 1997). A umidade atmosférica é outra variável que influencia no balanço calórico em ambientes quentes em que a perda de calor por evaporação é crucial à homeotermia (Young, 1981). Maior pressão de vapor devido à alta umidade do ar conduz à menor evaporação da água contida no animal para o meio, tornando o resfriamento do animal mais lento. Menor pressão de vapor, por sua vez, proporciona resfriamento do animal mais rapidamente, em decorrência da maior taxa de evaporação da água através da pele e do aparelho respiratório. Estas duas situações são encontradas em climas quente e úmido e quente e seco, respectivamente (McDowell, 1972).

2.2. Variáveis Fisiológicas no Estresse Térmico

O estresse térmico afeta os índices de produção em regiões tropicais (Silanikove, 2000), com animais bem adaptados, apresentando perda mínima de produção durante o estresse, alta eficiência reprodutiva e boa resistência às doenças, bem como baixas taxas de mortalidade e boa longevidade (West, 2003). Várias características podem ser usadas para atestar a adaptação dos animais ao calor, incluindo os parâmetros físicos e fisiológicos (Silva, 2000). Propriedades da pele e pelagem também afetam as trocas de energia, como cor, densidade, diâmetro, profundidade, transmissividade e absorção de calor (Gebremedhin, 1985). Bertpaglia et al. (2007) também mostraram que as características da pele afetam a tolerância térmica dos animais. Vários estudos utilizando marcadores genéticos para tolerância ao calor estão disponíveis na literatura (Liu et al., 2010), mas normalmente estas associações são realizadas com poucos animais. Estudos com gado têm demonstrado um maior efeito genético em algumas raças, que faz com que sejam expressas coberturas extremamente curtas (Olson et al., 2003), podendo ser responsável por parte da resistência destes animais. Entretanto, Acharya et al. (1995) demonstraram que os caprinos indianos com coberturas coloridas, claras e longas foram mais resistentes.

Os animais se ajustam fisiológico, imunológico e comportamentalmente objetivando minimizar os efeitos negativos do estresse térmico (Hahn, 1999). Fatores como a nutrição (Mader et al., 2001; Gaughan et al., 2004; Holt et al., 2004.), o estado de saúde, escore corporal (Brown-Brandl et al., 2006) genótipo ou fenótipo (Gaughan et al., 1999; Brown-Brandl et al., 2006), magnitude da exposição (Hahn & Mader, 1997), e acondicionamento (Mitlöhner et al., 2001) afetam as respostas de um animal quando exposto a um desafio térmico. Com isso é de difícil desenvolvimento um modelo preditivo que leve em conta todos os fatores desafiadores da tolerância ao calor (Nienaber et al., 1999).

Muitas características podem ser medidas para determinar a tolerância ao calor de uma raça e, portanto, há uma necessidade em analisar a utilidade de medir essas características para sua caracterização e ao mesmo tempo serem confiavelmente discriminantes para cada raça. Em avaliação utilizando ovelhas Bergamácia, SantaInês e cruzas SantaInês x Bergamácias, medidas como frequência cardíaca, respiratória, temperatura retal e temperatura superficial apresentam correlações entre elas de médias a positivas. Já as

correlações entre as características fisiológicas e as características hematológicas foram de médias a negativas (McMannus et al., 2009).

A resposta do animal ao estresse por calor é medida por variações na temperatura corporal, frequência respiratória e frequência cardíaca, bem como pela taxa de transpiração. Isto resulta em mudanças nos parâmetros sanguíneos como estresse térmico e aumenta consideravelmente as perdas de água e íons em ruminantes (Beede & Collier, 1986), de acordo com aumento no plasma e no volume extracelular. O estresse térmico também leva à ativação dos mecanismos de perda de calor, dissipação de calor para o ambiente e redução da produção de calor metabólico (Silanikove, 2000). A temperatura corporal e a frequência respiratória foram descritos como indicadores confiáveis de carga térmica (Gaughan et al., 2002; Brown-Brandl et al., 2005), mas são difíceis de mensurar em condições à campo com um grande número de animais. Elaboração e utilização de escores para ofegação têm sido propostos como uma medida alternativa (Gaughan et al., 2004; Mader et al., 2006; Brown-Brandl et al., 2006).

As proteínas de choque térmico (HSP), mediadas por fatores de transcrição de choque térmico (HSFS), tem por função dobrar proteínas estruturais desnaturadas, danificadas pelo estresse, e pode ser induzida como uma defesa contra os danos ao tecido devido ao estresse térmico (Halpin et al., 2004). Síntese das HSP pode interferir com a produção de proteínas utilizadas em crescimento e reprodução. A HSP70 em particular, tem sido demonstrada responder tanto ao estresse agudo, como ao de curto prazo (Tomanek & Sanford 2003) e ao estresse crônico e de longa duração (Helmuth & Hofmann, 2001), e sua contagem parece ser o melhor preditor de tolerância ao calor (Sorte & Hofmann 2005). Nenhum estudo desta proteína para a tolerância ao calor em ovinos foi encontrado no Brasil. Marai et al. (2007) sugerem o uso do desvio relativo médio (DRM), usado para detecção de adaptabilidade dos animais aos climas quentes, com valores positivos ou negativos em balanços térmicos, hídricos e/ou saldos de nitrogênio dos animais (ou as demais características), devido à exposição ao calor. Falta estabelecer o que pode ser considerado como uma faixa de normalidade para esse índice, assim como realizar estudos extensivos no Brasil para definição desses parâmetros. As altas temperaturas e a radiação solar ocasionam a diminuição do consumo por parte do animal, a fim de reduzir o metabolismo, e reduzir o tempo de pastejo, enquanto maximizasse a transpiração e o consumo de água. Outros fatores envolvidos no conforto térmico inclui o revestimento externo do animal (espessura, estrutura, isolamento térmico, absorção e reflectividade) e os traços do corpo (tamanho, forma e área

superficial) (Bonsma, 1983; Silva, 2000). Também é importante lembrar que, mesmo em regiões tropicais, as temperaturas baixas podem causar redução na produtividade (McManus et al., 2011).

O tamanho, forma e superfície são importantes características morfológicas a serem consideradas no equilíbrio térmico corporal dos animais (Marai et al., 2007). Pequenos animais têm área de superfície proporcionalmente maiores que animais grandes e podem ser mais vulneráveis à temperatura ambiente. Propriedades protetoras dependem das características morfológicas da pele (cor, espessura, as glândulas sudoríparas, etc) e do pêlo (especialmente a espessura do pêlo, número de pêlos por unidade de área, diâmetro dos pêlos, comprimento dos cabelos e o ângulo dos pêlos na superfície da pele), que permitem que o animal troque, efetivamente, calor com o ambiente através de radiação, convecção, evaporação e condução (Silva, 2007).

A pele protege o organismo do calor e do frio, e sua temperatura depende, principalmente, das condições ambientais, como temperatura, umidade e vento, e das condições fisiológicas, como a vascularização e a evaporação do suor. Em temperaturas mais amenas, os animais dissipam calor sensível para o ambiente através da pele, por radiação, por condução e por convecção. Quando os animais estão sob estresse pelo calor, as perdas sensíveis são diminuídas, e o principal processo de perda de calor é o latente, ou seja, pela evaporação e respiração (Silva, 2000). A natureza da superfície cutânea é um aspecto que afeta a resistência dos animais ao calor. O pelame representa a fronteira entre o animal e o ambiente, assim, características como espessura e densidade numérica podem influenciar o balanço térmico do animal, protegendo-o contra a absorção de radiação ou promovendo a dissipação de calor corporal. O tipo e a coloração do pelame é muito importante para a resistência ao calor (Turner, 1984, Finch et al., 1984). Animais com o pelo mais escuro, e conseqüentemente com maior absorção da radiação térmica, são mais susceptíveis ao estresse térmico que aqueles com a coloração mais clara do pêlo (Silva, 1998).

Animais bem adaptados são caracterizados por manutenção, ou mínima perda produtiva, durante o período de estresse, alta eficiência reprodutiva, alta resistência a doenças, longevidade e baixa taxa de mortalidade. Quando o animal começa a sofrer estresse térmico, a ingestão de alimento é reduzida e o metabolismo se torna mais lento, causando uma hipofunção da tireóide. Isto afeta o crescimento, eficiência reprodutiva, conversão alimentar e produção de leite, causando consideráveis perdas econômicas (West, 2003).

Segundo Monty et al. (1991), é necessário conhecer a tolerância e a capacidade de adaptação das diversas raças como forma de embasamento técnico à exploração ovina, bem como as propostas de introdução de raças em uma nova região ou mesmo o norteamento de programa de cruzamento, visando à obtenção de tipos ou raças mais adequadas a uma condição específica de ambiente. McManus et al. (2009), analisando animais Santa Inês com três colorações de pelagem (branco, marrom e preto), observaram que os animais Santa Inês com coloração do pêlo mais claro são mais adaptados as condições climáticas da região Centro-oeste do que aqueles com a pelagem escura. No entanto, o autor afirma que os criadores de Santa Inês preferem animais de pelagem preta, simplesmente por uma opção estética. Santos et al. (2006), estudando as respostas fisiológicas de ovinos Santa Inês, Morada Nova e de seus mestiços com a raça Dorper, concluíram que os animais da raça Morada Nova foram os mais adaptados, enquanto os mestiços Santa Inês x Dorper apresentaram-se como os menos adaptados. Cezar et al. (2004) encontraram maiores frequência respiratória e cardíaca nos animais Dorper e seus mestiços, concluindo que estes possuem menor grau de adaptabilidade.

O aumento da temperatura ambiente, e conseqüente estresse calórico, com aumento da secreção do hormônio cortisol (Starling et al., 2005), provoca uma série de efeitos no metabolismo do animal, que alteram o seu comportamento e bem-estar, com prejuízos evidentes em relação a ingestão e digestão dos alimentos (Silanikove, 2000), e alteração da taxa metabólica (Starling et al., 2005), que podem afetar negativamente o desempenho e a função reprodutiva (Marai et al., 2007), se o animal não conseguir perder com eficiência o excesso de calor adquirido ao longo do dia.

Os efeitos imunossupressores do cortisol endógeno nos animais são conhecidos há bastante tempo (Kelley, 1988). Cada raça possui características, como, por exemplo, a ausência ou presença de lã e sua coloração de pelame, que podem determinar seu padrão de comportamental no pastejo à sombra, ao sol, tempo de descanso e ruminação, e que demonstram sua adaptação ao ambiente (Barbosa et al., 1995).

2.3. Medidas de Tolerância ao Calor

Tolerância ao calor envolve três fatores: o ambiente térmico (principalmente a temperatura, umidade, radiação solar e vento), o corpo do animal e uma escala adequada para expressar numericamente o efeito do ambiente térmico no corpo do animal. Tolerância ao calor é medido normalmente no meio ambiente ou no animal. Em termos de ambiente, os índices são normalmente criados usando fatores como temperatura, umidade, velocidade do vento, a carga de radiação, entre outros.

A zona de termoneutralidade ou zona de conforto térmico é um conceito que descreve a inter-relação do animal com o seu ambiente e que dentro dessa amplitude térmica o animal é capaz de manter a homeotermia sem que seus mecanismos de termorregulação sejam ativados. A temperatura crítica inferior e a superior limitam os extremos dessa zona (Yousef & Johnson, 1963). De acordo com Swenson (2006), a temperatura crítica inferior para ovinos adultos é de -2°C e a temperatura crítica superior de 20°C .

2.3.1. Mensurações ambientais através de índices de conforto térmico

Limitações na temperatura do ar como uma medida térmica única do ambiente, resultou em esforços para produzir índices que representem a rede de eventos que condições ambientais podem desencadear no processo de troca de calor (Hahn et al., 2003, Mader et al., 2006). Índices que combinam vários componentes ambientais foram caracterizados como úteis para a caracterização dos efeitos ambientais sobre a produtividade animal e seu bem-estar (Mader et al., 1997, 1999; Mader & Davis, 2004, Amundson et al., 2006).

De acordo com Moura & Nääs (1993), os índices de conforto térmico são índices que conseguem quantificar, em uma única variável, o efeito do estresse térmico sofrido pelos animais a partir das condições meteorológicas prevalentes em um dado momento. Dessa forma, tais índices são de grande importância para os produtores, sendo que para um único valor, eles podem quantificar o estresse térmico a que o animal está sendo

submetido em determinado momento e local, de acordo com as condições meteorológicas predominantes.

O desenvolvimento de um índice de estresse térmico deve ser baseado em fatores biológicos (Hahn et al., 1997). Os quatro principais elementos que atuam sobre a sensação térmica são a temperatura do ar, radiação térmica, umidade e a velocidade do ar, assim, índices de conforto térmico combinando dois ou mais desses elementos têm sido utilizados para avaliar o impacto ambiental sobre os animais, pois podem descrever mais precisamente os efeitos do ambiente sobre a habilidade do animal em dissipar calor (West, 1999 *apud* Neves, 2008).

No Brasil, os estudos são geralmente baseados em índices de Baccari Júnior et al. (1986) (Índice de Tolerância ao Calor - ITC), Thom (1959) (Índice de Temperatura e Umidade - ITU), Buffington et al. (1981) (Índice de Temperatura de Globo Negro e de umidade - ITGU) e Barbosa e Silva (1995) (Índice de Conforto Térmico - ICT). O ICT é o mais popular para o estudo da tolerância ao calor em ovinos, pois foi desenvolvido para avaliar os efeitos ambientais de ovinos no Brasil. Este índice tem demonstrado que têm maior correlação com a temperatura retal e taxa de respiração, quando comparados aos ITGU e ITU (Neves, 2008).

Robertshaw (1986) mostrou que o estresse térmico é um equilíbrio entre o ganho de calor metabólico e as trocas ambientais (ou ganho ou perda) por condução, convecção, radiação e evaporação (suor e respiração). Estes devem ser tomadas em consideração (direta ou indiretamente) ao avaliar a tolerância ao calor.

Um fator negativo na utilização desses índices é que eles não levam em consideração os efeitos cumulativos da carga de aquecimento, resfriamento natural, ou ambos. Mader et al. (2002) mostraram que os animais podem acumular calor durante as horas mais quentes do dia (com acompanhamento no aumento da temperatura corporal), mas este calor é dissipado quando a temperatura diminui. Se este processo de resfriamento é insuficiente ou ineficaz, os animais podem entrar no próximo período quente, com uma carga térmica acumulada (Mader et al., 2001). Esses autores desenvolveram um modelo ITU-horário para dar conta da intensidade versus a duração do estado térmico. St-Pierre et al. (2003) desenvolveram modelos usando combinações de ITU máximo, duração diária de estresse por calor, e um índice de carga térmica. Nenhum modelo leva em conta a movimentação do ar ou à radiação solar.

Um Índice de Resfriamento pelo Vento foi desenvolvido por Siple & Passel (1945) relativas à temperatura ambiente e velocidade do vento para o tempo de congelamento da água, que foi alterada por Tew et al. (2002) para levar em consideração fatores biológicos. Os índices existentes utilizam uma abordagem unidimensional, a situação térmica em um ponto no tempo (a intensidade somente). Eles não levam em conta o efeito da exposição (duração) para condições térmicas adversas. Além disso, não há distinção genotípica, onde para todos os animais são consideradas a mesma resposta (Blackburn & Mezzadra, 2006). Como tal, a ITU pode sub ou superestimar o efeito de um evento adverso de calor, especialmente se as condições noturnas não forem consideradas.

A recuperação noturna (ou a falta dela) é um elemento importante para avaliar o estado de carga de calor em bovinos (Mader et al., 2001). Se as condições noturnas não são consideradas, o status de carga térmica do animal pode ser subestimado. Se o dia após um evento de calor tem uma temperatura mais branda, então a subestimação não é crítica. No entanto, se, no dia seguinte, a temperatura é mais alta, o animal pode começar o dia com uma sobrecarga de calor e podem estar susceptíveis ao estresse térmico em valores mais baixos do que o esperado, ou seja, o limiar para o estresse por calor é menor.

2.4. Índices de Conforto Térmico

2.4.1 Índice de temperatura e umidade - ITU

Diversos índices para medir a tolerância ao calor foram desenvolvidas ao longo dos anos. O índice de temperatura e umidade -ITU (Thom, 1959), inicialmente proposto para conforto humano, tem sido amplamente utilizado como um indicador de estresse térmico em animais, enquanto os ajustes foram feitos para o vento e radiação solar baseado em mudanças nos escores ofegante (Mader et al., 2010) e em um índice da taxa de respiração com temperatura de bulbo seco, umidade relativa (UR), velocidade do vento (VV), e radiação solar (Eigenberg et al., 2005). O Índice ITU leva em consideração os pesos para as temperaturas dos termômetros de bulbo seco e úmido ou a temperatura do ponto de orvalho (Silva, 2000).

A importância na adoção desse índice é a disponibilidade dos dados necessários ao cálculo nas estações meteorológicas. Valores de referência estão expressos na Tabela 1.

2.4.2 Índice de temperatura, globo e umidade - ITGU

Outro índice também desenvolvido é o Índice de Temperatura Globo e Umidade (ITGU), proposto por Buffington et al. (1981). Este índice leva em consideração a radiação térmica, fator ambiental importante para os animais criados em campo aberto. O ITGU foi desenvolvido para vacas leiteiras criadas a pasto, sendo também confirmada sua superioridade sobre o ITU em ovinos (Barbosa & Silva, 1995).

Há vasta literatura associando ITGU com as medidas fisiológicas temperatura retal e frequência respiratória. Geralmente este índice apresenta uma diferença significativa entre os períodos (manhã e tarde). Segundo Cezar et al. (2004), em estudos com ovinos das raças Cariri, Morada Nova, Barriga Negra e Cara Curta, apresentaram Temperatura Retal-TR de 39,5°C e Frequência Respiratória de 64,38 movimentos por minuto, apresentaram ITGU de 75,5 no período da manhã, e, quando houve TR de 40,0 °C e FR de 96,47 mov/min, apresentaram ITGU de 82,4 para o período da tarde.

Santos et al. (2006) em trabalho com ovinos Santa Inês, Morada Nova e suas cruzas com Dorpers apresentaram TR de 39,31 °C e FR 59,13 mov/min para um ITGU de 70,30 na manhã. Já na tarde uma TR de 39,51 °C e FR de 87,43 mov/min para um ITGU de 85,1.

Andrade et al. (2006) e Veríssimo et al. (2009) utilizando ovinos Santa Inês apresentaram valores semelhantes no período da manhã com TR de 38,5 °C e 38,90 °C e FR de 31,8 e 57 mov/min para ITGUs de 85,1 e 75,5 respectivamente. No período da tarde os mesmo autores encontraram valores de TR em 40,0 °C e 39,6 °C e para FR com valores de 49,6 e 76,0 mov/min com ITGUs em 88,2 e 81,4 respectivamente.

Souza (2008) em revisão sobre caprinos fazendo um paralelo entre índices dessa espécie e de ovinos, verificou um aumento de 11,45% na FR e de 0,69 °C na TR para cada unidade elevada de ITGU utilizando os dados citados.

Segundo Souza et al. (2002), os valores de ITGU até 74, de 74 a 79, de 79 a 84 e acima de 84 definem situação de conforto, de alerta, de perigo e de emergência, respectivamente. Vale ressaltar que essa classificação de ITGU foi elaborada para bovinos e a literatura nacional e estrangeira consultada não disponibiliza classificação semelhante para a espécie ovina. Entretanto, de acordo com Andrade (2006), um ambiente com ITGU de 85,1 não pode ser classificado como perigoso para cordeiros Santa Inês, fato este explicado pela constatação do alto grau de adaptabilidade destes animais em condições climáticas do semiárido. Neste sentido, este mesmo autor não recomendou, para ovinos, o uso dos valores de ITGU preconizados para bovinos pelo National Weather Service – USA. Valores de referência estão expressos na Tabela 1.

2.4.3. Índice de conforto térmico - ICT

Um índice desenvolvido especificamente para ovinos foi o Índice de Conforto Térmico (ICT) estimado por Barbosa & Silva (1995). Este índice leva em consideração a radiação e o vento como fatores importantes para estes animais. Estes mesmos autores confirmaram a superioridade deste índice em relação ao ITGU e ITU em ovinos da raça Corriedale, Suffolke e Ideal quando em temperatura ambiental variando de 16 a 32°C, ao sol e à sombra, na cidade de Jaboticabal/SP e Cidade Gaúcha/PR, neste trabalho também observaram que os animais da raça Ideal mantiveram a homeotermia (39,2°C) até o ICT de 35, por outro lado, os ovinos da raça Suffolk e Corriedale aumentaram a sua TR a partir de um ICT de 20. Animais dessas raças, por serem de origem exótica, são menos tolerantes ao calor que os ovinos deslanados nativos (Neves, 2008). Este mesmo autor afirma que ovinos de pelagem branca demonstraram ligeira superioridade na tolerância ao calor em relação aos castanhos e pretos.

Já de acordo com a frequência respiratória, o autor afirma também que o valor crítico do Índice de Conforto Térmico é de 38 para os animais das cores preta, branca e castanha, valor obtido em condições do agreste de Pernambuco, servindo como referência para se definir o estresse pelo calor nos animais criados nesse ambiente. Valores de referência estão expressos na Tabela 1.

2.4.4. Índice de compreensão climática - ICC

Na maioria das condições ambientais, a temperatura representa uma grande parte da força que conduz a trocas de calor entre o ambiente e o animal (Hahn, 1999). No entanto, a umidade e a massa de calor do ar, radiação térmica e fluxo de ar também interferem na troca de calor (NRC, 1981, Mader & Davis, 2004, Mader et al., 2006). Assim, a temperatura efetiva ou aparente responde a uma combinação de variáveis ambientais (Johnson, 1986, Fox & Tylutki, 1998). Como os índices avaliadores de estresse por calor e por frio são distintos, Mader et al. (2010) propôs um índice de compreensão climática (ICC), dado em graus Celsius, que incorpora os ajustes para umidade relativa (UR, em %), velocidade do vento (VV, em m/s) e radiação (Rad, em watts/m²) sobre as condições que envolvam tanto ambientes quentes quanto frios. O ICC foi desenvolvido sob condições ambientais associados com Temperatura ambiente (Ta) entre -30 e 45° C e forneceu ajustes da temperatura ambiente pela Umidade Relativa.

De acordo com Mader et al. (2010) o ICC proporciona um ajuste de Temperatura ambiente para Umidade relativa do Ar, Velocidade do Vento e Radiação, em condições térmicas superiores (quente) ou inferiores (fria). A temperatura aparente pode ser ajustada havendo mudanças nas condições ambientais. Além disso, o ICC incorpora efeitos de condições que afetam a superfície de troca de calor entre o animal e o meio ambiente e pode levar em consideração a temperatura superficial do que se é observado. Este índice é útil para o desenvolvimento de funções de respostas biológicas, que estão associadas com troca de energia. Além disso os limites definidos podem servir como diretrizes de gestão e mitigação ambiental para proteger e assegurar o conforto e bem-estar animal. Seus valores de referencia estão expressos na Tab. 1.1.

Tabela 1.1. Valores de Referência dos Índices para Estresse Térmico de acordo com o grau de estresse

Ambiente	Índices	Grau de Estresse Térmico					
		Sem	Pouco	Moderado	Severo	Extremo	Ext. Severo
Quente	ITU	< 82	sc	82 - 84	84 - 86	sc	> 86
	ITGU	< 74	sc	74 - 79	79 -84	sc	> 84
	ICT	<35*	sc	sc	> 38**	sc	sc
	ICC	< 25	25 a 30	> 30 a 35	> 35 a 40	> 40 a 45	> 45
	ICC a	> 5	0 a 5	< 0 a -5	< -5 a -10	< -10 a -15	< -15
Frio	ICC b	> 0	0 a -10	< -10 a -20	< -20 a -30	< -30 a -40	< -40

ITU – Índice de Temperatura e Umidade (Marai et al., 2007), ITGU – Índice de Temperatura, Globo e Umidade (Souza et al., 2002), ICT – Índice de Conforto Térmico (* Barbosa & Silva 1995 , ** Neves et al., 2008), ICC – Índice de Compreensão Climática (Mader et al., 2010). ICC a – valores para animais muito susceptíveis , ICC b – valores para animais pouco susceptíveis. sc –sem classificação. Ext. Severo – Extremamente Severo.

2.5. Mortalidade e Estresse Térmico em Cordeiros

Mesmo com os avanços de métodos para intensificar a produção e reprodução de ovinos nos últimos anos, a mortalidade perinatal vem sendo um fator limitante para uma boa lucratividade na produção animal (Nóbrega et al., 2005). Segundo este autor as causas de mortalidade perinatal são várias, incluindo complexo inanição/hipotermia, distocia, abortos, infecções neonatais, malformações congênitas, predação, dentre outras.

De acordo com Rech et al. (2008), vários são os fatores envolvidos na mortalidade perinatal dentre os quais podem ser citados os microorganismos causadores de mortalidade fetal e abortos, idade da mãe, comportamento materno e da cria, defeitos congênitos, infecções neonatais (Binns et al., 2002), concentração de imunoglobulinas séricas (Christley et al., 2003), deficiências nutricionais (complexo inanição/hipotermia), condições ambientais adversas, que causam a morte como consequência da falta de adaptação do recém-nascido às novas condições de vida, e as distocias (Nóbrega Jr et al., 2005; Riet-Correa 2007).

A reatividade da mãe e a falha no aleitamento desde o momento do nascimento também podem ser consideradas causas que geralmente resultam no baixo peso ao desmame e possível morte (Rech et al., 2008). Em trabalho de Fitzhugh & Bradford (1983) *apud* Girão et

al., (1998) em revisão sobre sistemas tradicionais de produção de ovinos deslanados em diversas regiões tropicais, citam uma mortalidade pós-natal de cordeiros em torno de 25%. Estes autores mencionam que vários fatores são responsáveis por essas perdas, destacando-se: baixo peso ao nascer, comportamento da mãe, baixa produção de leite, doenças, como mastite, entre outros.

Na região de Franca, São Paulo, em ovinos da raça Morada Nova, a taxa de mortalidade dos cordeiros do nascimento até o período da desmama foi de 25,4% (Costa et al., 1990). O complexo inanição/hipotermia é a causa mais importante de morte de cordeiros, variando entre 40,6% a 78,5% dos cordeiros mortos neste período, o que é influenciado diretamente pelas condições climáticas adversas (tais como ventos, chuvas e frio) (Nobrega & Riet-Correa, 2005). Para este autor, para a melhora dos índices produtivos da ovinocultura, é necessária a busca por conhecimento das causas da alta mortalidade perinatal e a definição sobre qual a época mais favorável para o acasalamento e, em conseqüência, para o nascimento dos cordeiros.

O estresse pelo frio em cordeiros neonatos, aspecto que interfere diretamente na ocorrência ou não de mortalidade perinatal, ocorre de três formas: temperatura ambiente, vento e esfriamento pela evaporação. Um cordeiro neonato saudável tem boa capacidade de aumentar sua taxa metabólica em resposta ao estresse pelo frio por meio da termogênese (Vázquez-Vela et al., 2008).

A produção de calor é uma função da massa corpórea, e a perda de calor é uma função da área superficial. Os cordeiros nascidos com porte grande têm massa corpórea maior em relação à área corporal e são, por isso, mais resistentes. Já os cordeiros nascidos com menor tamanho e menor massa corpórea em relação à área corporal são mais susceptíveis ao estresse pelo frio ambiente (Radostits et al., 2002). Segundo Knížková et al. (2005), a resistência ao frio é influenciada pela raça do animal, sendo que o tipo de cobertura de pêlo é uma importante característica para a resistência ao frio. Ainda segundo o mesmo autor, o aumento na resistência ao frio é resultado de mudanças na perda de calor e na produção de calor (taxa metabólica).

Ao nascimento, a perda de calor do neonato é rápida devido à sua súbita retirada do calor intrauterino e exposição ao ambiente relativamente frio do exterior. A perda de calor evaporativo é significativa, e a temperatura neonatal cai rapidamente. Portanto, o aumento da produção de calor fetal é essencial para sobrevivência. A resposta termogênica do

neonato começa minutos após o parto e continua por várias horas, sendo a produção de calor realizada pelo tecido adiposo marrom. Este contém muitas mitocôndrias, numerosos vacúolos de gordura, uma inervação simpatomimética extensa e um abundante suprimento sanguíneo.

Nesse tipo de gordura a oxidação ocorre *in situ*, não ocorrendo transporte via plasma para o fígado para conseqüente oxidação, como ocorre com o tecido adiposo branco (Vázquez-Vela et al., 2008). Isso ocorre pela presença em abundância de termogenina, proteína desacopladora -1, que atua como um canal de prótons que descarrega o potencial gerado pelo acúmulo destes no espaço inter membranoso durante o ciclo de Krebs, desviando-os do complexo ATP sintetase, impedindo a síntese de ATP e permitindo que se dissipe em calor (Cannon & Nedergaard, 2004). Esse tipo de tecido, portanto, permite que ácidos graxos sejam utilizados como substrato para produção de calor (Souza et al., 2009).

2.6. Mastite em Ovelhas

No Brasil, a habilidade leiteira das ovelhas é largamente conhecida (Ladeira, 2007), porém pouco explorada. Observou-se que a produção de leite em alguns rebanhos da raça Santa Inês, no estado de Minas Gerais e no Distrito Federal, é de aproximadamente 1.500 gramas de leite por dia, como há também relatos de alguns criadores de ovelhas da raça Bergamácia que seus rebanhos possuem ovelhas com capacidade de produção de leite maior do que o valor mencionado anteriormente. Mesmo com a escassez de pesquisas neste assunto, o que não permite maior coleta de informações, é possível afirmar que no Brasil existe potencial para produção e processamento do leite ovino (Ladeira, 2007).

Zafalon (2010) afirmou que a mastite é responsável por prejuízos na produção de ovinos de corte, pois acarreta descarte prematuro de ovelhas e pode interferir diretamente no desenvolvimento podendo causar morte dos cordeiros por inanição. Segundo Fuente (2007) a mastite pode levar à queda na produção de leite com conseqüente redução no ganho de peso dos cordeiros e aumento na mortalidade (Ladeira, 2007). A produção de leite pode ser reduzida em até 37% em ovelhas apresentando mastite subclínica e seus cordeiros apresentam 66g a menos de ganho de peso diário, em relação aos animais hígidos (Langoni 2005).

Em rebanhos ovinos destinados à produção de carne, a sua importância decorre do descarte prematuro das ovelhas com anormalidades patológicas de úbere como também na redução do desempenho das crias e da mortalidade dos cordeiros (Zafalon, 2010).

No Brasil Williams (1996) mencionou a mastite ovina como possível causa de mortalidade em cordeiros no Rio Grande do Sul. A relação de morte de cordeiros com a ocorrência de mastite crônica também foi mencionada por Selaive (1980) em Minas Gerais. Nóbrega Júnior et al. (2005) no Estado da Paraíba relataram que em casos de afecção na glândula mamária a aquisição de anticorpos via colostro fica comprometida e aumenta a susceptibilidade a infecções neonatais e hipotermia. Em alguns estados do país a mastite já é considerada a principal causa de perdas econômicas na ovinocultura (Oliveira 2006).

2.6.1. Formas da mastite em ovinos

Ela é caracterizada por manifestar-se sob duas formas, a clínica, com sinais macroscópicos bem evidentes, tornando-a facilmente identificável pela visualização das alterações existentes e a subclínica, que não provoca modificações visíveis no aspecto do leite nem na teta, o que torna impossível a sua detecção pela inspeção do animal, do leite e pela palpação da teta (Zafalon, 2003).

Na forma subclínica o animal não apresenta sintomas clínicos, ocorre diminuição na produção leiteira e aumento no número de células somáticas no leite (Gross et al., 1978). A dificuldade de rápido reconhecimento pelos produtores da mastite subclínica, pela ausência de sintomatologia, torna-a mais preocupante quanto aos riscos aos quais o rebanho encontra-se submetido (McFarland et al., 2000).

A forma subclínica da mastite resulta em diminuição na produção de leite e consequente retardo no crescimento e desenvolvimento do cordeiro, prejudicando o seu desempenho, tornando-o ainda mais suscetível às infecções, com possível aumento da mortalidade, o que pode inviabilizar a produção (Costa et al., 2001, Mendonça et al., 2005, Santos et al., 2007).

A sua forma clínica se divide em mastite aguda e crônica. A forma aguda ocorre geralmente no início da lactação, há edema grave da glândula sempre resultando em

fibrose extensa e perda da função, o leite apresenta-se purulento ou contém muitos coágulos espessos. Dependendo do agente etiológico envolvido, a doença pode ser rápida, com morte entre 48-72 h após o aparecimento dos sintomas (Vaz 1996, Radostits 2002), principalmente quando cursa com toxemia. Observa-se claudicação, seguida de febre, falta de apetite, desidratação, depressão, decúbito, inflamação uni ou bilateral com sensibilidade da metade infectada. A pele do úbere fica avermelhada e a ovelha impede a mamada do cordeiro.

Este quadro pode evoluir para mastite gangrenosa onde a pele fica com uma tonalidade azulada, fria e sem sensibilidade devido à necrose. O leite no início apresenta alguns grumos que rapidamente aumentam em quantidade. Em 24 horas pode haver apenas um líquido seroso ou sanguinolento. A mastite gangrenosa pode ser causada por uma infecção mista por *Clostridium spp.* e *Staphylococcus aureus* e/ou *Mannheimia haemolytica* ou pela ação de uma alfa-toxina de *Staphylococcus aureus*, que causa lesão nos vasos sanguíneos, resultando em necrose isquêmica coagulativa de tecidos adjacentes (Quinn et al. 1994). Se a ovelha não morrer após alguns dias pode haver desprendimento da glândula (Vaz 1996).

Na mastite gangrenosa o edema é acentuado na parede ventral do abdômen, a glândula se apresenta necrótica, de coloração azulada e enfisematosa. O tecido subcutâneo e interalveolar se apresentam congestivos com engrossamento do interstício e infiltração de sangue. O epitélio alveolar se apresenta degenerado e destruído, com células epiteliais de descamação e leucócitos. Se o agente infeccioso é *Staphylococcus spp.*, ocorrem focos necróticos e fibrose (Riet-Correa et al., 2001).

A mastite crônica é geralmente consequência da mastite aguda ocorrida durante a lactação, mas que não foi detectada (Jones et al., 2000) ou foi tratada e o tratamento utilizado não teve resultados satisfatórios. Pode haver a presença de fibrose, nódulos e abscessos no parênquima. Alguns abscessos podem estar abertos, eliminando pus. As lesões no tecido glandular são irreversíveis (Swartz 2001).

2.6.2. Principais agentes etiológicos, classificação e vias de transmissão

Além da classificação das formas em clínica e subclínica, a enfermidade pode ser classificada em contagiosa ou ambiental, conforme os patógenos envolvidos. A importância desta classificação é que permite avaliar os momentos em que a infecção está ocorrendo (Langoni 2005).

A mastite contagiosa é aquela causada por agentes cujo habitat natural é o interior da glândula mamária e a superfície da pele das tetas. Os agentes contagiosos são transmitidos fundamentalmente no momento da ordenha ou no ato de mamar do cordeiro.

Dentre estes destacam-se o *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus agalactiae*, e *Corynebacterium bovis*. Seu controle é mais fácil, sendo realizado por meio da adoção de medidas higiênicas durante o processo de ordenha (Langoni, 2000). Este tipo de mastite caracteriza-se por baixa incidência de casos clínicos e alta incidência de casos sub-clínicos, geralmente de longa duração ou crônicos. As bactérias causadoras da mastite contagiosa estão subdivididas em patógenos principais (*S. aureus* e o *Streptococcus agalactiae*) e patógenos secundários (*Corynebacterium bovis*) (Menzies 2000).

A mastite ambiental está associada a agentes que vivem preferencialmente no habitat dos animais, em locais que apresentam esterco, urina, barro e camas orgânicas. Esse tipo de mastite caracteriza-se pela alta incidência de casos clínicos, curta duração, manifestação aguda e com maior concentração nos momentos do pré e pós-parto imediato (Vaz 1996).

Os agentes ambientais são transmitidos na ordenha e entre as ordenhas e são representados principalmente pelas enterobactérias (*Escherichia coli*, *Klesbsiella pneumoniae*, *Enterobacter aerogenes*), *Nocardia sp.*, *Pseudomonas aeruginosa*, fungos e algas (Radostits et al. 2002).

A transmissão dos agentes da mastite ocorre a partir do solo, da água dos fômites, dentre outros. Outras fontes primárias de *Enterobacter* e *Enterococos*, são ambientais, particularmente o lixo. A água e ambientes úmidos facilitam a transmissão de *Pseudomonas spp.* Este tipo de mastite é de difícil controle, porque os seus principais agentes estão disseminados no ambiente dos animais (Langoni, 2005).

2.6.3. Contagens de células somáticas em ovelhas

Segundo Bergonier (2003) as células presentes no leite de um animal saudável são na maioria macrófagos (66 a 88%), e também neutrófilos e células mononucleares. No caso de um úbere saudável, os neutrófilos estão presentes na proporção de 1 a 11%, porém em um úbere com infecção mamária pode crescer para 90% ou mais, sendo essa a razão para o uso da contagem das células somáticas um indicador da saúde do úbere. Recentemente o limite aceitável de células somáticas, ara este autor, considerando um úbere saudável são de 1.000.000 células/mL. A partir de 2.000.000 células/mL já há indicativo de infecção intramamária, sendo que esse aumento depende do tipo de patógeno.

A literatura atual carece de estudos em relação aos limites estabelecidos quanto ao número de células somáticas presentes fisiologicamente e em condições de mastite no leite de ovelhas. Estudos têm revelado CCS de até 1.600.000 células/mL de leite de ovelhas hípidas. Existem contagens de células, em glândulas mamárias normais, no valor equivalente a 250.000 células/mL (Menzies, 2000; Pengov, 2001).

Barbosa et al. (2004), pela contagem eletrônica de células somáticas em leite de ovelhas da raça Santa Inês, observaram mediana de 114.500 células/ mL em amostras de leite negativas ao CMT. Gomes et al. (2006) obtiveram valores medianos de CCS eletrônica e microscópica de 1.100.000 e e 1.600.000 de células/mL de leite em ovelhas sadias, respectivamente.

Nos casos de isolamento microbiano, o valor obtido foi de 778.000 células/mL. Clements et al. (2003) sugerem para determinação de amostras positivas ao cultivo microbiano o uso do CMT 3+ ou CCS de 1.200.000 células/ mL. Há divergências quanto ao limite de CCS para realização de cultivo microbiano. O valor mais comumente aceito é de 1.000.000 células/ mL, porém, consideram-se desde baixas (100.000 células/ mL) a altas contagens (1.660.000 células/ mL) (Menzies & Ramanoon, 2001). Nunes et al. (2007) relataram valores médios de 732.061 e 2.713.727 células/ mL de leite procedente de ovelhas sadias e com infecção intramamária, respectivamente.

Estudos a partir de citometria de fluxo e técnicas de fluorescência assinalam contagens entre 3.000 a 100.000.000 células/mL de leite, estabelecendo-se em 150.000

células/mL, para glândulas mamárias normais e nas infecções subclínicas em 14.000.000 células/ mL de leite (McFarland et al., 2000).

Segundo Menzies (2000) é importante considerar os fatores fisiológicos que interferem na contagem de células somáticas. O estágio de lactação interfere, pois quanto mais avançada, ou seja, perto do fim deste período, maiores são as contagens de CCS em animais sem indícios significantes de infecção intramamária.

Outros fatores que também interferem na CCS são o número de lactações do animal, hora da coleta e resfriamento e estocagem. Assim como Pappé et al. (2001) em que citam também fatores não patológicos, como estágio e número de lactação, período do dia e manejo de ordenha, as amostras de leite de glândulas mamárias sadias durante a lactação apresentam variação de 100.00 células/mL.

2.7. Mensurações de Temperaturas Superficiais por Infravermelho

2.7.1. Infravermelho como ferramenta avaliadora de estresse térmico

A Termografia infravermelha (TIV) é uma técnica emergente na qual se obtém uma imagem que representa a temperatura superficial do animal, sendo uma técnica de sensoriamento remoto que se baseia na detecção da radiação térmica emitida por todos os corpos a temperatura não nula (Holst, 2000). De acordo com a literatura científica mundial, um dos resultados do metabolismo, e ainda mais, em exercícios físicos, é a produção de calor. Conforme Carvalho & Mara (2010), durante um esforço físico, em torno de 20% da energia química proveniente da oxidação dos nutrientes transforma-se em energia mecânica, responsável pelo movimento, e o restante transforma-se em energia térmica. Esta energia térmica, que se acumula durante a prática do exercício, elevando a temperatura corporal, precisa ser dissipada através dos mecanismos termorregulatórios do indivíduo. É possível se obter uma imagem que representa a temperatura superficial do animal (Souza et al., 2008).

A quantidade de calor dissipada vai ser influenciada pela condição do ambiente térmico. As vias de dissipação de calor mais eficientes nos ovinos são evaporação, condução e

convecção. Em temperaturas mais amenas, a principal via de dissipação do calor é a forma sensível (condução e convecção), enquanto sob estresse por calor, a perda de calor latente por evaporação é a mais eficiente (Perissinoto et al., 2006). De acordo com Titto et al. (2009), a perda de calor por evaporação tem como vias termolíticas a sudorese e o ofego.

Cada região do animal que é captada emite uma radiação infravermelha diferente que é interpretada como uma cor de acordo com uma escala de tonalidades. De acordo com Stewart et al. (2005) este método de observação pode ser empregado na observação de várias características em diferentes sistemas de um animal. As imagens obtidas permitem a observação direta da distribuição de temperatura em uma superfície (Knížková et al., 2007; Zotti, 2010), além de auxiliar na compreensão da termorregulação em razão das mudanças na temperatura superficial e o impacto das condições ambientais sobre o bem-estar animal (Kotrba et al., 2007).

De acordo com Knížková et al. (2007), os seguintes parâmetros são determinantes para a precisão de mensuração de temperatura por parte do aparato fotográfico: a emissividade do objeto, a reflectância da temperatura em forma de ondas infravermelhas, a distância entre o objeto e a câmera e, a umidade relativa do ar. Ainda segundo os mesmos autores, as propriedades da TIV têm sido amplamente utilizadas em humanos, mas recentemente esse método alcançou o nicho da produção animal, inicialmente para determinar diagnósticos frente a determinadas enfermidades ou mesmo reações a qualquer tratamento utilizado que interfira na produção de calor na parte observada. Assim, qualquer variável que interfira na produção de calor, como a inflamação, é transmitida por meio dos capilares mais próximos a pele e lá são dissipados em forma de ondas infravermelhas (Berry et al., 2003).

Ribeiro et al. (2008) citaram que os animais utilizam a vasodilatação periférica, ou seja, o aumento do fluxo sanguíneo para a superfície corporal, como um processo para a manutenção da homeotermia, ocasionando aumento na temperatura da superfície animal. Esta vasodilatação facilita a troca de calor do animal com o meio ambiente por processos sensíveis, e a eficácia deste depende do gradiente térmico entre o corpo do animal e a temperatura ambiente (McCutcheon & Geor, 2008).

Segundo Cunningham (2008), sob condições de estresse pelo calor, a transferência circulatória de calor para a pele pode ser aumentada por meio da dilatação das arteríolas dos leitos vasculares cutâneos e por meio da abertura das anastomoses

arteriovenosas nos membros, orelhas e focinho permitindo aumentar o fluxo sanguíneo periférico facilitando a perda de calor para o ambiente a partir da pele. Em ovinos a rede carotídea forma uma rede banhada em um seio de sangue venoso drenado da cavidade nasal. O sangue mais frio do focinho resfria o sangue arterial que irriga o cérebro, mantendo a temperatura cerebral num nível ideal. O mesmo autor ainda afirmou que, sob condições de estresse pelo frio, o fluxo sanguíneo dos membros retorna para o centro do corpo através das veias profundas que acompanham as artérias, com isso o calor é transferido por troca em contracorrente, do sangue arterial aquecido para o sangue venoso, mais frio, e, desse modo, retorna para o centro do corpo.

Segundo Stewart et al. (2005), a temperatura infravermelha pode detectar alterações no fluxo sanguíneo periférico, podendo ser uma ferramenta útil para avaliar o estresse em animais. Knížková et al. (2007) citaram que a câmera termográfica é capaz de detectar variações mínimas de temperatura com precisão. Com isso, a utilização da análise de termografia infravermelha torna possível identificar pontos de valores distintos de temperatura radiante e tem sido valiosa para o reconhecimento de eventos fisiológicos em animais (Bouzida et al., 2009)

Kimmel et al. (1992) e Spruyt et al. (1995) afirmaram que a utilização de TIV é aplicável em estudos sobre estresse térmico. Os autores observaram o resfriamento evaporativo em vacas leiteiras em processo de estresse térmico, coletando imagens TIV e correlacionando com a temperatura retal em diferentes tratamentos. Durante 02 horas, as vacas foram, alternadamente, aspergidas com água por 30 segundos e arrefecidas com um fluxo de ar (3 m/s de velocidade) por 4,5 minutos. Sua temperatura retal caiu de 38,2 ° C a 36,0 ° C e permaneceu inalterada por mais uma hora. Imagens TIV demonstraram uma queda de 1,5 ° C na temperatura superficial devido o tratamento.

Montanholi et al. (2008) estabeleceram a correlação das temperaturas superficiais de diferentes regiões do corpo de vacas em lactação com a produção de calor. Essas informações apresentam importância para o entendimento sobre os processos termorregulatórios dos bovinos. Essa tecnologia pode vir a ser um instrumento útil, indicador de estresse em geral, pois os métodos convencionais já esgotaram suas possibilidades (Knížková et al., 2007). Segundo este autor existem limitações em seu uso que devem ser evitadas: imagens obtidas sob a luz solar, expostos diretamente ao vento e de superfícies com sujidades.

Stewart et al. (2005) afirmaram que os efeitos das condições climáticas, ritmos circadianos e ultradianos, hora da alimentação, ordenha e rumações devem ser considerados em investigações para parte da validação do método, pois interferem diretamente na produção de hormônios e posteriores respostas fisiológicas em decorrência dessa produção. Nesse mesmo estudo a temperatura ocular, mensurada através da TIV, foi validada como uma variável para mensuração de estresse utilizando gado leiteiro. As vacas receberam um desafio de hormônio adrenocorticotrófico – ACTH, e foram sujeitas a condições de estresse psicológico (isolamento social). Aumentos nas concentrações de cortisol e ACTH e elevação da temperatura ocular confirmaram que o eixo hipotalâmico-hipofisário-adrenal foi estimulado.

Portanto, observações por meio da ferramenta TIV podem ser empregadas em predições, detecções e diagnósticos de doenças com precisão, assim como outras aplicações na produção animal. Stewart et al. (2007) observaram que a temperatura ocular é relacionada com regulação da atividade do sistema nervoso autônomo (atividade simpática). Assim, variáveis como dor e estresse, inclusive térmico-calórico, interferem diretamente nesse tipo de observação.

2.7.2. Infravermelho como ferramenta auxiliar na detecção de mastite

Malik et al. (1989), em relação ao úbere, avaliaram a relação entre zonas de traumatismos e a temperatura superficial das tetas. Os autores apontaram que os traumatismos causados na hora de ordenha podem ser a causa da mastite.

Berry et al. (2003) utilizaram a TIV para avaliar os efeitos do ambiente sobre a temperatura do úbere. Foi observado que a temperatura do úbere aumenta após realização de exercício físico, mas a variação diária da temperatura do úbere foi menor que o aumento resultante de uma resposta do organismo a uma mastite. Nesse estudo, concluiu-se que a câmara infravermelha tem grande potencial para ser utilizada como ferramenta auxiliar no diagnóstico de mastite, sendo, porém, importante observar os fatores ambientais.

Schimidt et al. (2004) e Paulrud et al. (2005) observaram que vacas com maior produção de leite tinham úberes com temperaturas superficiais superiores, tanto antes quanto

após a ordenha, em comparação às vacas de menor produção leiteira. Essa observação sugere que o uso da TIV tem seu valor como ferramenta de análise para avaliar a funcionalidade do úbere, relacionando as temperaturas superficiais com a quantidade de produção de leite. Polat et al. (2010) em trabalho com vacas leiteiras concluíram que, como uma ferramenta não invasiva e rápida, a TIV pode ser utilizada para triagem de mastite subclínica através da medição da temperatura superficial do úbere, com uma alta capacidade preditiva de diagnóstico semelhante ao California Mastitis Test - CMT, quando a cultura microbiológica não está disponível. No entanto, a confiabilidade da análise da temperatura superficial por TIV, entre vacas com características corporais e fisiológicas distintas entre si e que vivem em diferentes condições ambientais, deve ser determinada em cada caso.

Kennedy (2004) e Willits (2005) afirmaram que um úbere com mastite tem sua temperatura elevada antes mesmo dos sintomas clínicos aparecerem. Em um experimento de indução de mastite, a temperatura do úbere teve um aumento entre 2 e 3°C. Recentemente Pezeshki et al. (2011) relatou um aumento de 2 a 3°C na temperatura superficial do úbere, em estudo inoculando *Escherichia coli* em diferentes porções do úbere de vacas leiteiras.

Esses estudos tiveram como base o estudo de Scott et al. (2000), o qual mostrou que a inflamação poderia ser detectada pelo aumento de temperatura superficial utilizando a TIV, albumina de soro bovino ou a contagem de células somáticas. A concentração da albumina no soro bovino teve um pico 6 horas após inoculação, já o aumento da temperatura superficial se tornou evidente com uma hora de indução.

Todos estes estudos apontam para a possibilidade de emprego da TIV como método auxiliar na detecção de mastite em suas diferentes formas e, possivelmente, etiologias, quando associadas com uma maior quantidade de informações.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Avaliar o uso da termografia infravermelha como método de análise das temperaturas superficiais de cordeiros permitindo correlação direta com os valores dos Índices

de Conforto Térmico em condições da época seca no Centro-Oeste e como ferramenta de apoio na inspeção da superfície dos úberes de matrizes ovinas em lactação, auxiliando no diagnóstico de mastite.

3.2. Objetivos Específicos

Avaliar a inspeção da temperatura superficial de cordeiros/ovinos jovens por meio da Termografia Infravermelha e analisar o seu uso como ferramenta caracterizadora de estresse térmico em ambos os limites nessa categoria animal.

Avaliar os Índices de Conforto Térmico (ITU, ITGU, ICT e ICC) em condições da época seca (outono/inverno) no Distrito Federal e correlacioná-los com valores de temperaturas superficiais em diferentes pontos do animal.

Determinar quais são as condições bioclimatológicas a que estão submetidos os cordeiros na época de seca (outono/inverno) no Distrito Federal por meio do Índice de Compreensão Climática (ICC) e Índice de Conforto Térmico (ICT).

Determinar os valores de temperatura superficial do úbere para caracterização dos diferentes tipos de mastite em matrizes ovinas.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHARYA, R.M., GUPTA, R.M., SEHGAL, J.P., SINGH, M. Coat characteristics of goats in relation to heat tolerance in the hot tropics. **Small Ruminant Research**, v.18, p.245-248. 1995.

AMUNDSON, J. L., MADER, T.L., RASBY, R.J., HU, Q.S. Environmental effects on pregnancy rate in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.84, p.3415–3420. 2006.

ANDRADE, I.S. **Efeito do ambiente e da dieta sobre o comportamento fisiológico e o desempenho de cordeiros em pastejo no semi-árido paraibano**. Patos: Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, 2006. 40p. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) - Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, 2006.

BACCARI, J.F. Métodos e Técnicas de Avaliação da Adaptabilidade dos Animais nos Trópicos. **Semana de Zootecnia** – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, v.11., Pirassununga, Trabalhos Apresentados. Campinas: Fundação Cargill, p.53-63. 1986.

BAETA, F.C., SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**, (Tese de **PhD**) Universidade Federal de Viçosa), 1997.

BARBOSA, O.R., SILVA, R.G. Índice de conforto térmico para ovinos. **Boletim de Indústria Animal**, v.52, n.1, p.29-35. 1995.

BARBOSA, D.A., BLAGITZ, M.G, KITAMURA, S.S., GOMES, V., BASTOS, C.R , BENITES, N.R., VERÍSSIMO, C.J., MADUREIRA, K.M., LIBERA, DELLA, PAIVA, A.M.M. Comparação entre a contagem de células somáticas em leite de ovinos empregando técnicas direta e indireta. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.71, p.384-387, 2004.

- BEEDE, D.K., COLLIER, R.J. Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during heat stress. **Journal of Animal Science**, v.62, p.543–550. 1986.
- BERGONIER D. & BERTHELOT X. New advances in epizootiology and control of ewe mastitis. **Livestock Production Science**, v.79, p.1-16. 2003.
- BERGONIER, D., DE CRÉMOUX, R., RUPP, R., LAGRIFFOUL, G., BERTHELOT, X. Mastitis of dairy small ruminants. **Veterinarian Research**, v.34, p.689–716. 2003.
- BERRY, R. J., KENNEDY, A. D., SCOTT, S. L. Daily variation in the udder surface temperature of dairy cows measured by infrared thermography: Potential for mastitis detection. **Canadian Journal of Animal Science**, v.83, p.687–693. 2003.
- BERTIPAGLIA, E.C.A., SILVA, R.G., CARDOSO, V., FRIES, L.A. Hair coat characteristics and sweating rate of Braford cows in Brazil. **Livestock Science**, v.112, p.98-108. 2007.
- BIANCA, W. Heat tolerance in cattle its concepts: measurement and dependence on modify factors. **International Journal of Biometeorology**, v.5, p.5-30. 1961.
- BINNS, S.H., COX, I.J., RIZVI, S., GREEN, L.E. Risk Factors for Lamb Mortality on UK Sheep Farms. **Veterinarian Medicine**, v.52, p.287-303. 2002.
- BONSMA, J.C. **Man Must Measure: Livestock Production**, Agi Books, Cody, WY, 1983.
- BOUZIDA, N., BENDADA, A., MALDAGUE, X.P. Visualization of body thermoregulation by infrared imaging. **Journal of Thermal Biology**, Oxford, v.34, n.3, p.120-126. 2009.
- BUFFINGTON, D.E., COLLAZOARROCHO, A., CANTON, G.H. **Black globe- humidity index (BGHI) as confort equation for dairy cows**. Transactions of the ASAE, v.24, p.711-714. 1981.
- BLACKBURN, H., MEZZADRA, C. Policies for the management of animal genetic resources. **Proceedings**. 8th Wrld. Cong. Genet. Applied Livest. Prod. 2006. Disponível em: <www.wcgalp8.org.br/wcgalp8/articles>, Acesso em 02/04/10.
- BROWN-BRANDL, T.M., EIGENBERG, R.A., NIENABER, J.A. Heat stress risk factors for feedlot heifers. **Livestok Science**, v.105, p.57–68. 2006.
- BROWN-BRANDL, T.M., EIGENBERG, R.A., NIENABER, J.A., HAHN, G.L. Dynamic response indicators of heat stress in shaded and non-shaded feedlot cattle, Part 1: Analysis of indicators. **Bio systems. Engineering**, v.90, p.451–462. 2005.
- CANNON, B., NEDERGAARD, J. Brown adipose tissue: function and physiological significance. **Physiology Review**, .84: 277-359, 2004.
- CARVALHO, T., MARA, L.S. Hidratação e nutrição no esporte. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Rio de Janeiro, v.16, n.2, p. 33-40. 2010.
- CEZAR, M.F., SOUZA, B.B., SOUZA, W.H., PIMENTA, E.C., TAVARES, G.P., MEDEIROS, G.X. Avaliação de parâmetros fisiológicos de ovinos Dorper, Santa Inês e seus mestiços perante condições climáticas do trópico semi-árido nordestino. **Ciência Agrotecnológica**, Lavras, v.28, n.3, p. 614-620. 2004.

- COSTA, M.J.R.P., QUEIROZ, S.A., RIBEIRO, J.L.C. Avaliação de alguns aspectos do desempenho de ovinos Morada Nova na região de Franca - SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.19, n.4, p.341-346. 1990.
- COSTA, N.A., MENDONÇA, C.L., AFONSO, J.A.B., SOUZA, M.I., CALADO, A.L., PIRES, J.R., COUTINHO, L.T., SIMÃO, L.C.V., CAVALCANTE, A.E.L. Ocorrência de mastite em ovelhas atendidas na clínica de bovinos. In: Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária, 28., Salvador, BA. **Resumos**. Salvador, 2001. p.123.
- CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. 3ed Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 579p. 2008.
- CHRISTLEY, R.M. et al. Factors related to the risk of neonatal mortality, birth-weight and serum immunoglobulin concentration in lambs in the UK. **Preventive Veterinary Medicine**, v.57, n.4, p.209-226, 2003.
- CLEMENTS, A.C.A., TAYLOR, D.J., FITZPATRICK, J.L. Evaluation of diagnostic procedures for subclinical mastitis in meat-producing sheep. **Journal of Dairy Research**, v.70, p.139-148, 2003.
- EIGENBERG, R. A., BROWN-BRANDL, T.M., NIENABER, J.A., HAHN, G.L. Dynamic response indicators of heat stress in shaded and non-shaded feedlot cattle. Part 2: Predictive relationships. **Biosystems Engineering**. v.91, n.1, p.111-118. 2005.
- FERNANDES, J.C.T., CARDOSO, M.R.I. Mamite ovina causada por *Staphylococcus aureus*. Primeira observação no Brasil. **Arquivos da Faculdade de Veterinária**, UFRGS, v.13, p.71-74. 1985.
- FINCH, V.A., BENNETT, I.L., HOLMES, C.R. Coat colour in cattle: effect on thermal balance, behavior and growth, and relationship with coat type. **Journal of Agriculture Science**, v.102, p.141-147. 1984.
- FUENTE I.F., SANPRIMITIVO F., FUERTES J.A. Daily and between milking and repetabilitis in yeld ewes, somatic cell count, fat and protein components for dairy ewes. **Small Ruminat Resserach**, v.24, p.77-83. 1997.
- GAUGHAN, J. B., MADER, T.L., HOLT, S.M., HAHN, G.L., YOUNG, B.A. Review of current assessment of cattle and microclimate during periods of high heat load. **Animal Production Austraulia**, v.24, p.77-80. 2002.
- GAUGHAN, J. B., DAVIS, M.S., MADER, T.L. Wetting and the physiological responses of grain-fed cattle in a heated environment. **Australian Journal of Agricultural. Research**, v.55, p.253-260. 2004.
- GAUGHAN, J. B., MADER, T.L., HOLT, S.M., JOSE, M.J., ROWAN, K.J. Heat tolerance of Boran and Tuli crossbred steers. **Journal of Animal Science**, v.77, p.2398-2405. 1999.
- GEBREMEDHIN, K.G. Heat exchange between livestock and the environment. In: Yosef, M.K., Editor, **Stress Physiology in Livestock**, v.1, p.15-33, 1985.
- GIRÃO, R.N. , MEDEIROS, L.P. , GIRÃO, E.S. Mortalidade de Cordeiros da Raça Santa Inês em um Núcleo de Melhoramento no Estado do Piauí. **Ciência Rural**, v.28 n.4 Santa Maria Oct./Dec. 1998.

GOMES, V., BLAGITZ, M.G, DELLALIBERA, A.M.M.P., XAVIER, A.L.A., PONTE, G.C.T.G., MADUREIRA, K.M. Citology of milk of Lacaune sheep breed in Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista de Ciencias. Veterinarias**, v.4, Supl.1, p.12, 2006.

GONZALO, C., TARDAGUILA, J.A., DE LA FUENTE, L.F., SAN PRIMITIVO, F. Effects of selective and complete dry therapy on prevalence of intramammary infection and on milk yield in the subsequent lactation in dairy ewes. **Journal of Dairy Research**, v.71, p.33-38. 2004.

GROSS, S.J., POLLACK, E.J., ANDERSON, J.G., TORELL, D. T. 1978. Incidence and importance of subclinical mastitis in sheep. **Journal of Animal Science**. v.46, p.1-8.

HAHN, G.L., MADER, T.L., EIGENBERG, R.A. Perspective on development of thermal indices for animal studies and management. p.31–45. **Proceedings: Interactions Between Climate and Animal Production**. EAAP Technical Series n.7. Wageningen Academic Publ., Wageningen, Netherlands. 2003.

HAHN, G.L. **Management** and housing of farm animals in hot environments. YOURSEF, M.K. **Stress Physiology in Livestock**. v.2. Ungulates. Boca Raton: CRC Press, Inc., p.151-174. 1999.

HAHN, G.L. Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. **Journal of Animal Science**. v.77(Suppl. 2), p.10–20, 1999.

HAHN, G. L., MADER, T.L. Heat waves in relation to thermo-regulation, feeding behaviour and mortality of feedlot cattle. p.563–571. 5th Int. Livestock. Environment. Symposium., Bloomington, MN. R. W. Bottcher and S. J. Hoff, E.D. **American Society of. Agriculture Engineering**, St. Joseph, MI, 1997.

HALPIN, P.M., MENGE, B.A., HOFMANN, G.E. Experimental demonstration of plasticity in the heat shock response of the intertidal mussel *Mytilus californianus*. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v.276, p.137–145, 2004.

HELMUTH, B., HOFMANN, G.E. Microhabitats, thermal heterogeneity and physiological gradients of stress in the rocky intertidal zone. **Biology of Bull.**, v.201, p.374–384, 2001.

HERRERO, M., HANOTTE, O., NOTENBAERT, A., THORNTON, P.K. **Potential of modelling animal genetic resources data in relation to other existing data sets**. Report on the FAO/WAAP workshop on production environment descriptors for animal genetic resources report. Eds. Pilling, D., Rischkowsky, B. & Scherf, B., Caprarola, Italy, p.6 – 8, 2008.

HOLST, G.C. **Common Sense Approach to Thermal Imaging**. SPIE Optical Engineering Press, Washington, 2000.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) **Climate Change 2007: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK, New York, NY, USA. 2007.

JONES, J.E.T., WATKINS, G.H. 2000. Mastitis and contagious agalactia. p. 75-80. In: Martin W.B., Aitken I.D. **Diseases of sheep**, 3rd edition, Blackwell, Oxford.

- KELLEY, K.W. Cross-talk between the immune and endocrine systems. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.66, p.2095-2108. 1988.
- KENNEDY, A. Mastitis detection using infrared thermography. **Western Dairy Digest**, v.5, n.4, p.15. 2004.
- KIMMEL, E., ARKIN, H., BERMAN, A. Evaporative cooling of cattle: transport phenomena and thermovision. **American Society of Agriculture.Engineering.**, v.92, n.4028, p.14.1992.
- KOTRBA, R., KNÍŽKOVÁ, I., KUNC, P., BARTOS, L. Comparison between the coat temperature of the eland and dairy cattle by infrared thermography. **Journal of Thermal Biology**, v.32, p.355-359. 2007.
- KNÍŽKOVÁ, I., KUNC, P., GÜRDİL, G.A.K., PINAR, Y., SELVÍ, K.Ç. Applications of infrared thermography in animal production. **Journal of the Faculty of Agriculture**, Kyushu, v.22, n.3, p.329-336.2007.
- KNÍŽKOVÁ, I., MALÁ, G., KUNC, P., KNÍZEK, J. **Resistance of early postnatal lambs from four genetic types to cold environment and rain**. ISAH, Warsaw, Poland, v.1. 2005.
- LANGONI, H. 2005. Mastite ovina. In: II Seminário Nordeste Rural. **Anais...** Sergipe.
- LADEIRA, S.R.L. 2007. Mastite ovina. p. 377. In: Riet-Correa, F.; Schild, A.L., Lemos, R. A. A, Borges, J. R.J. **Doenças dos ruminantes e eqüídeos**. Ed. Fernovi, Santa Maria: Pallotti.
- LININGTON, M.J., 1990. **The use of Sanga cattle in beef production**. In: Technical communication No 223, Department of Agriculture, South Africa, p.31 – 37.
- LIU, Y., LI, D., LI, H., ZHOU, X., WANG, G. A novel SNP of the *ATPIA1* gene is associated with heat tolerance traits in dairy cows. **Molecular Biology Reports**, v.38, n.1, p.83-88. 2003.
- LOARIE, S.R., DUFFY, P.B., HAMILTON, H. The velocity of climate change. **Nature**, v.462, p. 1052–1055. 2009.
- MADER, T.L., JOHNSON, L.J., GAUGHAN, J.B. Components of the Comprehensive Climate Index. **Journal of Animal Science**, v.29 ,p.2009-2586. 2010. Disponível em: <<http://jas.fass.org/content/early/2010/01/29/jas.2009-2586>>. Acessado em 03/03/2011.
- MADER, T.L., DAVIS, M.S., GAUGHAN, J.B. Effect of sprinkling on feedlot microclimate and cattle behavior. **International Journal of Biometeorology**. v..51, p.541–551. 2007.
- MADER, T.L., DAVIS, M.S., BROWN-BRANDL, T. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**. v.84, p.712-719. 2006.
- MADER, T.L., DAVIS, M.S. Effect of management strategies on reducing heat stress of feedlot cattle: Feed and water intake. **Journal of Animal Science**. v.82, p.3077–3087. 2004.
- MADER, T.L. Environmental stress in confined beef cattle. **Journal of Animal Science**. v.81(E. Suppl. 2), p.110–119. 2003.
- MADER, T. L., HOLT, S.M., HAHN, G.L., DAVIS, M.S., SPIERS, D.E. Feeding strategies for managing heat load in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**. v.80, p.2373–2382. 2002.

- MADER, T.L., HOLT, S., SCOTT, T., DAVIS, M.S. Restricted feeding strategies for reducing heat load of yearling steers. p.74–77. **Nebraska Beef Report**. University of Nebraska, Lincoln. 2001.
- MADER, T. L., DAHLQUIST, J.M., HAHN, G.L. GAUGHAN, J.B. Shade and wind barrier effects on summer-time feedlot cattle performance. **Journal of Animal Science**. v.77, p.2065–2072. 1999.
- MADER, T. L., DAHLQUIST, J.M., GAUGHAN, J.B. Wind Protection effects and airflow patterns in outside feedlots. **Journal of Animal Science**. v.75, p.26–36. 1997.
- MALIK, R., HO, S., CHURCH, D.B. A new method for recording and analysing evoked motor potentials from dogs. **Journal of Small Animal Practical**., v.30, p.13-19. 1989.
- MARAI, I.F.M., EL-DARAWANY, A.A., FADIEL, A., ABDEL-HAFEZ, M.A.M. Physiological traits as affected by heat stress in sheep — A review, **Small Ruminant Research**, v.71, p.1–12. 2007.
- MENDONÇA, C.L., AFONSO, J.A.B., COSTA, N.A. **Mastite em ovelhas**. Veterinária e Zootecnia CRMV-PE, Recife, v.25, n.7, 2005.
- MENZIES, P.I. Mastitis of sheep: overview of recent literature. In: GREAT LAKES DAIRY SHEEP SYMPOSIUM, 6., 2000, Guelph. **Proceedings...** Guelph, 2000. Disponível em <http://www.ansci.wisc.edu/Extensionnew%20copy/sheep/Publications_and_Proceedings/symposium%20PDF/symposium_00.pdf#page=68>. Acesso em: 22 jan. 2011.
- MENZIES, P.I. & RAMANOON, S.Z. Mastitis of sheep and goats. *Vet. Clin. North American Food of Animal Practical*., v.17, p.333-358, 2001.
- MITLÖHNER, F. M., MORROW, J.L., DAILY, D.W., WILSON, S.C., GALYEAN, M.L., MILLER, M.F., MCGLONE, J.J. Shade and water misting effects on behaviour, physiology, performance, and carcass traits of heat-stressed feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.79, p.2327–2335. 2001.
- MONTANHOLI, Y.R., ODONGO, N. E., SWANSON, K. C., SCHENKEL, F. S., McBRIDE, B. W., MILLER, S. P. Application of infrared thermography as an indicator heat and methane production and its use in the study of skin temperature in response to physiological events in dairy cattle (*Bos taurus*). **Journal of Thermal Biology**, v.33, p.468-475. 2008.
- MONTY, D. E., KELLEY, L. M., RICE, W. R. Acclimatization of St.-Croix, Karakul and Rambouillet sheep to intense and dry summer heat. **Small Ruminant Research**, v.4, p.379-392. 1991.
- MOURA, D.J., NÄÄS, I.A. Estudo comparativo de índices de conforto térmico na produção animal. Congresso Brasileiro De Engenharia Agrícola, Lavras. 1993. **Anais...** Lavras. p.42-46.
- MCCUTCHEON, L.J., GEOR, R.J. **Thermoregulation and exercise-associated heat stress**. In: HINCHCLIFF, K.W., GEOR, R.J., KANEPS, A.J. Equine exercise physiology: the science of exercise in the athletic horse. Philadelphia: Elsevier, p.382-386. 2008.

MCDOWELL, R.E. **Improvement of livestock production in warm climates**. WH Freeman & Co, San Francisco, 1972.

MCFARLAND, M., HOLCOMBE, D., KING, D., ALLEN, J., REDELMAN, D. **Quantification of subclinical mastitis in sheep**. Reno: The University Nevada, 2000. Disponível em: <<http://www.cabnr.unr.edu/resources/cattlemens/2000/16.htm>>. Acesso em: 18/08/2010

MCMANUS, C., PALUDO, G.R., LOUVANDINI, H., GUGEL, R., SASAKI, L. C. B., PAIVA, S. R. Heat Tolerance in Naturalized Brazilian Sheep: Physiological and Blood Parameters. **Tropical Animal Health and Production**, v.41, p.95-101. 2009.

MCMANUS, C., LOUVANDINI, H., PAIM, T.P., MARTINS, R.F.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**., v.40, p.107-120. (supl. especial). 2011.

NEVES, M. L. M.W., **Índices de conforto térmico para ovinos santa inês de diferentes cores de pelame em condições de pastejo**. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Zootecnia. Recife-PE, 2008. 77f. Disponível em: <<http://www.pgz.ufrpe.br/files/dissertacoes08/Maria%20Luciana%20Menezes%20W.%20Neves.pdf>>. Acesso em: 18 de agosto de 2010.

NIENABER, J.A., HAHN, G.L., EIGENBERG, R.A. Quantifying livestock responses for heat stress management: A review. **International Journal of Biometeorology**, v.42, p.183–188. 1999.

NÓBREGA JUNIOR J.E. & RIET-CORREA F. Mortalidade perinatal de ovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. Centro de Saúde e Tecnologia Rural, UFCG, Campus de Patos, Patos, PB. 2005.

NUNES, G.R., BLAGITZ, M.G., FREITAS, C.B., SOUZA, F.N., RICCIARDI, M., STRICAGNOLO, C.R., SANCHES, B.G.S., AZEDO, M.R., SUCUPIRA, M.C.A., DELLA LIBERA, A.M.M.P. **Avaliação de indicadores inflamatórios no diagnóstico de mastite ovina**. **Biológico**, v.69, p.113-198, 2007.

NRC. **Effect of Environment on Nutrient Requirements of Domestic Animals**. Natl. Acad. Press, Washington, DC. 1981.

OLIVEIRA V.L.M. 2006. **Aspectos do leite e mastite em ovinos da raça Santa Inês em Sergipe**. **Dissertação de mestrado** (Mestrado em Agroecossistemas - Núcleo de Pesquisa e Pós-Graduação e Estudos em Recursos Naturais, Universidade Federal de Sergipe São Cristóvão – Sergipe, 70p.

OLSON, T.A., LUCENA, C., CHASE, C.C. JR., HAMMOND, A.C. Evidence of a major gene influencing hair length and heat tolerance in *Bos taurus* cattle. **Journal of Animal Science**, v.81, p.80–90. 2003.

PAAPE, M.J., POUTREL, B., CONTRERAS, A., MARCO, J.C., CAPUCO, A.V. Milk somatic cells and lactation in small ruminants. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.237-244. 2001.

PAULRUD, O., CLAUSEN, S., ANDERSEN, P.E., BJERRING, M., RASMUSSEN, M.D. Infrared thermography and ultrasonography to indirectly monitor the influence of liner type and overmilking on teat tissue recovery. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v.46, p.137-147. 2005.

PENGOV, A. The role of coagulase-negative Staphylococcus spp. and associated somatic cell counts in the ovine mammary gland. **Journal of Dairy Science**, v.84, n.3, p.572-574. 2001.

PERISSONOTO, M., MOURA, D.J., MATARAZZO, S.V., SILVA, I.J.O., LIMA, K.A.O. Efeito da utilização de sistemas de climatização nos parâmetros fisiológicos do gado leiteiro. **Revista de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.3, p.663-671. 2006.

PEZESHKI, A., STORDEUR, P., WALLEMACQ, H., SCHYNTS, F., STEVENS, M., BOUTET, P., PEELMAN, L.J., DE SPIEGELEER, B., DUCHATEAU, L., BUREAU, F., BURVENICH, C. Variation of inflammatory dynamics and mediators in primiparous cows after intramammary challenge with Escherichia coli. **Veterinarian Research**, v.42, n.1, p.15. 2011.

POLAT, B., COLAK, B., CENGIZ, M., YANMAZ, L.E., BASTAN, A., KAYA, S., HAYIRL, A. Sensitivity and specificity of infrared thermography in detection of subclinical mastitis in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.93, n.8, p.3525-3532. 2010.

QUINN, P. J., CARTER, M. E., MARKEY, B., CARTER, G. R. 1994. **Clinical veterinary microbiology**. Edit. Wolfe, London, 330p.

RADOSTITS, O.M., GAY, C.C., BLOOD, D.C., HINCHCLIFF, K.W. **Clínica Veterinária**. 9.ed., Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 2002.

RECH, C.L.S., RECH, J.L., FISCHER, V., OSÓRIO, M.T.M. , M, N. , MOREIRA, H.L.M. , SILVEIRA, I.D.B. , TAROUÇO, A.K. Temperamento e comportamento materno-filial de ovinos das raças Corriedale e Ideal e sua relação com a sobrevivência dos cordeiros. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.5, p.1388-1393. 2008.

RIBEIRO, N.L., FURTADO, D.A., MEDEIROS, A.N., RIBEIRO, M.N., SILVA, R.C.B., SOUZA, C.M.S. Avaliação dos índices de conforto térmico, parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de ovinos nativos. **Revista de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.28, n.4, p.614-623. 2008.

RIET-CORREA, F. **Mortalidade perinatal em ovinos e caprinos**. In: RIET-CORREA, F. et al. Doenças de ruminantes e eqüídeos. Santa Maria: Palotti, v.2, cap.6, p.455-465. 2007.

RIET-CORREA, F., MÉNDEZ, M.C. 2001. **Mortalidade perinatal em ovinos**. p.417-425. In: Riet-Correa F., Schild A.L., Méndez M.C. Lemos R.A.A. Doenças de Ruminantes e Eqüinos. 2ª ed. Livraria Varela, São Paulo.

ROBERTSHAW, D. Physical and physiological principles of adaptation of animals to the tropics. **Proceedings**. 1st Simposio Internacional de Bioclimatologia Animal nos Trópicos: Pequenos e Grandes Ruminantes, Fortaleza, p.87-94, 1986.

SANTOS, J.R.S. Respostas Fisiológicas e Gradientes Térmicos de ovinos das Raças Santa Inês, Morada Nova e de seus cruzamentos com a Raça Dorper em condições do semi-árido nordestino. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n. 5, p. 995-1001. 2006.

SANTOS, R.A., MENDONÇA, C.L., AFONSO, J.A.B., SIMÃO, L.C.V. Aspectos clínicos e característicos do leite em ovelhas com mastite induzida experimentalmente com *Staphylococcus aureus*. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.27, n.1, p.6-12. 2007.

SELAIVE, A. B. 1980. Considerações sobre descarte de ovinos. EMBRAPA/UEPAE Bagé, 18p.

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

SILVA, R. G. Evaluation of thermal stress indexes for dairy cows in tropical regions. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.36, n.4, p.1192-1198. (supl.). 2007.

SILVA, R.G. 2000. **Introdução à Bioclimatologia Animal**, (Editora Nobel, São Paulo), 286 p.

SILVA, R.G. Estimação do balanço térmico por radiação em vacas holandesas a sol e a sombra. **Proceedings**. 2nd Congresso Brasileiro de Biometeorologia, Goiania, p.118–128, 1998.

SIPLE, P.A. E PASSEL, C.F. Measurements of dry atmospheric cooling in subfreezing temperatures. **Proceedings**, American. Phil. Society., v.89, p.177-199. 1945.

SORTE, C.J.B., HOFMANN, G.E. Thermotolerance and heat-shock protein expression in Northeastern Pacific Nucella species with different biogeographical ranges. **Mar. Biol.**, v.146, p.985–993. 2005.

SOUZA, A.L., ARRUDA, I.J., RONDINA, D., Função, Controle Transcricional E Atividade Endócrina Do Tecido Adiposo Nos Mamíferos. **ACSA - Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.5, p. 1-15. 2009.

SOUZA, B.B., SOUZA, E.D., CEZAR, M.F., SOUZA, W.H., SANTOS, J.R.S., BENICIO, T.M.A., Temperatura Superficial e Índice de Tolerância ao Calor de Caprinos de Diferentes Grupos Raciais no Semi-Árido Nordeste. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 1, p. 275-280. 2008.

SOUZA, C.F., TINÔCO, I.F.F., BAÊTA, F.C. Avaliação de materiais alternativos para confecção do termômetro de globo. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n.1, p.157-164. 2002.

SCHMIDT S., BOWERS S., DICKERSON T., GRAVES K., WILLARD S. Assessments of udder temperature gradients pre- and post- milking relative to milk production in Holstein cows as determined by digital infrared thermography. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.460 – 461. 2004.

SCOTT, S.L., SCHAEFER, A.L., TONG, A.K.W., LACASSE, P. Use of infrared thermography or early detection of mastitis in dairy cows. **Canadian Journal of Animal Science**, v.70, p.764 – 765. 2000.

SPRUYT, P., GHAFIR, Y., ART, T., LEKEUX, P. La thermographie infrarouge dans l'étude de la thermoregulation. Revue de la littérature. **Ann. Med. Vet.**, v.139, p.413-418. 1995.

- STARLING, J.M.C., SILVA, R.G., NEGRÃO, J.A., MAIA, A.S.C., BUENO, A.R. 2005. Variação Estacional dos Hormônios Tireoideanos e do Cortisol em Ovinos em Ambiente Tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2064-2073.
- STEWART, M., WEBSTER, J.R., SCHAEFER, A.L., COOK, N.J., SCOTT, S.L. Infrared thermography as a non-invasive tool to study animal welfare. **Animal Welfare**, South Mimms, v.14, p.319-325. 2005.
- STEWART, M., WEBSTER, J.R., VERKERK, G.A., SCHAEFER, A.L., COLYN, J.J., STAFFORD, K.J. Non invasive measurement of stress in dairy cows using infrared thermography. **Physiological. Behavior**, v.92, p.520-525. 2007.
- ST-PIERRE, N.R., COBANOV, B., SCHNITKEY, G. Economic losses from heat stress by US livestock industries. **Journal of Dairy Science**. v.86 (E.Suppl.) p.52-77. 2003.
- SWARTZ, H.A. 2001. **Mastitis in ewe**. Disponível em: <[http// www.case-agworld.com/](http://www.case-agworld.com/)> Acesso em: 20 dez. 2011.
- SWENSON, M. J., REECE, W. O. **Dukes: Fisiologia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. 946p.
- TANAKA, M. **Estatística**. São Paulo: Makron books, 2000.
- TEW, M., BATTEL, G., NELSON, C.A. Implementation of a new Wind Chill Temperature Index by the National Weather Service. 18th Int. Conf. on Interactive Information and Processing Systems (IIPS) for Meteorology, Oceanography, and Hydrology, Orlando, FL. **American Meteorology Society**, p.203- 205. 2002.
- TITTO, E.A.L., PEREIRA, A.M.F., TOLEDO, L.R.A., PASSINI, R., NOGUEIRA FILHO, J.C.M., GOBESSO, A.A.O., ETCHICHURY, M., TITTO, C.G. Concentração de eletrólitos em equinos submetidos a diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.10, n.1, p.236-244. 2009.
- TOMANEK, L., SANFORD, E. Heat-shock protein 70 (Hsp70) as a biochemical stress indicator: an experimental field test in two congeneric intertidal gastropods (Genus: Tegula). **Biol. Bull.**, V.205, p.276–284. 2003.
- TURNER, H.G. Variation in rectal temperature of cattle in a tropical environment and its relation to growth rate, **Animal Production**, v.38, p.417–427. 1984.
- THOM, E. C. The discomfort index. **Weatherwise**, v.12, p.57–59. 1959.
- VAZ, A.K. Mastite em ovinos. **A Hora Veterinária**, n.93, 1996, p.75-78.
- VÁZQUEZ-VELA, M.E.F., N. TORRES, A.R. TOVAR. White Adipose Tissue as Endocrine Organ and Its Role in Obesity. **Archives of Medical Research.**, v.39, p.715-728. 2008.
- VERISSIMO, C.J., TITTO, C.G., KATIKI, L.M., BUENO, M.S., CUNHA, E.A., MOURÃO, G.B., OTSUK, I.P., PEREIRA, A.M.F., NOGUEIRA FILHO, J.C.M, TITTO, E.A.L. Tolerância ao calor em ovelhas Santa Inês de pelagem clara e escura. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.1, p.159-167. 2009.
- WEST, J.W. **Effects of heat stress on production in dairy cattle**, Journal of Dairy Science, v.86, p.2131–2144. 2003.

WILLIAMS, B. M. 1966. Levantamento das causas de mortes de cordeiros no Rio Grande do Sul. **Arquivos do IPVDF**, v.3, p.23-26.

WILLITS, S. Infrared thermography for screening and early detection of mastitis infections in working dairy herds. **Proceedings of Inflammation**, 2005, Las Vegas, USA, 1 – 5.

YOUSEF, M. K., JOHNSON, H. D. Physiological thermoneutrality zones of cattle. In: INTERNATIONAL BIOMETEOROLOGY CONGRESS, 3, 1963, France. **Proceedings...** p. 477- 48.

ZAFALON, L. F. **Mastite subclínica bovina por Staphylococcus aureus: qualidade e quantidade de leite secretado por quartos tratados e não tratados e relação custo/benefício do tratamento durante a lactação**. 2003. 66 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

ZAFALON, L. F., ESTEVES, S.N., MACHADO, R., MARTINS, K.B., DIAS, W.A.F., **Microbiologia do leite de ovelhas em rebanho de corte**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 25. Embrapa Pecuária Sudeste - São Carlos, Setembro, 2010.

ZOTTI, C. A. **Desempenho, respostas fisiológicas e comportamentais de novilhas leiteiras mantidas em diferentes regimes de ventilação forçada**. 2010. 63f. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) - Instituto de Zootecnia - APTA/SAA, Nova Odessa.

CAPÍTULO 2 - ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO E TEMPERATURAS SUPERFICIAIS EM CORDEIROS SUBMETIDOS ÀS DIFERENTES CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Rafhael Felipe Saraiva Martins, Ms.C, Brasília - DF; Concepta McManus Pimentel, PhD, Porto Alegre - RS.

RESUMO

O uso de Índices de Conforto Térmico para determinação da presença de estresse térmico para ovinos, em climas tropicais, é largamente utilizado. Condições ambientais a que cordeiros são submetidos durante o período periparto quase sempre determinam o seu crescimento e sobrevivência. A determinação de Índices de Conforto Térmico correlacionados com a Temperatura Superficial dessa categoria de animal é útil para a indústria de ovinocultura, demonstrando ser uma importante ferramenta para monitoramento das condições a que os cordeiros são submetidos precocemente. Foram utilizados 40 cordeiros (18 machos e 22 fêmeas) de três grupos genéticos distintos submetidos a três alojamentos, cada um com condições climatológicas distintas. Com a determinação das temperaturas superficiais via infravermelho, para os respectivos valores dos índices, é possível determinar com maior exatidão correlação direta entre temperatura superficial e condições ambientais, principalmente para os pontos soldra, axila, olho e pescoço, considerando condições de desconforto térmico por calor. A utilização do índice de compreensão climática em condições tropicais precisa ser mais estudada. Imagens sob a ação direta do sol e de outros fatores que interfiram na inspeção da temperatura superficial pode ser o maior limitante dessa tecnologia aplicada ao estresse térmico.

Palavras chave: mortalidade perinatal, estresse térmico, bioclimatologia, temperatura superficial do pelame.

**THERMAL COMFORT INDEX AND SURFACE TEMPERATURES IN
LAMBS SUBJECTED TO DIFFERENT ENVIRONMENTAL CONDITIONS**

Raphael Felipe Saraiva Martins, Ms.C, Brasília - DF; Concepta McManus Pimentel, PhD,
Porto Alegre - RS.

ABSTRACT

Thermal comfort indices are widely used to determine of heat stress in sheep in tropical climates. Environmental conditions to which lambs are subjected during the peripartum period often determine their growth and survival. The correlations between thermal comfort indices and surface temperature is useful for the sheep breeding industry, being an important tool for observations of conditions to which the lambs are submitted. A total of 40 lambs (18 males and 22 females) from three distinct genetic groups were submitted to three treatments, each with different climatic conditions. Infrared surface temperatures were determined for the respective index calculations. It was possible to determine more accurately direct correlation between surface temperature and environmental conditions, especially for the points axil, groin, neck and eye, using thermal discomfort information. The use of the index for understanding climate in tropical conditions requires further study. Images in the direct sunlight and other factors that interfere with inspection of the surface temperature may be the biggest limiting factor of this technology applied to thermal stress.

Keywords: perinatal mortality, heat stress, bioclimatology, surface temperature of the fur

CAPÍTULO 2 - ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO E TEMPERATURAS SUPERFICIAIS EM CORDEIROS SUBMETIDOS ÀS DIFERENTES CONDIÇÕES AMBIENTAIS

1. INTRODUÇÃO

O estresse pelo calor é considerado um fator limitante para a produção ovina. Animais bem adaptados são caracterizados por manter a produtividade ou mesmo obter mínima perda durante o episódio de estresse (West, 2003). O estresse pelo frio é mais importante em relação aos cordeiros neonatos, onde um cordeiro neonato saudável tem capacidade de aumentar sua taxa metabólica em resposta ao estresse por meio da termogênese inclusive com a utilização da gordura marrom (Vázquez-Vela, 2008). A produção de calor é uma função da massa corpórea, e a perda de calor é uma função da área superficial. Os cordeiros nascidos com peso ao nascimento elevado, refletidos em maior tamanho e massa corporal, têm massa corpórea maior em relação à área corporal e são, por isso, mais resistentes. Já os cordeiros nascidos com menor tamanho e menor massa corpórea em relação à área corporal são mais susceptíveis ao estresse pelo frio do ambiente (Radostits, 2002).

O Índice de Temperatura e Umidade (ITU) tem sido utilizado para descrever conforto térmico de animais, e leva em consideração os pesos para as temperaturas dos termômetros de bulbo seco e bulbo úmido (Silva, 2000). Outro índice é o de Temperatura Globo e Umidade (ITGU), que leva em consideração além da temperatura de globo negro, a temperatura de ponto de orvalho e a radiação térmica (Buffington, 1981). O índice desenvolvido especificamente para ovinos foi o Índice de Conforto Térmico (ICT) que leva em consideração a radiação e o vento como fatores importantes para estes animais, além da temperatura do ar, pressão parcial de vapor e temperatura do globo negro (Barbosa et al. 1995).

Como os índices são focados em frio ou calor, Mader et al. (2010) apresentaram um Índice de Clima Global ou Índice de Compreensão Global (ICG), que incorpora os ajustes para umidade relativa, velocidade do vento e radiação sobre as condições que envolvem ambas às dos ambientes quente e frio.

Neste contexto, objetivou-se correlacionar as temperaturas superficiais da pele e pelame de diversos pontos em ovinos de três grupos genéticos com os índices de conforto térmico que definam situações de desconforto térmico. Foram avaliados os índices de conforto térmico em três diferentes tipos de alojamentos de cordeiros com idades entre 1 e 65 dias para determinação dos valores ocorrentes dos Índices de Conforto Térmico no Distrito Federal durante a época seca.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local

O estudo foi realizado no Centro de Manejo de Ovinos da Fazenda Experimental Água Limpa (FAL) pertencente à Universidade de Brasília (UnB), entre os dias 22 de maio e 10 de julho de 2010. A propriedade localiza-se a 15° 47' S e 47° 56' W Gr., Colônia Agrícola Vargem Bonita, Distrito Federal.

2.2 Animais

Foram utilizados 40 cordeiros (18 machos e 22 fêmeas) de três grupos genéticos distintos: cruzas de Santa Inês com matrizes tipo Santa Inês (cSI), cruzas de Ile de France com matrizes tipo Santa Inês (cIF) e cruzas de Dorper com matrizes tipo Santa Inês (cDR). O padrão de pelagem dos animais foi determinado seguindo o padrão preponderante em cada animal, sendo classificados como branca, preta e castanha.

2.3 Manejo dos Grupos

O experimento teve duração de oito semanas com oito coletas, sendo que a primeira coleta foi realizada uma semana após o primeiro parto ocorrido de cada tratamento. Os nascimentos dos cordeiros ocorreram ao longo do experimento, onde o último parto aconteceu 44 dias após o primeiro. Nos primeiros 20 dias, porém, houve uma média nascimento de dois animais por dia, obtendo-se a maioria dos animais do experimento nesse período.

Logo após o nascimento, os animais foram identificados individualmente e destinados, junto às mães, ao seu grupo experimental. Foram separados três grupos, cada um em ambiente com condições climatológicas controladas durante os períodos manhã e noite.

O primeiro grupo caracterizado como Aquecido e Protegido – AqPt, foram direcionados 14 cordeiros a uma baía de 52 m² com aquecimento feito por seis lâmpadas infravermelhas de 250 W alocadas a 1,7 metros do chão, aquecendo uma área total de 13,5 m². Cada lâmpada emitiu uma radiação total de 8,84 watts/m². Essa quantidade de radiação não foi considerada nos cálculos do Índice de Compreensão Climática. O ambiente era ventilado, mas sem corrente de vento direta nos animais.

O segundo grupo caracterizado como protegido – Pt, foi composto de 12 cordeiros os quais foram destinados uma baía de 60 m² protegida apenas da corrente de vento e sem nenhuma fonte de aquecimento artificial. O terceiro grupo submetido às condições naturais de criação – Cdnat, foi composto por 14 cordeiros, destinados a uma baía de 44 m², sem proteção do vento e sem aquecimento artificial. Não houve precipitação pluviométrica durante o período do experimento.

Os cordeiros receberam água, silagem de milho *ad libitum* e concentrado, por meio de creep-feeding disponibilizado no pasto e em suas baias. Nos três primeiros dias de vida, os cordeiros ficaram somente nas baias, onde a amamentação e o consumo de alimento por parte das mães foram garantidos. Após este período, os animais ficavam em suas baias no período das 17h e 18h até as 8h do dia seguinte. Em seguida eram liberados para o pasto e permaneciam até as 16h, momento em que era fornecido concentrado às mães.

Os pesos dos animais foram obtidos semanalmente para acompanhamento do desenvolvimento e obtenção do ganho de peso diário individual. Exames para diagnóstico de mastite foram realizados nas mães para acompanhamento da presença ou não dessa enfermidade. Os cordeiros apresentaram três padrões de pelagens considerando a cor predominante: preta, castanha e branca.

Os cordeiros e suas mães foram vermifugados com anti-helmíntico Levamisol. Somente as mães foram submetidas ao programa de vacinação praticado na fazenda, onde as vacinas para combate a clostridioses e raiva eram administradas segundo calendário sanitário do local. Todos os grupos tiveram iluminação presente durante toda a noite.

2.4 Obtenção das Imagens Termográficas

As imagens termográficas foram coletadas semanalmente de cada um dos cordeiros por grupo. As coletas foram realizadas nos horários das 05:30 às 06:30 , das 11:30 às 12:30 e das 20:30 às 21:30. Foram utilizadas fotografias termográficas obtidas por meio de uma câmera infravermelha (FLIR® System série-i) para aferir a temperatura superficial da pele e pelame dos animais de diversas partes do corpo, e do chão em suas respectivas baias.

Foram retiradas de duas fotos por animal por período de coleta, totalizando seis fotos de cada animal por dia de coleta. As fotos possibilitaram a coleta das temperaturas da garupa, tórax, pescoço, soldra, axila, olho, narina e cabeça do animal e também do chão do local. Ao final do experimento foram obtidas um total de 1526 imagens durante todo o período do experimento e as imagens foram colhidas com uma distância de dois metros do ponto de interesse para os pontos garupa, tórax, pescoço, soldra, axila, narina e cabeça. O ponto olho foi colhido com uma distância variando entre um metro e um metro e meio.

2.5 Obtenção das Temperaturas Superficiais

Posteriormente, utilizou-se o software QuickReport®/FLIR-Systems, para coleta de dados das imagens termográficas. A ferramenta Linha, para obtenção da temperatura em formato de linha, foi utilizada para obter a média de temperatura na região do pescoço do

cordeiro. A ferramenta Ponto, para obtenção da temperatura em um ponto circunscrito, foi utilizada nas temperaturas na região da axila, soldra, garupa, narina e cabeça (frente) dos cordeiros e chão da baia. Além disso, ainda utilizou-se a ferramenta Área, para obtenção de temperatura máxima, mínima e média delimitadas numa área de um quadrado, para aferir a temperatura no corpo dos cordeiros, buscando abranger a maior área corporal torácica possível.

Foi utilizada também a ferramenta medidora de ponto móvel para obtenção da temperatura ocular, obtida do ponto de menor intensidade de coloração do olho considerando a escala térmica ao lado da imagem (o ponto o mais branco possível na escala em arco-íris). Os pontos coletados estão ilustrados nas Fig. 2.1 e 2.2.

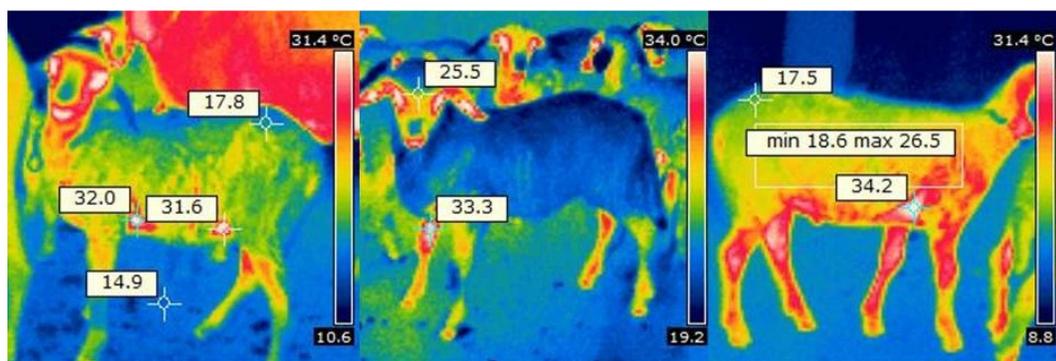


Figura 2.1- Detalhamento dos Pontos de Temperaturas Superficiais Coletados por meio do software QuickReport®. Os pontos Garupa, Axila, Soldra, Chão, Cabeça/Frente e Área Torácica são ilustrados.

Fonte: Arquivo Pessoal.

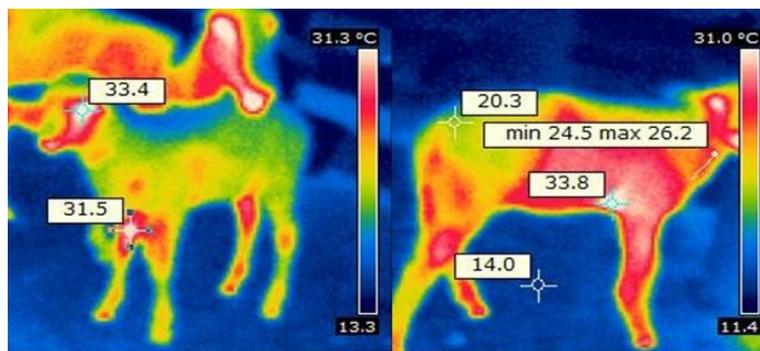


Figura 2.2 - Detalhamento dos Pontos de Temperaturas Superficiais Coletados por meio do software QuickReport®. Os pontos Olho e Axila, Garupa, Pescoço e Chão são ilustrados.

Fonte: Arquivo Pessoal.

2.6 Variáveis Climatológicas e Índices de Conforto Térmico.

Para avaliação das condições climatológicas por grupo, foram coletadas as temperaturas de globo negro e umidade relativa do ar, separados por período e baía.

Para obtenção dos índices de conforto térmico utilizaram-se os dados obtidos na Estação Meteorológica da Fazenda Água Limpa, de propriedade da Universidade de Brasília, localizada a uma distância de 200 metros das baias. Foram obtidos os valores referentes à Velocidade do Vento (m/s), Radiação Solar (Watts/m²), Temperaturas mínima e máxima diárias (°C) e Umidade Relativa do Ar (%). Utilizando-se o software GRAPSI - Programa Computacional para Cálculo das Propriedades Psicométricas do Ar, (Melo et al. 2004), foram obtidos os valores referentes à Temperatura de Bulbo Úmido (°C), Temperatura de Ponto de Orvalho (°C) e Pressão Parcial de Vapor (kPa) para posteriores cálculos dos Índices de Temperatura e Umidade (ITU), Temperatura, Globo e Umidade (ITGU), Conforto Térmico (ICT) e Compreensão Climática (ICC).

A corrente de vento esteve presente, e foi considerada para cálculos de índices em todos os grupos, apenas no período da tarde. Neste período todos os animais se encontravam juntos.

2.7 Cálculos para Obtenção dos Índices de Conforto Térmico

Kelly & Bond (1971) expressaram Índice de Temperatura e Umidade pela equação:

$Ta - 0,55 \times (1 - UR) \times (Ta - 58)$, onde Ta é a temperatura do ar (°F) e UR a umidade relativa do ar em decimais.

Buffington et al. (1981) expressaram o Índice de Temperatura, Globo e Umidade pela equação:

$Tgn + (0,36 \times Tpo) + 41$, onde Tgn é a temperatura do globo negro (°C) e o Tpo é a temperatura do ponto de orvalho (°C).

Barbosa & Silva (1995) estimaram o Índice de Conforto Térmico pela equação:

$(0,6678 x Ta) + (0,4969 x Pp\{Ta\}) + (0,5444 x Tgn) + (0,1038 x VV)$,
 onde Ta é a temperatura do ar ($^{\circ}C$), $Pp\{Ta\}$ é a pressão parcial de vapor (kPa) e pode ser obtida pela equação : $0,61078 x 10 x \left[7,5 x \frac{Ta}{Ta+237,5}\right] x UR$. Tgn é a temperatura do globo negro ($^{\circ}C$) e VV é a velocidade dos ventos (m/s).

Mader et al. (2010) propôs um Índice Compreensivo Global que é estimado por meio das equações:

Equação 1 (Eq 1) – Fator de Correção da Umidade Relativa

$$e^{(0,00182 x UR + 1,8 \cdot 10^{-5} x Ta x UR)(0,000054 x Ta^2 + 0,00192 x Ta - 0,0246)} x (UR - 30)$$

Equação 2 (Eq 2) – Fator de Correção da Velocidade do Vento

$$\left\{ \frac{-6,56}{\frac{1}{e^{[(2,26 x VV + 0,23)^{0,45} x [2,9 + 1,14 \cdot 10^{-6} x VV^{2,5} - \log_{0,3}(2,26 x VV + 0,33)^{-2}]}] - 0,00566 x VV^2 + 3,33}} \right\}$$

Equação 3 (Eq 3) – Fator de Correção da Radiação

$$0,0076 x Rad - 0,00002 x Rad x Ta + 0,00005 x Ta^2 x \sqrt{Rad} + 0,1 x Ta - 2$$

3a – Fator de Correção da Radiação Solar Direta

$$0,0057 x Rad - 0,00002 x Rad x Ta + 0,00005 x Ta^2 x \sqrt{Rad}.$$

3b – Fator de Correção da Temperatura da Superfície

$$0,1 x (Ta + 0,019 x Rad) - 2.$$

O ICC é definido como sendo $Ta + Eq 1 + Eq 2 + Eq 3$. As equações 3a e 3b podem ser utilizadas se a radiação solar direta e se a temperatura da superfície do que se é avaliado possam ser determinados. Nesse caso, considera-se a Equação 3 como sendo Equação 3a + Equação 3b, onde Ta é a temperatura do ar ($^{\circ}C$), UR é a Umidade Relativa do Ar em decimais, VV é a Velocidade do Vento em m/s e Rad é a Radiação Solar dada em Watts/m².

2.8 Análise Estatística

Os resultados das temperaturas superficiais de todos os animais e dos Índices de Conforto de cada grupo foram submetidos a uma análise estatística para que fosse determinada a correlação entre as temperaturas superficiais dos cordeiros nos pontos citados, os índices de conforto e o estágio de lactação das ovelhas, assim como valores estatisticamente diferentes para cada variável. O procedimento foi feito por meio da análise de variância pelo comando PROC GLM, Correlação de Person pelo comando PROC CORR, com análise dos resultados pelo Teste de Tukey pra todas as variáveis em questão e análise de componentes principais pelo comando PRINCOMP no software estatístico SAS System® Versão 9.2.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentro da população de cordeiros, obteve-se menos de 10 % de mortalidade durante o experimento, desconsiderando os abortos. Partos gemelares foram pouco presentes na amostra, onde apenas dois animais participaram do experimento efetivamente do início ao fim. Em relação à aspectos sanitários, como os animais foram soltos todos os dias ao pasto, o ambiente a que foram expostos não foi considerado de grande impacto, podendo ser considerado como de baixo desafio para os animais.

Observa-se na Tab. 2.1 que em condições controladas com aquecimento artificial e proteção das correntes de vento, o grupo Aquecido e Protegido – AqPt – apresentou-se, em média, 2° C acima do grupo acondicionado em Condições Naturais – Cnat. Essa temperatura superior deveu-se tanto ao aquecimento artificial feito por meio de lâmpadas infravermelhas como pela proteção do vento no grupo AqPt.

Tabela 2.1. Médias dos Valores Absolutos das Variáveis Climáticas em Diferentes Condições Climatológicas

Grupo	Aquecido e Protegido			Protegido			Condições Naturais		
	Manhã	Tarde	Noite	Manhã	Tarde	Noite	Manhã	Tarde	Noite
Ta (°C)	12,9	24,6	21,0	10,4	24,6	17,4	9,3	24,6	16,0
UR (%)	82,2	55,0	69,2	88,5	55,0	73,9	88,3	55,0	73,9
VV (m/s)	0	4,2	0	0	4,2	0	1,0	4,2	1,3

Temperatura Ambiente - Ta, Umidade Relativa do Ar - UR, Velocidade do Vento - VV.

O grupo Protegido das correntes de vento- Pt- apresentou mínima diferença do grupo Cnat em relação a umidade relativa do ar e temperatura. Pelo fato do grupo Cnat ter sido exposto em período integral as intempéries do ambiente, foi o grupo que apresentou diferenças marcantes para os índices de conforto térmico. A constante exposição desse grupo às condições ambientais intensificou o efeito da amplitude térmica presente nesse grupo, sendo traduzidas nessas diferenças.

Em todos os grupos os valores de temperaturas foram maiores para o período da tarde, seguidos dos da noite e os menores registrados pela manhã. O valor médio da temperatura durante o experimento apresentado na Tabela 1 não pode ser considerado como fator causador de estresse térmico, porém, temperaturas registradas durante o período da tarde foram de 32 a 40 °C. De acordo com Cezar et al. (2004), temperaturas variando em torno de 25 a 31 °C já ocasionam significativos aumentos na temperatura retal e frequência cardíaca em ovinos Santa Inês, portanto, temperaturas como as registradas neste experimento são suficientes para causar desconforto térmico por calor.

A média da Velocidade dos Ventos (VV) pela manhã para o grupo Cnat e à tarde para todos foi de 1,0 e de 4,2 m/s. Ventos de 1,3 a 1,9 m/s foram preconizados por McDowell (1972) como ideais para a criação de animais domésticos. Portanto a incidência de ventos, principalmente no período da tarde, para todos os grupos, foi acima deste valor. Ventos durante a noite apresentaram-se mais amenos.

De acordo com Burgos (1979), a amplitude térmica nos trópicos ao longo do ano é baixa (menor que 5°C), embora a amplitude diária seja elevada (em torno de 10°C). As medições deste estudo mostraram amplitudes térmicas superiores, principalmente no grupo Cnat.

Na Tab. 2.2 são expressos os valores dos índices utilizados no experimento, separados por período e grupo.

Para os Índices de Temperatura e Umidade – ITU, Temperatura, Globo e Umidade – ITGU - e de Conforto Térmico – ICT -, houve diferença significativa entre os valores dentro de cada grupo, em diferentes períodos. Somente para o Índice de Compreensão Climática, os valores no grupo AqPt não foram diferentes comparando os períodos da tarde e da noite. É possível que o aquecimento tenha possibilitado uma ocorrência de amplitude térmica mais branda dentro deste grupo entre os períodos tarde e noite e entre manhã e tarde.

Tabela 2.2. Índices de Conforto Térmico em Diferentes Condições Climatológicas

Grupo	Aquecido e Protegido			Protegido			Condições Naturais			
	Período	Manhã	Tarde	Noite	Manhã	Tarde	Noite	Manhã	Tarde	Noite
ITU		55.53aB	71.67bA	67.81cB	51.15aC	71.56bA	62.56cC	49.26aA	71.61bA	60.41cA
ITGU		58.77aA	81.80bA	69.32cB	53.93aB	81.69bA	61.79cC	53.49aB	81.76bA	60.49cA
ICT		16.68aA	36.79bA	27.03cB	12.59aB	36.60bA	20.92cC	11.89aB	36.69cA	19.62bA
ICC		16.15aA	26.25bA	25.46bB	12.84aB	25.34bA	21.80cC	8.62aB	25.38bA	16.23aA

Diferentes letras minúsculas entre os Períodos e diferentes letras maiúsculas entre os Grupos indicam diferença estatística ($P < 0,05$) pelo Teste de Tukey. Índice de Temperatura e Umidade (ITU), Índice de Temperatura, Globo e Umidade (ITGU), Índice de Conforto Térmico (ICT), Índice de Compreensão Climática (ICC).

No grupo Cnat, os valores para ICC foram estatisticamente iguais comparando-se os períodos da manhã e noite. Comparando-se os períodos entre este grupo, os outros três índices, ITU, ITGU e ICT, apresentaram diferenças significativas entre os períodos manhã, tarde e noite. Assim, o ICC se mostra um índice mais rigoroso frente aos demais índices, mais utilizados em estudos sobre conforto térmico no Brasil.

No grupo AqPt, o ICC não apresentou diferença entre os períodos tarde e noite, demonstrando que o aquecimento artificial promoveu uma amenização na amplitude térmica entre estes períodos. Para ITU, ITGU e ICT, todos os valores comparados entre períodos foram diferentes. No grupo Pt a proteção apenas de correntes de vento não foi suficiente para amenizar a amplitude térmica entre os turnos.

Comparando os índices apenas por grupo, observou-se que o ITU foi o único índice que apresentou diferenças significativas entre manhã e noite para os três grupos. Os demais índices não apontaram essa diferença.

Neves (2008) cita que ICT e ITGU são mais precisos que ITU na mensuração de valores compatíveis com situações de desconforto térmico por calor. Portanto ICC, além de ITGU e ICT, também pode ser considerado como um índice mais apurado quando comparado ao ITU.

Na Tab. 2.3 foram listadas as temperaturas superficiais dos cordeiros em cada ponto determinado, por grupo e período. Considerando as temperaturas superficiais obtidas em cada ponto determinado nos animais, as comparações dentro de cada grupo entre os períodos foram todas diferentes. Já na comparação entre os grupos para o mesmo período o comportamento mudou.

Verificou-se diferença ($P < 0,05$) entre as temperaturas superficiais obtidas em cada ponto determinado nos animais em relação aos períodos e grupos estudados. Para os pontos Soldra e Axila, no período da manhã, houve diferença do grupo AqPt para grupo Pt. Temperaturas destes mesmos pontos nos grupos AqPt e Pt apresentaram-se iguais quando comparadas ao grupo Cnat. No período da noite, Cnat e Pt foram diferentes quando comparados com o grupo AqPt, porém, iguais entre si.

Isso demonstra que a proteção apenas de correntes de vento não é suficiente para aumento efetivo das temperaturas superficiais do cordeiro em situações de frio, pois o próprio animal se comporta de maneira a conservar sua temperatura e até mesmo produzir temperatura por movimentação (Young, 1981). No grupo Cnat os animais também procuraram consumir mais alimento, aumentando assim, o seu metabolismo (Ames & Brink, 1977).

Tabela 2.3. Temperaturas Superficiais de Cordeiros em Diferentes Condições Climatológicas

Grupo	Aquecido e Protegido			Protegido			Condições Naturais		
	Manhã	Tarde	Noite	Manhã	Tarde	Noite	Manhã	Tarde	Noite
Soldra	30.64aA	35.00bA	33.34cA	29.11aB	35.39bB	31.91cB	29.37aAB	33.81bAB	31.38cB
TMdC	22.91aA	35.36bA	26.99cA	20.85aB	34.98bA	24.33cB	20.81aB	33.61bA	33.46cB
Garupa	22.01aA	36.98bA	26.11cB	19.17aB	36.56bA	22.79cC	18.43aB	35.42bA	21.18cA
Axila	30.74aA	34.81bA	32.93cA	28.71aB	35.01bA	31.49cB	29.72aAB	33.52bA	31.32cB
Pescoço	23.84aA	33.38bA	27.23cA	21.87aB	32.90bA	25.25cB	22.56aB	31,61bA	24.97cB
Cabeça	24.68aB	35.60bA	28.32cB	22,99aC	36.06bA	25.99cC	21.69aA	33.6bA	24.34cA
Narina	26.94aA	34.48bA	30.93cA	26.27aA	34.33bA	28.91cB	27.50aA	34.37bA	29.32cAB
Olho	33.83aA	36.55bA	35.26cA	32.28aB	36.59bA	34.39cB	32.56aB	36.77bA	34.56cAB
Chão	18.65aB	33.16bA	23.51cB	16.36aC	31.92bA	21.46cC	14.25aA	32.09bA	19.09cA

Diferentes letras minúsculas entre os Períodos e diferentes letras maiúsculas entre os Grupos indicam diferença estatística ($P < 0,05$) pelo Teste de Tukey. Temperatura Superficial Média da Porção Torácica do Corpo (TMdC).

Para os pontos Temperatura Média do Corpo, Garupa, Pescoço e Olho, no período da manhã, apenas o grupo AqPt foi diferente dos demais. Não houve diferença entre os grupos Pt e Cnat. Para os pontos Cabeça e Chão, comparações tanto entre grupos como entre períodos, apresentaram resultados estatisticamente diferentes. Estes pontos foram os mais expostos ao ambiente nos grupos observados, tornando de fácil observação a diferença das suas temperaturas superficiais entre os grupos.

Para o ponto Narina, não houve diferença estatística quando comparado os períodos manhã e tarde entre os grupos, embora no período noite o grupo aquecido e protegido (30,93) tenha apresentado diferença entre o grupo protegido (28,91). É provável que a umidade constante desse ponto, que é utilizada também para trocas térmicas (Kimmel, 1992) tenha interferido em sua temperatura superficial.

O aquecimento artificial, promovido pelas lâmpadas infravermelhas e pela proteção contra as correntes de vento no grupo AqPt atuou de maneira auxiliar na conservação e até mesmo no aumento das temperaturas superficiais dos cordeiros para todos os pontos em comparação aos grupos Pt e Cnat. Em situação de frio os animais tenderam a se deitarem e protegerem principalmente os pontos soldra, pescoço e axila do ambiente, com isso, nos grupos Pt e Cnat, essa manobra resultou em valores estatisticamente iguais quando comparados ao grupo AqPt, ou seja, houve uma compensação de temperatura por diferentes

comportamentos nos grupos. É importante salientar que no grupo AqPt foi observado uma menor interação dos cordeiros junto as mães.

Nos demais grupos a ação da corrente de vento ausente no grupo Pt e presente no grupo Cnat pode ter ocasionado valores estatisticamente iguais devido ao mesmo comportamento do cordeiro, ou seja, a conservação da temperatura para esses pontos.

Nos resultados das correlações de Pearson apresentadas na Tab. 2.4, feitas entre ganho de peso diário (GPD) do cordeiro, Mãe com diagnóstico positivo para de mastite (MDPM), temperaturas superficiais em cada ponto e índices de conforto térmico mostraram que entre idade e GPD, a correlação foi alta. Além dessa variável, apenas Peso, GPD, MDPM, Idade e Cabeça apresentaram correlações consideráveis, neste caso, medianas e estatisticamente significativas.

Apenas o ponto Cabeça nessa comparação apresentou valores estatísticos não significativos. Todas as outras correlações entre os pontos Idade, Peso, GPD e MDPM foram baixas, apresentando diferentes graus de significância. Portanto Peso e GPD com MDPM são características que estão altamente correlacionadas de forma indireta, ou seja, cordeiros com baixos pesos e GPD apresentaram altos valores para MDPM. São características inversamente proporcionais entre elas. Quanto menor o peso e GPD, maiores as taxas de mães com mastite.

Os pontos Soldra e Axila tiveram alta correlação apenas entre eles. Os pontos Soldra e Axila obtiveram correlações medianas para todos os outros pontos superficiais e Índices de Conforto Térmico. Já para o ponto Temperatura Média do Corpo, a única correlação mediana obtida foi entre os pontos soldra e axila, para todos os outros pontos e índices, a correlação foi alta. Portanto os pontos axila e soldra são pontos que quando mensurados permitem boa correlação entre sua temperatura e as demais variáveis, principalmente no que se refere aos Índices de Conforto, pois são diretamente proporcionais entre si. Infelizmente é um ponto que o animal consegue compensar a temperatura em caso de desconforto por frio, não permitindo boa correlação deste ponto nesse tipo de situação. Para o ponto garupa, a correlação foi mediana entre os pontos soldra, axila e olho, e forte para os demais pontos e para os Índices. Correlações entre o ponto axila e os demais pontos, além dos Índices de Conforto, apresentaram-se medianas.

O pescoço foi um ponto que apresentou correlação moderada apenas para os pontos axila e soldra, e forte para os demais. Foi forte inclusive quando correlacionados aos Índices de Conforto Térmico. Trata-se de um ponto que tem um potencial diferenciado de

determinação das demais características a partir de sua mensuração. Porém acontece o mesmo como citado para os pontos soldra e axila: em condições de desconforto por frio, o animal tem possibilidades de modificar essa temperatura através de seu comportamento. O ponto cabeça obteve valores significativos, com correlações moderadas para os pontos soldra, axila e olho e forte para os demais pontos e índices.

Para o ponto Narina, a correlação foi moderada com os pontos soldra, axila, olho e para o Índice de Compreensão Climática. Porém, apresentou valores altos para os demais pontos e índices, caracterizando correlações fortes. Todas as correlações para este ponto foram extremamente significativas. Com isso a medição da temperatura superficial desse ponto permite associação direta com o ICC. O Ponto de Temperatura do chão teve correlação forte com todos os pontos e índices, exceto nos pontos axila e soldra, provavelmente pelo fato de que são protegidos pelo animal durante o frio.

O ponto Olho obteve valores fortemente correlacionados com os pontos chão, temperatura média corporal e pescoço, e nos índices, para ITU. Para os demais pontos e Índices obteve correlações moderadas. Trata-se, portanto de um ponto facilmente correlacionado com índices de conforto térmico. Foi possível evidenciar seu valor durante o experimento e correlacioná-lo com desconforto térmico por calor.

Nas correlações entre as variáveis e os Índices, ITU obteve correlação mediana apenas para os pontos axila e soldra, novamente pelo fato de que estes pontos não representam fielmente a realidade climatológica atuante no momento em que foram coletadas as temperaturas. Os demais pontos e Índices tiveram forte correlação.

Os Índices de Temperatura, Globo e Umidade (ITGU) e de Conforto Térmico (ICT) apresentaram correlações medianas apenas pra os pontos olho, axila e soldra. As demais correlações entre os pontos e índices apresentaram-se fortes, caracterizam-se, portanto, como índices que se representam fielmente, quando correlacionados com todas as temperaturas superficiais observadas no experimento. Por uma observação de temperatura superficial é possível determinar o comportamento destes índices.

Para o Índice de Compreensão Climáticas, além dos pontos olho, axila e soldra, o ponto narina teve moderada correlação. Os demais pontos e Índices foram fortemente correlacionados. Todos os valores de correlação apresentados permitem afirmar que para estas

variáveis supracitadas, todas tem interferência entre si de modo positivo, ou seja, o fato de uma variável aumentar o seu valor, acarreta no aumento da outra variável correlacionada.

Tabela 2.4. Coeficientes de Correlação de Pearson entre Características do Cordeiro, Temperaturas Superficiais por Ponto e Índices de Conforto Térmico

	Idade	Peso	GPD	MDPM	Soldra	TcMd	Gar	Axila	Pesc	Cab	Nar	Chão	Olho	ITU	ITGU	ICT
Peso	0,745***															
GPD	0,088*	0,490***														
MDPM	-0,037ns	-0,213***	-0,333***													
Soldra	0,192***	0,160***	0,011ns	-0,042ns												
TcMd	0,114**	0,082ns	0,071ns	-0,009ns	0,619***											
Gar	0,020ns	-0,016ns	0,020ns	-0,01ns	0,577***	0,931***										
Axila	0,207***	0,193***	0,015ns	-0,008ns	0,887***	0,622***	0,582***									
Pesc	0,108*	0,078ns	0,059ns	-0,001ns	0,640***	0,910***	0,876***	0,660***								
Cab	0,678ns	0,033ns	0,042ns	0,025ns	0,600***	0,906***	0,909***	0,601***	0,893***							
Nar	0,113*	0,120*	0,076ns	0,011ns	0,524***	0,748***	0,712***	0,547***	0,762***	0,731***						
Chão	0,130**	0,098*	0,052ns	-0,036ns	0,558***	0,867***	0,863***	0,563***	0,832***	0,857***	0,731***					
Olho	0,261***	0,026***	0,121**	-0,109ns	0,611***	0,701***	0,637***	0,652***	0,708***	0,684***	0,680***	0,711***				
ITU	0,050ns	0,026ns	0,006ns	0,003ns	0,603***	0,808***	0,723***	0,605***	0,806***	0,792***	0,719***	0,892***	0,709***			
ITGU	0,093*	0,064ns	0,018ns	-0,011ns	0,590***	0,844***	0,849***	0,593***	0,834***	0,835***	0,723***	0,926***	0,679***	0,956***		
ICT	0,097*	0,066ns	0,015ns	-0,012ns	0,601***	0,839**	0,839***	0,605***	0,833***	0,829***	0,729***	0,927***	0,697***	0,972***	0,996***	
ICC	0,032ns	-0,009ns	-0,023ns	0,018ns	0,586***	0,743***	0,738***	0,577***	0,742***	0,745***	0,653***	0,836***	0,664***	0,969***	0,897***	0,917***

* $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$, ns - não significativo, usando Teste de Pearson. Ganho de Peso Diário (GPD). Mãe com Diagnóstico Positivo para Mastite (MDPM). Temperatura Superficial Média da Porção Torácica do Corpo (TcMd). Garupa (Gar). Pescoço (Pesc). Cabeça/Fronte (Cab). Narina (Nar). Índice de Temperatura e Umidade (ITU). Índice de Temperatura, Globo e Umidade (ITGU). Índice de Conforto Térmico (ICT). Índice de Compreensão Climática (ICC).

Para determinação dos valores dos índices por grupo e por período, as médias dos quadrados mínimos expressos na Tab. 2.5, exibem baixos desvios-padrão, principalmente para o Índice de Compreensão Climática.

Tabela 2.5. Média dos Quadrados Mínimos por Período, Grupo e Índices de Conforto Térmico

		Índices de Conforto Térmico							
Período	Grupo	ITU		ITGU		ICT		ICC	
		Média	dp	Média	dp	Média	dp	Média	dp
Manhã	AqPt	55,53	3,61	58,77	3,38	16,68	2,99	16,15	2,88
	Pt	51,15	3,78	53,92	2,69	12,59	2,61	12,84	2,94
	Cnat	49,26	3,17	53,49	2,43	11,86	2,26	8,62	2,17
Tarde	AqPt	71,67	1,24	81,8	2,15	36,79	2,1	25,45	1,45
	Pt	71,56	1,25	81,68	2,14	36,6	2,14	25,34	1,41
	Cnat	71,61	1,2	81,76	2,06	36,69	2,02	25,38	1,35
Noite	AqPt	67,81	2,2	69,32	1,8	27,06	1,84	26,25	1,9
	Pt	62,58	2,65	61,79	3,28	20,92	2,71	21,8	2,22
	Cnat	60,41	2,22	60,53	2,09	19,62	1,9	16,23	1,55

AqPt – Grupo Aquecido e Protegido, Pt – Grupo Protegido, Cnat – Grupo em Condições Naturais. Índice de Temperatura e Umidade (ITU). Índice de Temperatura, Globo e Umidade (ITGU). Índice de Conforto Térmico (ICT). Índice de Compreensão Climática (ICC). DP – Desvio-Padrão.

De acordo com Marai (2007), os valores de ITU para manhã, tarde e noite, encontrados no experimento, nos três grupos, não são suficientes para evidenciar a ocorrência de estresse térmico nesta categoria animal. Já para valores de ITGU, considerando valores de Souza (2002), estes animais sofreram estresse térmico severo no período da tarde, não acontecendo o mesmo no período da manhã e noite. Andrade (2006), porém, cita que um ambiente com ITGU de 85,1 não pode ser classificado como perigoso para cordeiros Santa Inês, sendo que estes animais apresentam alto grau de adaptabilidade às condições climáticas severas. Assim, este mesmo autor não recomendou, para ovinos, o uso dos valores de ITGU preconizados para bovinos pelo National Weather Service – USA, com classificação de até 74, de 74 a 79, de 79 a 84 e acima de 84, definindo situação de conforto, alerta, de perigo e de emergência, respectivamente.

Para ICT, os valores encontrados durante a tarde permitem inferir que os animais sofreram com situação de desconforto térmico neste período, situação confirmada por Neves (2008) em condições do semiárido. Nos períodos da manhã e noite os animais estiveram em situação confortável.

Para ICC, o único índice dentre os estudados que também considera desconforto térmico por frio, de acordo com Mader (2010) os animais sofreram pouco com desconforto por calor no período da tarde. Para manhã e noite os animais estiveram dentro dos limites estabelecidos para conforto térmico. Já considerando desconforto por frio, os animais do grupo Cnat exibiram o menor valor no período da manhã (8,62). Porém, para o autor do índice, este valor não é suficiente para afirmar que os animais sofreram com esse tipo de estresse.

Valores abaixo de cinco sugerem a ocorrência de desconforto térmico por frio em animais mais suscetíveis, como é o caso de cordeiros. Em todo experimento este valor foi alcançado somente em um dia particular, apresentando-se em 3,62. Com isso é possível inferir que estresse por frio em condições de Centro-Oeste na época seca são passíveis de ocorrerem, mas não é predominante mesmo para essa categoria animal.

Os pontos de temperatura superficial foram também separados de acordo com o grupo genético, sexo e padrão de pelagem dos cordeiros (Tab. 2.6). Houve diferença estatística entre as temperaturas superficiais de acordo com o grupo genético de cada animal e somente para o ponto cabeça/fronte que animais cruzados Ile de France (26,84) apresentaram temperaturas menores quando comparados aos animais cruzados Dorper (27,94). Estes dois, porém, apresentaram similaridades estatísticas quando comparados aos cruzados Santa Inês. Esta raça apresentou valores de temperatura intermediários entre as raças.

É provável que o padrão de disposição de pelagem dos animais tenha interferido nessa mensuração, já que animais cruzados Ile de France apresentavam uma pequena quantidade de lã em seu fronte, o que acontecia com alguns animais Santa Inês, entretanto nenhum cruzado Dorper apresentou tal particularidade.

Considerando o sexo do animal, não houve diferença significativa entre macho e fêmea em suas temperaturas nos pontos mensurados.

De acordo com o padrão de pelagem, apenas os pontos temperatura média do corpo, garupa e pescoço registraram diferenças estatisticamente palpáveis entre os padrões

preto, branco e castanho. O padrão branco apresentou valores de temperaturas estatisticamente semelhantes ao padrão preto, mas menores do padrão castanho. Tais valores estão de acordo com os obtidos por Neves (2008) e Paim (2009) que estabeleceram a mensuração da superfície do pelame por cor e período.

Neste estudo apenas foi estabelecido o padrão por cor da pelagem. McManus et al. (2009), em trabalho com ovinos adultos, relatam que animais com cobertura preta tiveram temperaturas maiores em comparação aos animais com cobertura branca e castanha. Entretanto, no presente experimento foram considerados animais jovens, o que pode refletir em menor metabolismo e conseqüente diferença nas temperaturas para esses pontos em razão da cor de cobertura.

Tabela 2.6. Temperaturas superficiais (°C) dos diferentes pontos da pele e pelame de ovinos jovens de diferentes grupos genéticos, sexo e pelagem

	Grupo Genético			Sexo		Pelagem		
	cSI	cIF	cDR	macho	fêmea	preta	branca	castanha
Soldra	31,98	31,94	31,89	32,15	31,77	32,31	31,71	31,62
TcMd	26,67	26,32	26,01	26,41	26,27	26,60ba	25,95b	27,01a
Garupa	26,29	25,24	25,22	25,64	25,45	25,96ba	24,90b	26,75a
Axila	31,92	31,77	31,71	31,91	31,69	32,19	32,11	31,42
Pescoço	26,78	26,26	26,23	26,51	26,33	26,77ba	25,97b	26,93a
Cabeça	27,65ba	26,84b	27,94a	27,30	27,43	27,83	27,44	26,96
Narina	29,81	29,70	29,50	29,77	29,62	29,99	29,97	29,22
Olho	34,40	34,42	34,49	34,45	34,41	34,34	34,53	34,33

Letras diferentes dentro de Raça Proveniente, Sexo e Padrão de Pelagem indicam diferença estatística ($P < 0,05$) pelo Teste de Tukey. A ausência de letras indica a não existência de diferença estatística entre as variáveis. cSI – cruzas de Santa Inês, CIF – cruzas de Ile de France, cDR – cruzas de Dorper. TcMd – Temperatura Superficial Média da Porção Torácica do Corpo.

Para explicar as co-variações entre as características de crescimento do cordeiro, temperaturas superficiais e índices de conforto térmico, foram realizadas análises de componentes principais (Fig. 2.3). Os primeiros dois componentes, ou fatores, explicaram 72,8 % da variância entre as características. O primeiro componente mostra que os altos valores de temperaturas superficiais acompanham altos valores dos quatro índices utilizados. Mostra também que a mastite na mãe não foi importante.

O segundo componente mostra que para altos pesos, idade e ganho de peso diário (GPD), o Diagnóstico de Mastite Positivo na Mãe (DMPM) foi negativo, o que fora encontrado anteriormente em resultados obtidos por Keisler (1992). As temperaturas superficiais axila, soldra e olho acompanham os altos valores das demais temperaturas superficiais, porém se destacam, permitindo inferir que estes são os pontos a serem utilizados em inspeção de temperaturas superficiais por infravermelho em cordeiros. Cordeiros com maiores tamanhos tiveram menos diagnósticos positivos de mastite em suas mães e maiores temperaturas de soldra, axila e olho.

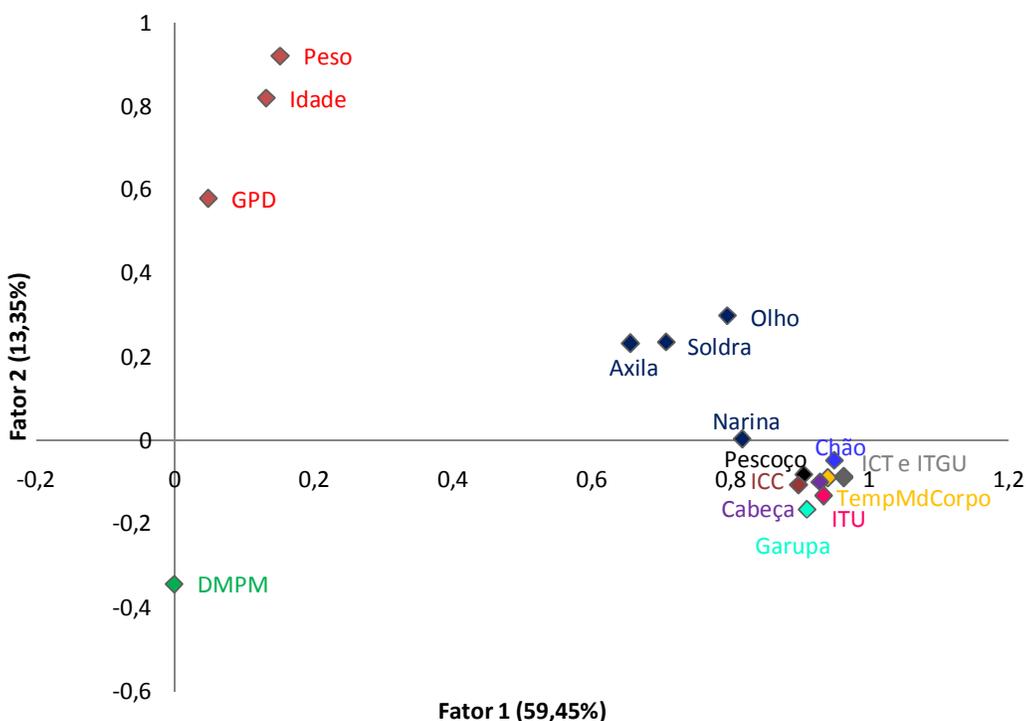


Figura 2.3. Componentes Principais entre Características dos Cordeiros, Índices de Conforto Térmico e Temperaturas Superficiais por Ponto

4. CONCLUSÃO

Com a determinação das temperaturas superficiais via infravermelho, para os respectivos valores dos índices, é possível determinar com maior exatidão correlação direta entre temperatura superficial e condições ambientais, principalmente para os pontos soldra, axila, olho e pescoço, considerando condições de desconforto térmico por calor. A utilização do ICC em condições tropicais precisa ser mais estudada. Imagens sob a ação direta do sol e de outros fatores que interfiram na inspeção da temperatura superficial pode ser o maior limitante dessa tecnologia aplicada ao estresse térmico.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, I.S. **Efeito do ambiente e da dieta sobre o comportamento fisiológico e o desempenho de cordeiros em pastejo no semi-árido paraibano.** Patos: Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, 2006. 40p. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) - Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande.

AMES, D. R & BRINK, D.R. Effect of Temperature on Lamb Performance and Protein Efficiency Ratio. **Journal of Animal Science**, v.44, p.136-144. 1977.

BARBOSA, O.R., SILVA, R.G. Índice de conforto térmico para ovinos. **Boletim de Indústria Animal**, v.52, n.1, p.29-35. 1995.

BUFFINGTON, D.E., COLLAZOARROCHO, A., CANTON, G.H. **Black globe- humidity index (BGHI) as confort equation for dairy cows.** Transactions of the ASAE, v.24, p.711-714. 1981.

BURGOS, J. J. **Clima tropical y subtropical.** In: HELMAN, M. B. Ganaderia Tropical. Buenos Aires: El Ateneo, 1979. p.1-28.

CEZAR, M. F., SOUZA, B. B., SOUZA, W. H., PIMENTA FILHO, E. C., TAVARES, G. P., MEDEIROS, G. X. **Avaliação de parâmetros fisiológicos de ovinos Dorper, Santa Inês e seus mestiços perante condições climáticas do trópico semi-árido nordestino.** **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.3, p.614-620. 2004.

KEISLER, D.H., ANDREWS, M., MOFFAT, R.J. Subclinical Mastitis in Ewes and its Effect on Lamb Performance. **Journal of Animal Science**, v.70, p.1667-1681. 1992.

KELLY, C. F., BOND, T. E. **Bioclimatic factors and their measurements.** In: NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. A guide to environmental research on animals. Washington, D.C., 1971. p. 71-92.

- KIMMEL, E., ARKIN, H., BERMAN, A. Evaporative cooling of cattle: transport phenomena and thermovision. **Am.Soc.of Agric.Engin.**, v.92, p.28-40. 1992.
- MADER, T.L., JOHNSON, L.J., GAUGHAN, J.B. Components of the Comprehensive Climate Index. Disponível em: <<http://jas.fass.org/content/early/2010/01/29/jas.2009-2586>>. Acesso em: 03/2011. **Journal of Animal Science**. 2010.
- MARAI, I.F.M., EL-DARAWANY, A.A., FADIEL, A., ABDEL-HAFEZ, M.A.M. Physiological traits as affected by heat stress in sheep — A review, **Small Ruminant Research**, v.71,p.1–12. 2007.
- MELO, E.C., LOPES, D.C., CORRÊA, P.C. **Grapsi** - Programa computacional para o cálculo das propriedades psicrométricas do ar. 2004. **Nota Técnica. Engenharia na Agricultura, Viçosa**, MG, v.12, n.2, p.154-162.
- MCDOWELL, R. E. **Improvement of livestock production in war climates**. San Francisco: W.H. Freeman and company, 1972.
- MCMANUS, C., PALUDO, G.R., LOUVANDINI, H., GUGEL, R., SASAKI, L. C. B., PAIVA, S. R. Heat Tolerance in Naturalized Brazilian Sheep: Physiological and Blood Parameters. **Tropical Animal Health and Production**, v.41, p.95-101. 2009.
- NEVES, M. L. M.W., **Índices de conforto térmico para ovinos Santa Inês de diferentes cores de pelame em condições de pastejo**. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Zootecnia. Recife-PE, 2008. 77f. Disponível em: <<http://www.pgz.ufrpe.br/files/dissertacoes08/Maria%20Luciana%20Menezes%20W.20Neves.pdf>>. Acesso em: 08/2010.
- PAIM, T. P. , BORGES, B.O. , LIMA, P.M.T. , FRANCO, E. , DALLAGO, B.S.L. , FADEL, R. , MENEZES, A.M. , LOUVANDINI, H. , McManus, C.M. Uso da Termografia para avaliar condições ambientais em cordeiros de diferentes grupos genéticos. XV Congresso de Iniciação Científica da Universidade de Brasília e 6º Congresso de Iniciação Científica do DF, 2009, Brasília. **Anais...** XV Congresso de Iniciação Científica da Universidade de Brasília e 6º Congresso de Iniciação Científica do DF, 2009.
- RADOSTITS, O.M., GAY, C.C., BLOOD, D.C., HINCHCLIFF, K.W. **Clínica Veterinária**. 9.ed., Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 2002.
- SILVA, R.G. 2000. **Introdução à Bioclimatologia Animal**, (Editora Nobel, São Paulo), 286 p.
- SOUZA, C.F., TINÔCO, I.F.F., BAÊTA, F.C. Avaliação de materiais alternativos para confecção do termômetro de globo. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n.1, p.157-164. 2002.
- VÁZQUEZ-VELA, M.E.F., N. TORRES, A.R. TOVAR. White Adipose Tissue as Endocrine Organ and Its Role in Obesity. **Archives of Medical Research**., v.39, p.715-728. 2008.
- WEST, J.W. Effects of heat stress on production in dairy cattle, **Journal of Dairy Science**, v.86, p.2131–2144. 2003.

YOUNG, B.A. Cold Stress as it Affects Animal Production. **Journal of Animal Science**, v.52. n.1, 1981.

CAPÍTULO 3 – DETECÇÃO DE MASTITE EM OVELHAS POR MEIO DA TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA

Raphael Felipe Saraiva Martins, Ms.C, Brasília - DF; Concepta McManus Pimentel, PhD,
Porto Alegre - RS.

RESUMO

Foram utilizadas 37 matrizes ovinas cruzadas com idades entre dois e cinco anos, ao longo da lactação e com cordeiros ao pé durante todo o dia. Semanalmente os cordeiros foram separados das mães por quatro horas para que fossem obtidas as imagens com o termógrafo FLIR System Série-i® da área total do úbere e coletadas amostras de leite por meio de ordenha manual. As imagens foram submetidas à análise, onde foram medidas as temperaturas de ambos os lados do úbere, nas porções cranial, média e caudal e área total. O leite coletado foi submetido análise laboratorial de contagem de células somáticas. As temperaturas detectadas no úbere, em valores máximos e mínimos, para o grupo sem mastite foi de 38,56 e 33,56°C, para o grupo com mastite tipo subclínica de 39,02°C e 33,79°C e o grupo com mastite tipo clínica 38,44°C e 33,35°C, sendo que apenas a temperatura do úbere com mastite tipo subclínica diferenciou-se estatisticamente das demais. A contagem de células somáticas foi de 167.000 a 540.700 células/mL de leite no grupo sem mastite, de 540.700 a 2.693.200 células/mL de leite no grupo caracterizado com mastite tipo subclínica e acima de 2.693.200 células/mL de leite no grupo caracterizado com mastite clínica. A dinâmica do processo inflamatório no úbere tem interferência direta no diagnóstico do tipo de mastite. Um estágio mais avançado da enfermidade não caracteriza temperatura superficial superior quando comparada aos estágios anteriores.

Palavras chave: infravermelho, diagnóstico de mastite, inflamação.

MASTITIS DETECTION IN SHEEP BY INFRARED THERMOGRAPHY

Rafhael Felipe Saraiva Martins, Ms.C, Brasília - DF; Concepta McManus Pimentel, PhD,
Porto Alegre - RS.

ABSTRACT

Thirty seven crossed sheep, aged between two and five years were used, along with lactation data and lamb at the foot throughout the day. Lambs were separated from their dams for four hours for the collection of the images that were obtained with the thermograph FLIR System Series-i® of the total area of the udder and milk samples collected by hand milking. The images were analyzed, where temperatures were measured on both sides of the udder in cranial, middle and caudal and total area. The milk collected underwent laboratory analysis for somatic cell count. The temperatures detected in the udder in maximum and minimum values for the group without mastitis were 38.56 and 33.56 °C respectively, for the group with subclinical mastitis 39.02 °C and 33.79 °C and the group type with clinical mastitis 38.44 °C and 33.35 °C. Only the temperature of the udder with subclinical mastitis differed statistically from the others. The somatic cell count was 167,000 to 540,700 cells / mL of milk in the group without mastitis, from 540,700 to 2,693,200 cells / mL of milk in the group with subclinical mastitis and above 2,693,200 cells / mL of milk in the group with clinical mastitis. The dynamics of inflammation in the udder has direct interference on the diagnosis of the type of mastitis. A more advanced stage of disease does not characterize a higher surface temperature when compared to the previous stages.

Keywords: infrared, diagnosis of mastitis, inflammation.

CAPÍTULO 3 – DETECÇÃO DE MASTITE EM OVELHAS POR MEIO DA TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA

1. INTRODUÇÃO

A mastite é uma enfermidade considerada como a principal responsável por prejuízos econômicos causados aos produtores de leite em todo o mundo (Freitas et al., 2005). Patologicamente, a mastite é descrita como sendo uma inflamação da glândula mamária caracterizada por alterações físico-químicas e microbiológicas no leite e no tecido da glândula mamária que pode ser destruído parcial ou totalmente dependendo da etiologia (Langoni et al., 1998). Como a causa principal geralmente é uma infecção bacteriana, é importante relacionar essa enfermidade com possíveis transmissões dos patógenos ao ser humano que ingere o leite sem prévio tratamento. Existe ainda o fato de os animais tratados poderem vir a gerar cepas resistentes e transmiti-las ao homem (Zanette et al., 2010).

Geralmente, os cálculos dessas perdas estão baseados na queda da produção de leite em casos de mastite clínica. Nas infecções subclínicas os prejuízos são maiores, levando-se em consideração possuir uma alta frequência nos rebanhos e longa persistência com sinais inaparentes da infecção. A contínua ação irritante de microorganismos sobre a mucosa,

durante uma ou várias lactações, provoca perda progressiva do epitélio secretor, reduzindo a produção láctea (Sommerhauser et al., 2003) interferindo no desenvolvimento dos cordeiros.

Fonseca & Santos (2000) constataram que as manifestações subclínicas apresentam maior prevalência que a clínica, sendo responsável por 90% a 95% dos casos da doença, ocasionando baixa produção de leite e crescimento dos borregos (Pugh, 2005) bem como alto custo de tratamento (Bergonier & Berthelot, 2003). A falta de sinais clínicos da doença dificulta a sua detecção e tratamento (Ferreira et al., 1999).

Os prejuízos econômicos são decorrentes do comprometimento funcional da glândula mamária (Costa et al., 2001, Mendonça et al., 2005), o qual compromete também a ovinocultura de corte por atrapalhar o desenvolvimento dos cordeiros.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o uso da termografia infravermelha como ferramenta de apoio na inspeção da superfície dos úberes de matrizes ovinas em lactação, auxiliando no diagnóstico de mastite clínica e subclínica, avaliando a temperatura do úbere e associando-a a testes de Contagem de Células Somáticas visando verificar se o seu uso pode ser considerado como um método diagnóstico urgente da doença na sua forma subclínica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local

O experimento foi realizado no Centro de Manejo de Ovinos da Fazenda Experimental Água Limpa (FAL) pertencente à Universidade de Brasília (UnB), entre os dias 28 de maio a 06 de agosto de 2010.

2.2 Animais

Fizeram parte do experimento 37 matrizes ovinas tipo Santa Inês com idades entre dois e cinco anos, em diferentes fases da lactação mantidas com seus cordeiros ao pé durante todo o dia. As matrizes lactantes foram manejadas em sistema a pasto, com fornecimento de silagem de milho (*ad libitum*) e concentrado na quantidade de 250 gramas por animal/dia. Apenas matrizes com crias de idade superior a três dias foram incluídas nas coletas.

2.3 Coleta das Fotos e Amostras de Leite

As imagens dos úberes das matrizes foram captadas semanalmente utilizando-se o termógrafo FLIR System Série-i®. Os cordeiros foram separados das mães quatro horas antes para que fossem realizadas as coletas de amostras de leite, por ordenha manual, para análise de seus componentes (gordura, proteína, lactose, extrato seco total e extrato seco desengordurado).

Para realização da coleta as matrizes foram enfileiradas aleatoriamente e postas em decúbito dorsal para captação da imagem dos úberes. Foi realizado pré e pós-dipping com solução de Iodo a 5% antes e depois da coleta do leite respectivamente. Caso o úbere apresentasse sujidades, o úbere era limpo com água morna, e posteriormente estes animais eram recolocados no final da fila para normalização da temperatura superficial. O tempo gasto para a realização da atividade foi de no mínimo 10 minutos entre uma limpeza e coleta da imagem do úbere. A coleta do leite foi realizada após a imagem ter sido obtida com o animal ainda em decúbito dorsal, pelo método de ordenha manual.

As imagens obtidas que mostravam as diferentes temperaturas ao longo da superfície do úbere foram submetidas a uma análise onde foram listadas as temperaturas das porções cranial, média e caudal de cada metade, assim como de ambos as tetas e da área total do úbere (Fig. 3.1).

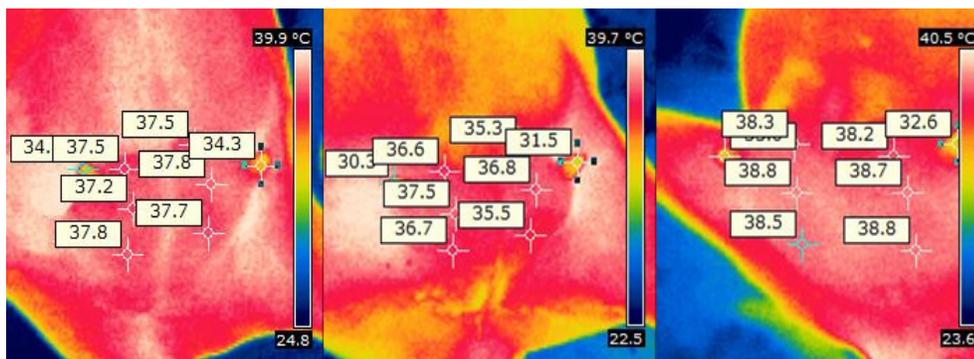


Figura 3.1. Fotografias obtidas com a Câmera de Infravermelho com a mensuração dos pontos craniais, mediais e caudais de cada metade do úbere, e das tetas.

Fonte: Arquivo Pessoal

2.4 Análises do Leite

As amostras de leite foram coletadas em um frasco de 30 mL com conservante Bronopol. Foi utilizado um frasco por animal, misturando o leite da parte esquerda e direita do úbere.

A análise de contagem de células somáticas (CCS) e de composição centesimal foi realizada por meio dos equipamentos Fossomatic 5000 Basic® e Milkoscan 4000® da FOSS®, respectivamente. Ambas as análises foram realizadas no Laboratório da Qualidade do Leite, de propriedade da Universidade de Goiás.

Os teores de componentes foram determinados utilizando o Milkoscan 4000 (Foss Electric A/S. Hillerod, Denmark), cujo princípio analítico baseia-se na absorção diferencial de ondas infravermelhas pelos componentes do leite.

2.5 Caracterização dos Grupos

Os resultados foram divididos em três grupos. O primeiro grupo, Sem Mastite, que foi composto por matrizes sem responsividade dos linfonodos retromamários, sem rigidez do úbere e com contagem de células somáticas abaixo de 250.000 céls/mL. No segundo grupo as matrizes com responsividade dos linfonodos retromamários, leve rigidez e contagem de células somáticas de 250.000 a 500.000 céls/mL foram caracterizadas com Mastite do tipo Subclínica. O terceiro grupo foi composto por ovelhas com Mastite do tipo Clínica, onde os linfonodos estavam responsivos, úberes rígidos e contagem de células somáticas entre 500.000 e 1.000.000 céls/mL.

2.6 Análise Estatística

Os resultados foram submetidos a uma análise estatística para que fosse determinada a correlação entre as temperaturas superficiais do úbere nos pontos citados, as

concentrações dos componentes do leite e o estágio de lactação das ovelhas. A análise foi feita por meio do procedimento de análise de variância (General Linear Model - GLM) no software estatístico SAS System® Versão 9.2.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das temperaturas, componentes do leite e contagem de células somáticas obtidos de acordo com os grupos estão representados na Tab. 3.1.

Em geral observa-se que as temperaturas superficiais do úbere das ovelhas com mastite subclínica foram maiores em comparação ao grupo sem mastite e com mastite clínica, este que apresentou as menores temperaturas registradas. Mesmo o grupo sem mastite apresentou temperaturas superiores ao grupo com mastite clínica.

A detecção das temperaturas do grupo com mastite tipo subclínica nos pontos medial e caudal do lado esquerdo, cranial, caudal e medial do lado direito, pontos de temperatura máxima e mínima em toda a área do úbere e temperatura média do lado esquerdo e direito permitiram correlação direta com o diagnóstico de mastite por termografia.

Entre os grupos sem mastite e com mastite tipo clínica, as temperaturas dos pontos citados foram semelhantes entre si e diferentes quando comparadas ao grupo com mastite subclínica, exceto para o ponto caudal do lado direito. As temperaturas foram mais baixas para as variáveis citadas nos grupos sem mastite e com mastite clínica por diferentes razões.

No grupo sem mastite, pode não ter havido um processo infeccioso ou mesmo não o suficiente para que fosse provocada uma reação inflamatória a ponto de alterar a temperatura superficial do ponto observado.

Já no grupo com mastite clínica, a menor temperatura em reações inflamatórias mais intensas em relação aos outros grupos pode ser explicada pelo curso inflamatório da mastite, onde primeiramente os vasos sanguíneos do úbere dilatam-se, aumentando o aporte sanguíneo ao local da infecção (Jones and Plassmann, 2002)

Tabela 3.1. Temperaturas superficiais do úbere e componentes do leite de ovelhas sem mastite e com mastite tipo clínica e tipo subclínica

		Grupos		
		Sem mastite	Mastite tipo subclínica	Mastite tipo clínica
Temperatura (°C)	Máx	38,56b	39,02a	38,44b
	Mín	33,56b	33,79a	33,35b
	Média	36,06ns	36,3 ns	35,89ns
Lado Esquerdo (°C)	Cranial	42,21ns	37,33ns	36,45ns
	Medial	37,19b	37,50a	36,90b
	Caudal	37,17a	37,42b	36,69c
	Média	37,01b	37,48a	36,60b
Lado Direito (°C)	Cranial	36,85ba	37,14a	36,53b
	Medial	37,22b	37,72a	36,84b
	Caudal	37,16a	37,50a	36,71b
	Média	37,08b	37,44a	36,74b
TCL (%)	Gordura	5,68b	6,17b	7,12a
	Proteína	5,40b	5,17b	5,82a
	Lactose	5,00a	4,91a	4,60b
	ESD	11,25a	10,99b	11,29a
CCS (x1000cél/ml)	EST	17,43b	16,67c	18,41a
		167,1b	540,7b	2693,2a

Valores na mesma linha com letras distintas diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). ns – não significativo. Extrato Seco Desengordurado (ESD). Extrato Seco Total (EST). Teores de Componentes do Leite (TCL). Contagem de Células Somáticas (CCS). Máxima (Máx). Mínima (Mín).

A hiperemia resulta em típicos sinais de infecção (calor e rubor) causando aumento da temperatura superficial do úbere. Por sua vez, a permeabilidade dos capilares aumenta, ocasionando extravasamento do plasma sanguíneo para o interstício do úbere, caracterizando edema (McGavin & Zachary, 2007). O edema diminui o aporte sanguíneo ao local observado e com isso ocorre a diminuição da temperatura superficial.

É provável que as temperaturas coletadas no grupo com mastite tipo subclínica tenham sido obtidas durante um curso inflamatório anterior a etapa de formação do edema em porções do úbere, e que, quando comparadas aos demais grupos, foram maiores. Processos inflamatórios sem inchaço pronunciado pode resultar em aumentos detectáveis da temperatura superficial (Hovinen et al. 2008). Situação semelhante foi enfrentada por este mesmo autor, onde inchaços pronunciados estiveram presentes em experimento de detecção de mastite clínica induzidas por lipopolissacarídeos de *Escherichia coli* em vacas leiteiras européias.

Quanto aos componentes de leite, o grupo com mastite clínica apresentou um maior teor de gordura, proteína e extrato seco total e menor teor de lactose em relação aos demais. Quanto ao extrato seco desengordurado, o grupo com mastite subclínica apresentou um menor teor em comparação aos demais.

Ao compararmos os resultados, observou-se elevação significativa ($P < 0,05$) no percentual de gordura no grupo com mastite clínica, quando comparado ao grupo sem mastite e ao grupo com mastite tipo subclínica. Kitchen (1981) afirma que devido a infecção do úbere, a porcentagem de gordura do leite diminui discretamente. Leitner et al. (2003), em estudos sobre a mastite subclínica em ovelhas, avaliaram que a porcentagem de gordura era mais baixa em glândulas não infectadas do que nas infectadas, atribuindo esta alteração à redução no volume de leite.

No entanto, Burriel (1997) relatou que a infecção intramamária em ovelhas com *Staphylococcus coagulase-negativo* causou aumento do teor de gordura e proteína e redução da caseína. Segundo Schultz (1977), as modificações no teor da gordura nas mastites são diversas e podem, às vezes, ser uma exceção nas alterações que acontecem na composição do leite, em situações em que a produção de leite é reduzida mais que a síntese de gordura, a porcentagem desta aumenta.

Assim, com os resultados do presente estudo, a redução no teor de gordura no leite pode ser explicada pela reduzida síntese deste componente devido à injúria nas células

secretoras (Leitner et al., 2003, Nunes et al., 2007). Em trabalho com inoculação de *Staphylococcus aureus*, Santos et al. (2007) citam que a infecção inicialmente tende a uma redução significativa da gordura.

Portanto, a inflamação no úbere leva a uma diminuição na secreção dos componentes do leite levando a um aumento na concentração de alguns deles, como no caso da gordura. Estes resultados provavelmente estejam relacionados à diminuição progressiva do volume de leite em algumas glândulas com mastite subclínica e clínica, assim como no final da lactação (Guaraná, 2009).

O extrato seco total compreende todos os componentes do leite, ou seja, a gordura, carboidratos, proteínas e elementos minerais, já o extrato seco desengordurado é representado por esses componentes com exceção da gordura. No estudo foi observado que há relação estatística entre os grupos em relação ao extrato seco total, porém no extrato seco desengordurado o grupo com mastite subclínica apresenta um menor teor desse componente em relação aos demais grupos.

Em estudo similar com bovinos, Zafalon (2007) observou que EST e ESD apresentaram maiores teores em animais sadios em comparação a enfermos. Porém, observando separadamente a ESD, animais com mastite apresentaram maiores teores. Zafalon (2000) observou que para bovinos, os teores de EST entre animais doentes e sadios não foi significativo com o avançar da doença. Provavelmente os teores de ESD e EST de animais sadios e enfermos apresentam diferentes padrões dependendo do curso e intensidade da doença em ovelhas.

Os teores mais elevados de proteínas em leite de tetas com mastite clínica também podem ser decorrentes das proteínas do soro sanguíneo, que se apresentam mais elevadas no leite de animais doentes (Leitner et al., 2003). O quadro de mastite subclínica não mostra diferença significativa entre os teores desse componente em comparação às ovelhas sem mastite.

Para teores de lactose, apresentaram-se valores menores para mastite clínica e estatisticamente iguais entre animais sem mastite e com mastite subclínica. Foi observado em trabalho de Guaraná (2009), o mesmo comportamento para este teor, onde os níveis foram menores 90 dias após ocorrência da mastite em comparação com níveis de 15 dias após. Um decréscimo do seu teor pode ocorrer na mastite, resultante da sua passagem para o fluido

extracelular e para o sangue, em razão da destruição do tecido secretor com a redução de sua biossíntese, decorrente da destruição de células epiteliais pelo processo inflamatório (Nunes et al., 2007).

As células somáticas recrutadas liberam proteases leucocitárias (Bueno et al., 2004) na área afetada, o que pode também ser o motivo da diminuição da lactose, assim como uma diminuição na síntese dessas proteínas. Porém, como houve um aumento na circulação sanguínea em resposta à infecção com um aumento da permeabilidade capilar, observou-se um aumento na quantidade protéica, sendo vista no leite de ovelhas com mastite em decorrência da presença de proteínas plasmáticas.

Por meio da Contagem de Células Somáticas de modo eletrônico, os resultados obtidos mostram que, com o agravamento da doença, maiores foram as contagens das células. Amostras de leite de glândulas mamárias consideradas sem mastite apresentaram valores médios de 167.100 a 540.700 células/mL de leite, para o grupo com mastite subclínica valores entre 540.700 e 2.693.200 células somáticas/mL de leite e para o grupo com mastite clínica valores superiores a 2.693.200 células somáticas/mL de leite.

O aumento da contagem de células somáticas pode ter sido devido a duas causas principais: resposta fisiológica (Menzies, 2000) ou uma resposta a um estímulo agressor (Silva, 2007). Cuccuru et al. (1997) correlaciona o aumento do CCS com um aumento da defesa imunitária, isto é, ação de leucócitos que o úbere sofre com a aproximação da época de secagem. Nesse período as glândulas mamárias combatem infecções presentes e se protegem de infecções futuras. Quanto ao aumento relativo a um estímulo agressor, a presença de células polimorfonucleares também aumentam a CCS, onde os neutrófilos polimorfonucleares são a primeira linha de defesa celular do organismo contra invasão de microorganismos patogênicos, se acumulando imediatamente no possível sítio de infecção (Paape et al., 2002).

Os valores encontrados neste trabalho são inferiores aos citados na literatura. Valores estabelecidos por El-Masannat (1987) indicam 1.100.000 células/mL pela contagem eletrônica. Hartman et al. (2009) citam valores entre 1.000 e 816.000 células/mL para ovelhas com glândulas mamárias saudáveis. Em estudo deste mesmo autor foi verificado que de acordo com o agente etiológico as contagens apresentam maiores valores.

4. CONCLUSÃO

Este estudo mostra a possibilidade de relação entre temperatura superficial do úbere com a presença de mastite dos tipos clínico e subclínico com o auxílio do diagnóstico por baseado em contagem de células somáticas. A dinâmica do processo inflamatório no úbere tem interferência direta na observação da temperatura superficial nos diferentes tipos de mastite. Um estágio mais avançado da enfermidade em ambos os tipos de mastite não caracteriza temperatura superficial superior quando comparada aos estágios anteriores. Dados para determinar com maior precisão a presença de mastite em ovelhas precisam ser estudados para aprimoramento do diagnóstico por meio do método infravermelho.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERGONIER D. & BERTHELOT X. New advances in epizootiology and control of ewe mastitis. **Livestock Production Science**. 2003,v.79, p.1-16.

BUENO, V. F. F. 2004 et al. Influência da temperatura de armazenamento e do sistema de utilização do tanque de expansão sobre a qualidade microbiológica do leite cru. **Higiene Alimentar**, São Paulo, 2004, v.18, n.124, p.62-67.

BURRIEL A.R. Dynamics of intramammary infection in the sheep caused by coagulase-negative Staphylococci and its influence on udder tissue and milk composition. **Veterinarian Research**. v.140, p.419-423. 1997.

COSTA, N.A., MENDONÇA, C.L., AFONSO, J.A.B., SOUZA, M.I., CALADO, A.L., PIRES, J.R., COUTINHO, L.T., SIMÃO, L.C.V., CAVALCANTE, A.E.L. Ocorrência de mastite em ovelhas atendidas na clínica de bovinos. In: Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária, 28., Salvador, BA. **Resumos**. Salvador, 2001. p.123.

CUCCURU C., MORONI P., ZECCONI A., CASU S., CARIA A. & CONTINI A. Milk differential cell counts in relation to total counts in Sardinian ewes. **Small Ruminant Research**. 1997, 25:169-173.

EL-MASANNAT, E.T.S. **A study of ovine mastitis with special reference to mastitis caused by Pasteurella haemolytica**. 1987. Tese (PhD), London.

FERREIRA, J.L., LINS, J.L.F.H.A., AGUIAR FILHO, J.L.C., CRISPIM, S. Perfil de Sensibilidade de Microorganismos causadores de mastite bovina nos rebanhos leiteiros no estado do Piauí. In: Encontro de Pesquisadores em Mastite, 3., Botucatu. **Anais ...**, p.164, 1999.

FONSECA, L.F.L. & SANTOS, M.V. **Qualidade do leite e controle de mastite**. São Paulo: Lemos Editorial, 2000.

- FREITAS, M.F.L. et al. Perfil de sensibilidade antimicrobiana in vitro de Staphylococcus coagulase positivos isolados de leite de vacas com mastite no agreste do estado de Pernambuco. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.72, n.2, 2005, p.171-177.
- GUARANÁ, E.L.S., SANTOS, R.A., SILVA, N.S., CAMPOS, A.G.S.S., AFONSO, J.A.B., MENDONÇA, C.L. Influência Da Mastite Subclínica Sobre As Características Físico-Química Do Leite De Ovelhas Santa Inês Em Diferentes Fases Da Lactação: Estudo Preliminar, Ciência Animal Brasileira – Suplemento 1, 2009 – **Anais ... VIII Congresso Brasileiro de Buiatria**.
- HARTMAN, M., BOLSANELLO, R, M., DOMINGUES, P.F., JUNIOR, A.S.M., LANGONI, H. Efeito da mastite sobre a contagem de células somáticas (CCS) em ovelhas da raça Bergamácia. **Veterinaria e Zootecnia**, v.16, n.1 p.213-220. 2009.
- HOVINEN, M., SIIVONEN, J., TAPONEN, S. ET AL. Detection of Clinical Mastitis with the Help of a Thermal Camera. **Journal of Dairy Science**. v.91, p.4592-4598. 2008.
- JONES, B. F., PLASSMANN, P. **Digital infrared thermal imaging of human skin**. IEEE Eng. Med. Biol. 21:41-48, 2002.
- KITCHEN B.J. Review of the progress of dairy science: Bovine mastitis, milk compositional changes and related diagnostic tests. **Journal of Dairy Research**. v.48, p.167-188. 1981.
- LANGONI, H., DA SILVA, A.V. CABRAL, K. G., DOMINGUES, P. F. Etiological aspects on bovine mastitis: Aerobacterial flora. In: Panamerican Congress On Mastitis Control And Milk Quality, 1., 1998, Mérida, Mexico. **Proceedings**. Mérida, Mexico, 1998. p.468-480 apud REIS, 2003.
- LEITNER G., CHAFFER M., CARASO Y., EZRA E., KABABEA D., WINKLER M., GLICKMAN A., SARAN A. Udder infection and milk somatic cell count, NAGase activity and milk composition - fat, protein and lactose- in Israeli-Assaf and Awassi sheep. **Small Ruminant Research**. v.49, p.157-164. 2003.
- MENDONÇA, C.L., AFONSO, J.A.B., COSTA, N.A. Mastite em ovelhas. **Veterinária e Zootecnia**, CRMV-PE, Recife, v.25, np.7, 2005.
- MENZIES, P.I. Mastitis of sheep: overview of recent literature. In: GREAT LAKES DAIRY SHEEP SYMPOSIUM, 6., 2000, Guelph. **Proceedings...** Guelph, 2000. Disponível em <http://www.ansci.wisc.edu/Extensionnew%20copy/sheep/Publications_and_Proceedings/symposium%20PDF/symposium_00.pdf#page=68>. Acesso em: 22 jan. 2011.
- MCGAVIN, D., J. F., ZACHARY. **Pathologic Basis of Veterinary Disease**. 4th ed. MosbyElsevier, St.Louis, MO, 2007.

NUNES, G.R., BLAGITZ, M.G., FREITAS, C.B., SOUZA, F.N., RICCIARDI, M., STRICAGNOLO, C.R., SANCHES, B.G.S., AZEDO, M.R., SUCUPIRA, M.C.A., DELLA LIBERA, A.M.M.P. Avaliação de indicadores inflamatórios no diagnóstico de mastite ovina. **Biológico**, v.69, p.113-198, 2007.

PAAPE, M.J., MEHRZAD L., ZHAO X., DETTILEUX J., BURVENICH C. Defense of the bovine mammary gland by polymorphonuclear neutrophil leukocytes. **Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia**, v.7, p.109-121. 2002.

PUGH, D.G. (Ed.). **Clínica de ovinos e caprinos**. São Paulo: Roca, 2005. 513p.

SANTOS, R.A., MENDONÇA, C.L., AFONSO, J.A.B., SIMÃO, L.C.V. Aspectos clínicos e característicos do leite em ovelhas com mastite induzida experimentalmente com *Staphylococcus aureus*. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.27, n.1, 2007, p.6-12.

SILVA, R. G. Evaluation of thermal stress indexes for dairy cows in tropical regions. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.36, n.4, p.1192-1198. (supl.). 2007.

SOMMERHAUSER, J. KLOPPERT, B., WOLTER, W., ZSCHOCK, M., SOBIRAJ, A., FAILING, K. 2003: The epidemiology of *Staphylococcus aureus* infections from subclinical mastitis in dairy cows during a control programme. **Veterinarian Microbiology**, v.96, p.91-102. 2003.

SCHULTZ L.H. Somatic cells in milk: physiological aspects and relationship to amount and composition of milk. **Journal of Food Protection.**, v.40, p.125-131. 1977.

ZAFALON, L. F., ESTEVES, S.N., MACHADO, R., MARTINS, K.B., DIAS, W.A.F., Microbiologia do leite de ovelhas em rebanho de corte. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 25**. Embrapa Pecuária Sudeste - São Carlos, Setembro, 2010.

ZAFALON, L.F., AMARAL, L.A., FILHO, A.N., OLIVEIRA, J.V., RESENDE, F.D., PEREIRA, G.T. Influência do Tratamento da Mastite Subclínica Bovina sobre as Características Físico-Químicas e a Produção de Leite. **Revista de Ciência da Produção Animal**, v.57, n.1, p.93-98. 2000.

ZAFALON, L.F., FILHO, A.N. Características físico-químicas do leite bovino, após o tratamento da mastite subclínica causada por *Staphylococcus aureus* durante a lactação. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 13**, Embrapa Pecuária Sudeste - São Carlos, Setembro, 2007.

ZANETTE, E., SCAPIN, D., ROSSI, E.M. Susceptibilidade antimicrobiana de *Staphylococcus aureus* isolados de amostras de leite de bovinos com suspeita de mastite. **Unoesc & Ciência – ACBS**, Joaçaba, v. 1, n. 1, p. 65-70, jan./jun. 2010.

CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Segundo o Prof. Dr. Bonifácio Benício de Souza, da Unidade Acadêmica de Medicina Veterinária, do Centro de Saúde e Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, nas últimas décadas novas ferramentas e técnicas têm sido introduzidas na produção animal como suporte à decisão, especialmente para o gerenciamento, implantação de estratégias de alimentação, controle de fertilidade, e técnicas para promover saúde/conforto animal, e sistemas computacionais específicos foram desenvolvidos para o manuseio das variáveis ambientais e fisiológicas. O uso da termografia de infravermelho, por exemplo é uma dessas ferramentas que permite estudos com precisão dessas variáveis.

O emprego da termografia infravermelha na produção animal apresenta várias limitações em relação ao seu uso. O uso de tal ferramenta visando obter controle do conforto animal via correlação de índices de conforto térmico com temperaturas superficiais do corpo de cordeiros é inédito. A facilidade com que são gerados dados para observação de temperaturas superficiais é imensa. A técnica vem sendo empregada em pesquisas sobre estresse térmico em países europeus e asiáticos há algum tempo, mas o Brasil, o país com maior capacidade de produção animal do mundo não possui estudos avançados sobre o tema.

Alguns pontos eleitos por serem muito associados à outras temperaturas já praticadas, como no caso da retal, devem ser utilizados, assim como a temperatura ocular. É de certa maneira mais fácil obter essa temperatura quando comparada a obtenção de uma

temperatura retal. Aparatos de escaneamento infravermelho futuramente farão parte de produções tecnificadas. A técnica de coleta de temperaturas superficiais por termografia infravermelha para correlação entre índices de conforto térmico tem aplicação, porém, de baixa confiabilidade quando não tomados os cuidados necessário, e que não são poucos. O emprego dessa técnica em produções extensivas é de difícil emprego com o seu atual nível de tecnologia.

O emprego da Termografia Infravermelha no apoio a detecção de diferentes tipos de mastite numa produção apresenta grandes oportunidades de crescimento. O estudo dessa ferramenta com esse objetivo tornará viável o seu emprego e como mais um apoio no monitoramento do status sanitário de uma propriedade leiteira, possivelmente com grande confiabilidade. Com a aplicação da técnica de termografia infravermelha no bem-estar animal relacionado a conforto térmico será possível mapear a distribuição térmica e associar com valores pré-determinados de índices de conforto térmico.