

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**



**DISSERTAÇÃO**

Respostas fisiológicas, comportamentais e produtivas de vacas holandesas em lactação sob diferentes sistemas de produção

**Edi Vernei Souza Goulart**

**Pelotas, 2013.**

**EDI VERNEI SOUZA GOULART**

**RESPOSTAS FISIOLÓGICAS, COMPORTAMENTAIS E  
PRODUTIVAS DE VACAS HOLANDESAS EM LACTAÇÃO SOB  
DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área do conhecimento: Produção Animal).

Orientadora: Isabella Dias Barbosa Silveira

Co-orientador: Jerri Teixeira Zanusso

Pelotas, 2013

Dados de catalogação na fonte:  
Ubirajara Buddin Cruz – CRB-10/901  
Biblioteca de Ciência & Tecnologia - UFPel

G694r

Goulart, Edi Vernei Souza

Respostas fisiológicas, comportamentais e produtivas de vacas holandesas em lactação sob diferentes sistemas de produção / Edi Vernei Souza Goulart. – 76f. – Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Área de concentração: Produção animal. Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Pelotas, 2013. – Orientador Isabella Dias Barbosa Silveira ; co-orientador Jerri **Teixeira Zanusso**.

1.Zootecnia. 2.Bem estar animal. 3.Comportamento animal 4.Clima. 5.Estresse. I.Silveira, Isabella Dias Barbosa. II.Zanusso, Jerri Teixeira. III.Título.

CDD: 591.5

**Banca examinadora:**

Isabella Dias Barbosa Silveira - Orientadora

Carlos Eduardo da Silva Pedroso – DFT – FAEM – UFPEL

Otoniel Geter Lauz Ferreira – DZ – FAEM - UFPEL

Renato Xavier Faria – I F FARROUPILHA – CAMPUS ALEGRETE

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus pela saúde, pela força, proteção e pela vida.

À Universidade Federal de Pelotas pela oportunidade concedida de participar do Programa de Pós Graduação em Zootecnia (PPGZ), área de concentração em Produção Animal, contribuindo para meu desenvolvimento profissional.

Ao Instituto Federal Farroupilha – Campus Alegrete, pela oportunidade de realização da pesquisa.

À minha orientadora Prof<sup>a</sup> Dra<sup>a</sup> Isabella Barbosa Dias Silveira, pela orientação, amizade, confiança e oportunidade concedida.

Ao Prof. Dr. Jerri Teixeira Zanussi pela co-orientação, pela ajuda, amizade e disponibilidade desde o início desse trabalho.

Aos professores do Programa de Pós Graduação em Zootecnia pelos valiosos ensinamentos em sala de aula.

À minha esposa Raquel, pelo incentivo, dedicação e paciência, pelo apoio incondicional e pela companhia.

Ao meu filho e colega Prof. Rafael Ziani Goulart, que foi fundamental e imprescindível para a execução de todas as etapas deste trabalho, estando sempre ao meu lado, me dando força e apoio.

À minha filha Fernanda, pelo estímulo e ajuda.

À minha nora Lizielle, pelo auxílio e pela significativa contribuição para a realização deste trabalho.

À amiga e colega do Instituto Federal Farroupilha- Campus Alegrete (IFF-CA), Prof<sup>a</sup> Carla Comerlato Jardim, doutoranda do PPGZ, pela agradável companhia nas viagens de Alegrete à Pelotas, pelo apoio, amizade e companheirismo.

À colega e amiga do PPGZ, doutoranda Laila Ribeiro pelas resoluções estatísticas, além de indispensável ajuda, incentivo e apoio em todas as etapas desse trabalho.

Às alunas estagiárias do curso de Zootecnia do IFF-CA, elementos fundamentais para a realização deste trabalho de pesquisa, Aline Cardoso Vieira, Diquinane Garcia, Gabriela Segabinazzi Lopes e Larielle Ziani pela responsabilidade, colaboração, companheirismo e dedicação pelo trabalho árduo nas coletas dos dados.

Ao técnico agrícola Ismar Serres pela presteza e dedicação durante todo o experimento, pela ajuda incondicional na coleta dos dados.

À amiga prof<sup>a</sup> Denise Silva, pelo valioso auxílio na elaboração desse trabalho.

À todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho.

## Resumo

GOULART, Edi Vernei Souza **Respostas fisiológicas, comportamentais e produtivas de vacas holandesas em lactação sob diferentes sistemas de produção**. 2013. 76 p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2013.

As variáveis climáticas são componentes ambientais que tem efeito sobre o bem-estar animal e, por consequência, sobre a produtividade dos rebanhos. Conhecê-las e verificar sua interação com os animais é uma forma de adequar o sistema da produção as características do ambiente e ao potencial produtivo dos mesmos. Diante disso, objetivou-se abordar nesta pesquisa os aspectos relacionados as respostas fisiológicas, comportamentais e produtivas de vacas holandesas em lactação sob diferentes sistemas de produção. O estudo foi desenvolvido durante o período de 20.01.2013 a 21.02.2013 no Instituto Federal Farroupilha – Campus Alegrete. Foram utilizadas 27 vacas holandesas em lactação divididas nos três tratamentos, a saber: animais alimentados basicamente a pasto; animais alimentados a pasto e suplementados com concentrado; e animais mantidos em confinamento. Foram realizadas avaliações climáticas, fisiológicas, comportamentais e produtivas. As avaliações fisiológicas consistiram do monitoramento da temperatura retal, da frequência respiratória, da temperatura da superfície do pelame, além de avaliação hematológica pelo eritograma e determinação do nível de cortisol. A avaliação do comportamento de ingestão consistiu no registro dos tempos diários gastos com as atividades de ruminação, ócio e alimentação. Para a avaliação produtiva, o leite foi pesado de maneira individual e diariamente e foram coletadas amostras de leite de cada animal para determinação dos teores de Gordura, Proteína, Lactose e Sólidos, além da determinação da Contagem de Células Somáticas (CCS). Para realização das análises estatísticas, a produção de leite foi corrigida para 4% de gordura. Os fatores meteorológicos interferiram na composição do leite e nos componentes sanguíneos nos três sistemas de produção estudados, e houve aumento na taxa de cortisol nos três sistemas de produção avaliados, caracterizando estresse. Também houve aumento da temperatura retal, acima da normalidade, nos três sistemas

avaliados e os efeitos dos fatores climáticos sobre as variáveis fisiológicas frequência respiratória, temperatura retal e temperatura de pelame, foram maiores no sistema pasto e pasto + concentrado. Constatou-se que durante o dia, os animais estão sujeitos às variações do ambiente climático, com variações da temperatura e do índice de temperatura e umidade e estas, determinaram diferentes respostas fisiológicas nos parâmetros frequência respiratória, temperatura retal e temperatura de pelame, independentemente do sistema de produção adotado. O aumento da oferta de forragem de boa qualidade diminuiu o tempo de pastejo e de bocados e o sistema de confinamento resultou em menor tempo com alimentação e maior com ruminação. A atividade de pastejo foi mais intensa nas horas em que a temperatura foi mais amena, isto é, no período noturno, para os sistemas pasto e pasto +concentrado. Já no sistema de confinamento, o maior tempo com alimentação ocorreu no período diurno, indicando que as condições climáticas não interferem neste sistema, quando os animais estão alojados em boas instalações.

**Palavras-chave:** bem-estar, clima, comportamento animal, estresse.



## Abstract

GOULART, Edi Vernei Souza. **Physiological, behavioral and production responses of lactating dairy under different production systems**. 2013. 76 p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2013.

Climatic variables are environmental components that have effect on animal welfare and, consequently, on the productivity of droves. Know them and verify their interaction with the animals is a way to adjust the system of production characteristics of the environment and the productive potential of the same. Therefore, the aim of this study address the aspects related physiological, behavioral and production responses of lactating dairy cows under different production systems. The study was conducted during the period from 20.01.2013 to 02.21.2013 at the Instituto Federal Farroupilha - Campus Alegrete. We used 27 lactating Holstein cows divided into three treatments, namely: animals fed primarily on pasture, animals fed on pasture and supplemented with concentrate and animals kept in confinement. Were evaluated climate, physiological, behavioral and productive. The physiological assessments consisted of monitoring the rectal temperature, respiratory rate, temperature of the surface of the hair coat, plus evaluation by hamatológica eritograma and determining the level of cortisol. The assessment of drinking behavior included recording of Daily time spent ruminating activities, entertainment and food. To evaluate production, the milk was weighed individually and daily and milk samples were collected from each animal to determine the levels of fat, protein, lactose and solids, and the determination of Somatic Cell Count (SCC). To perform the statistical analyzes, milk production was corrected to 4 % fat. The meteorological factors affected the milk composition and blood components in the three production systems studied, also there was an increase in cortisol levels in the three production systems evaluated in a stress response. Also increased rectal temperature above the normal range in the three systems evaluated and the effects of climatic factors on the physiological variables respiratory rate, rectal temperature and temperature of fur, were higher in the system pasture + concentrate. It was found that during the day the animals are subject to climatic environmental variations, with variations of temperature and moisture content and temperature and these determined different physiological parameters respiratory rate, body temperature and temperature of fur, regardless of the production system adopted. The increased supply of good quality forage decreased grazing time and bits and feedlot resulted in less time with greater power and with rumination. The grazing activity was more intense during the hours when the temperature was milder, ie, at night, for grazing systems and pasture + concentrate. In the concentrate, as long fed occurred during the day, indicating that

weather conditions do not interfere in this system, when animals are housed in good facilities.

**Keywords:** welfare, climate, animal behavior, stress.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Composição química do Concentrado e da Silagem de Milho.....	<b>44</b>
<b>Tabela 2.</b> Valores Médios dos componentes botânicos do Sorgo Forrageiro, da massa de forragem inicial, da qualidade de forragem inicial, da qualidade da forragem ingerida e da carga animal.....	<b>44</b>
<b>Tabela 3.</b> Dados climatológicos referentes ao período de avaliação. Alegrete/RS, 2013 .....	<b>48</b>
<b>Tabela 4.</b> Parâmetros da qualidade, sanidade e produção de leite de vacas Holandesas submetidas a diferentes sistemas de produção. Alegrete/RS, 2013..	<b>50</b>
<b>Tabela 5.</b> Parâmetros sanguíneos e nível de cortisol de vacas Holandesas submetidas a diferentes sistemas de produção. Alegrete/RS, 2013. ....	<b>52</b>
<b>Tabela 6.</b> Comportamento ingestivo de vacas Holandesas submetidas a diferentes sistemas de produção. Alegrete/RS, 2013.....	<b>54</b>
<b>Tabela 7.</b> Tempo de pastejo, em minutos, noturno e diurno nos diferentes sistemas avaliados. Alegrete/RS, 2013.....	<b>57</b>
<b>Tabela 8.</b> Parâmetros fisiológicos de vacas Holandesas submetidas a diferentes sistemas de produção. Alegrete/RS, 2013.....	<b>59</b>
<b>Tabela 9.</b> Parâmetros fisiológicos de vacas Holandesas submetidas a diferentes sistemas de produção e dados de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) média nos dois turnos da ordenha. Alegrete/RS,2013 .....	<b>61</b>

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 Bem-estar na produção Leiteira.....	17
2.2 Estresse.....	18
2.3 Zona de conforto térmico ou de termo neutralidade.....	19
2.4 Índice de conforto térmico.....	21
2.4.1 Índice de temperatura e umidade (ITU) .....	21
2.5 Termorregulação .....	23
2.6 Mecanismos de transferência de energia térmica .....	24
2.6.1 Condução.....	24
2.6.2 Convecção .....	25
2.6.3 Radiação .....	25
2.6.4 Evaporação.....	26
2.7 Efeitos do ambiente climático sobre as respostas fisiológicas do animal .....	27
2.7.1 Frequência Respiratória.....	28
2.7.2 Temperatura retal .....	29
2.7.3 Temperatura de superfície de Pelame .....	30
2.7.4 Parâmetros Hematológicos .....	32
2.8 Efeito do ambiente climático sobre as respostas comportamentais .....	35
2.9 Efeito do ambiente climático sobre produção de leite.....	38
2.10 Efeitos do ambiente climático sobre a composição do leite.....	39
3. METODOLOGIA .....	43
3.1 Localização .....	43
3.2 Animais experimentais .....	43
3.3 Estratégia de ação e tratamentos.....	43
3.4 Avaliações fisiológicas.....	45
3.5 Avaliação climática.....	46
3.6 Avaliações comportamentais.....	46
3.7 Produção de leite .....	47
3.8 Análises estatísticas .....	47
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
5. CONCLUSÃO.....	62
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63
7. REFERÊNCIAS.....	64

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil é considerado o terceiro maior produtor de leite do mundo (32,1 bilhões de litros), ficando atrás dos Estados Unidos e da Índia. A Rússia, que ocupava a terceira posição em 2010, registrou queda na produção em 2011 e agora se situa na quarta posição, com 30,6 bilhões de litros. Já a China, ocupa a quinta posição com 29,7 bilhões (ARRUDA, 2012).

Em dez anos, a produção brasileira de leite aumentou aproximadamente 8,4 bilhões de litros e devido a isto, a balança comercial no mercado leiteiro foi invertida pela primeira vez em 2006, onde o país exportou mais do que importou (RODRIGUES, 2008). Em 2010 a produção brasileira cresceu 4,5% (ARRUDA, 2012) e tem crescido nos últimos anos a uma taxa anual de 4%, superior a todos os países que ocupam os primeiros lugares no ranking.

Esta produção é suficiente para que cada brasileiro tenha disponível diariamente 0,441 litros. De acordo com o Ministério da Saúde, o consumo recomendado é de 210 litros/ano ou 0,575 litros/dia. Para atender esse consumo, a produção de leite deveria ser de 40 bilhões de litros, considerando a população brasileira de 190,8 milhões de habitantes.

Em todas as regiões do país a produção de leite cresce. No sul, a mesma dobrou nos últimos 10 anos. A produção de leite no Brasil concentra-se nos estados de Minas Gerais (27,3%), Rio Grande do Sul (11,8%), Paraná (11,7%), Goiás (10,4%), Santa Catarina (7,8%) e São Paulo(6%), totalizando 75% da produção nacional. O estado de Minas Gerais é o maior produtor nacional com 8,4 bilhões de litros leite/ano.

A produção de leite possui uma estrutura de mercado considerada atomizada devido a pulverização da produção nas diferentes regiões do país com participação de pequenos, médios e grandes produtores, sendo que esta pulverização tende a elevar os custos de captação e armazenamento do leite (BARROS et al.,2010).

A cadeia produtiva do leite é uma das mais importantes do complexo agroindustrial brasileiro. Movimenta anualmente mais de US\$ 10 bilhões, emprega mais de 5 milhões de pessoas e desempenha importante papel social.O leite é um

dos seis produtos mais importantes do agronegócio brasileiro, estando à frente de produtos tradicionais como arroz e café.

O produto lácteo desempenhou um importante papel no contexto do agronegócio nacional na última década, uma vez que registrou um aumento de 248% contra 78% de todos os outros segmentos que compõem a indústria brasileira de alimentos.

No Rio Grande do Sul o leite desempenha um importante papel social e econômico, existem em torno de 70 mil produtores rurais com média de 40 hectares, gerando renda a aproximadamente 280 mil pessoas.

No Rio Grande do Sul, os sistemas de produção são caracterizados por uma grande diversidade tecnológica, variando do extrativismo ao confinamento total, intermediando-se de sistemas mistos e, sob estes formatos, em cada região fisiográfica do RS, encontram-se sistemas característicos para explorar a atividade, sendo peculiarmente relacionados ao tamanho do módulo rural local e, à vocação primária natural de cada município (AIRES, 2008).

Embora a produção de leite venha aumentando ao longo dos anos, a produtividade brasileira ainda é baixa, com apenas 1,213 litros vaca/ano (ARRUDA, 2012). Para que ocorra ganhos de produtividade há necessidade de adoção de novas tecnologias, de melhoramento genético dos rebanhos leiteiros, da alimentação e da sanidade animal. A busca por melhores índices de produtividade tem levado muitos produtores a utilizarem genética de animais europeus, considerados especializados para produção. No entanto esses animais são originários de regiões de clima temperado que muitas vezes são poucos adaptados às condições brasileiras. Estes animais mais produtivos sofrem alterações comportamentais, endócrinas e fisiológicas que irão afetar suas funções normais. Para que possam desenvolver todo seu potencial genético de produção, se faz necessário a adoção de práticas de manejo para fornecer conforto térmico quando introduzidos em regiões de clima tropical ou subtropical como no Brasil.

O clima é um componente ambiental que tem efeito sobre o bem-estar animal e, por consequência, sobre a produção e a produtividade, sendo, portanto, fator regulador ou mesmo limitador da exploração animal para fins econômicos (PEREIRA, 2005).

No Brasil existem vários subtipos de clima, tropical (continental, altitude e semi-árido), subtropical e equatorial. Mesmo dentro de uma mesma região

geográfica do país há uma diversidade climática (SIQUEIRA et al., 2005). Com isso, a produção de leite sofre influência dos elementos climáticos como temperatura, umidade e radiação solar e a combinação de elementos como altas temperaturas e elevadas umidades ou mesmo baixas temperaturas é um dos principais responsáveis pelo estresse térmico dos bovinos leiteiros.

Os elementos climáticos atuam sobre os animais que buscam constantemente se adaptar às condições ambientais na busca do bem-estar. Em situação de estresse esses animais sofrem alterações fisiológicas e comportamentais que afetam seu desempenho produtivo. Essas alterações têm a finalidade de reduzir o efeito do calor ou do frio, utilizando mecanismos sensíveis e ou latentes para dissipação ou ganho de calor na tentativa de manter sua temperatura corporal dentro dos limites da zona de termoneutralidade.

Grande parte do território brasileiro apresenta temperatura e umidade do ar elevados, favorecendo o estresse térmico pelo calor, levando a um baixo desempenho produtivo das vacas leiteiras. A principal estratégia utilizada por esses animais para amenizar o incremento calórico elevado em decorrência de seu estado fisiológico, é a redução do consumo de alimentos, obtendo menor quantidade de nutrientes, o que, conseqüentemente, leva a uma menor produção de leite. A energia que seria utilizada para produção é desviada para realizar a dissipação do calor corporal. Além disso, os animais utilizam mecanismos fisiológicos de perda de calor para manter a homeotermia, tais como o aumento da frequência respiratória (FR), esta em primeiro lugar, e temperatura retal (TR), quando a elevação da primeira não é suficiente.

Os parâmetros fisiológicos frequência respiratória e temperatura retal, são os mais utilizados para avaliar a tolerância de animais ao calor sendo, portanto os mais pesquisados para verificação da adaptabilidade de animais a um determinado ambiente.

O índice de temperatura e umidade (ITU) é utilizado para avaliar o conforto dos animais por sua facilidade de cálculo. Utiliza a temperatura ambiente e a temperatura de orvalho em sua fórmula, no entanto não leva em consideração fatores ambientais importantes como a radiação solar.

Conhecer as variáveis climáticas, sua interação com os animais, conhecer as respostas fisiológicas, comportamentais e produtivas de vacas em lactação é de suma importância, pois permite ajustar ou alterar as formas de manejo, técnicas e

adequação de instalação e equipamentos ao sistema de produção escolhido, visando a sustentabilidade e a viabilidade econômica. Adequar o sistema da produção as características do ambiente e ao potencial produtivo dos animais são determinantes no sucesso da atividade leiteira.

Dessa forma, objetivou-se abordar nesta pesquisa os aspectos relacionados as respostas fisiológicas, comportamentais e produtivas de vacas holandesas em lactação sob diferentes sistemas de produção no período estival (janeiro/fevereiro) no município de Alegrete/RS.



## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Bem-estar na produção Leiteira

Atualmente tem-se buscado novos modelos de desenvolvimento da pecuária de leite que sejam caracterizados por sistemas de produção com tecnologias baseadas nos princípios da sustentabilidade da produção, possibilitando gerar uma pecuária que tem como prioridade, o conforto e o bem-estar dos animais (TRISTÃO, 2011). Além disso, a mesma autora revela que pesquisas vêm comprovando que o fator bem-estar animal é determinante na viabilidade técnica e econômica dos sistemas de produção, sendo que a partir dessa premissa básica, modelos mais adequados para a nossa realidade podem ser definidos, evitando novos equívocos, como foi a implantação de sistemas super intensivos.

Aires (2008), cita que a promoção do bem-estar dos animais é uma temática atual e tem suscitado discussões envolvendo pontos de vista ético, moral e biológico sobre as condições de criação dos mesmos. Aponta ainda, para decisões que canalizam ao redirecionamento da exploração zootécnica às práticas de manejo que resgatam aos animais o exercício do hábito de alimentação natural sob pastejo direto, condições de escolha da ingesta, livre locomoção e possibilidades de interações sociais entre os mesmos. Tudo isso, não necessitaria a retomada dos índices de produtividade praticados no passado, porém, na prática, parece uma visão filosófica e, a escolha do modelo de produção a ser adotado pode tornar-se o principal determinante da eficiência da atividade leiteira, no que tange aos aspectos sócio-econômicos.

Segundo Molento (2005), das muitas definições de bem-estar animal propostas, a mais aceita no ambiente científico vem sendo a de Broom (1986), segundo o qual pode ser definido como o “estado de um indivíduo em relação às suas tentativas de se adaptar ao seu ambiente” e as ferramentas das quais o animal dispõe para contornar inadequações presentes em seu meio ambiente são utilizadas mais intensamente à medida que aumenta o grau de dificuldade encontrado. Estes instrumentos para enfrentar as dificuldades têm, na sua grande maioria, um caráter fisiológico ou comportamental. Assim, algumas alterações da fisiologia e/ou do comportamento de um animal podem ser indicativas de comprometimento de seu

bem-estar e tais alterações podem ser medidas de forma objetiva, além de constituírem uma importante estrutura de avaliação do bem-estar animal (MOLENTO, 2005).

O Bem-estar é o estado de harmonia entre o animal e seu ambiente, caracterizado por condições físicas e fisiológicas ótimas e de alta qualidade de vida para o animal. Para Broom (1991), a dificuldade do organismo em se adaptar ao ambiente pode provocar mudanças de comportamento e de bem-estar. O bem-estar de um animal depende da capacidade de o mesmo manter sua condição corporal o mais estável possível e evitar sofrimento. Para Appleby & Hughes (1997), um ambiente provedor de bem-estar é aquele que permite ao animal satisfazer suas necessidades, que inclui seus próprios recursos e ações cuja função é alcançar um objetivo.

Já, para Barnett & Hemsworth (1990), o bem-estar, em uma visão etológica, é avaliado por meio de indicações fisiológicas e comportamentais. Tais medidas fisiológicas associadas ao estresse têm sido baseadas no fato que, se o estresse aumenta, o bem-estar diminui. Já os indicadores comportamentais estão relacionados especialmente na ocorrência de comportamentos anormais.

## **2.2 Estresse**

O estresse pode ser definido como a soma de mecanismos de defesa do organismo em resposta da exposição do indivíduo a um ambiente hostil (FERRO et al., 2010). Isso provoca sobrecarga no seu sistema de controle para manter a homeostase e aumento de mortalidade. Também, gera insucesso na produção e reprodução, sendo os agentes estressores classificados como de natureza mecânica (traumatismos), física (calor ou frio), química (drogas) e biológica (parasitas, fatores nutricionais, agentes infecciosos) (FERRO et al., 2010).

Sempre que houver agressões ao organismo existirão respostas comportamentais, fisiológicas e imunológicas. Assim, um animal está em estado de estresse quando necessita alterar de maneira externa sua fisiologia ou comportamento para adaptar-se a aspectos adversos do seu ambiente e manejo. Este estado é uma condição geral que implica em uma ameaça à qual o corpo precisa se ajustar (FRASER et al., 1975).

Para Giesecke (1985), o animal está em estado de estresse quando realiza ajuste necessário em seu comportamento e ou fisiologia, com a finalidade de facilitar a expressão de seu fenótipo e fazer frente aos aspectos anti-homeostáticos do ambiente.

O ambiente é composto de agentes estressores que interagem e inclui todas as combinações nas quais os organismos vivem. O estresse térmico é causado pelos elementos climáticos, principalmente a temperatura, umidade, velocidade do ar e radiação solar, podendo afetar o crescimento, a produção de leite e a reprodução dos animais (BACCARI JUNIOR, 1998). Tal estresse ocorre quando a carga calórica do animal, somado ao calor do ambiente, é maior que sua capacidade de dissipação do calor produzido internamente (MACHADO, 1998).

A homeostase é o equilíbrio dinâmico do organismo, caracterizado pela auto-regulação químico-funcional ante a variação ambiental (SILVA, 2000; GLASER, 2003; FEITOSA, 2005). Todos os fatores ambientais, em condições hostis, exigem do animal a ativação de mecanismos físicos e fisiológicos para manter a sua homeostase.

Segundo Breazile (1988), existem duas formas de estresse, o euestresse e o diestresse. O euestresse representa o estímulo que inicia as respostas adaptativas benéficas no organismo, sendo as variações próximas do normal, incluindo alterações cardiovasculares, respiratórias, metabólicas, entre outras. Para Silva (2006), o euestresse representa o alerta, o estímulo, a ação e reação em si, às ameaças ou as mudanças que ocorrem no organismo e que exige resistência ou adaptação.

O diestresse compreende um estímulo que pode ser prejudicial, interferindo no conforto e na capacidade reprodutiva do indivíduo. O organismo não é capaz de inicialmente, distinguir as formas de estresse, pois ambos desencadeiam as mesmas reações orgânicas, sendo que o fator tempo, na maioria das vezes, que determina o aspecto positivo ou negativo de tais estresses.

### **2.3 Zona de conforto térmico ou de termo neutralidade**

Os animais homeotérmicos, em função da espécie, raça, nível de produção, estágio fisiológico e nível nutricional, apresentam uma faixa de temperatura

ambiente na qual se encontram em conforto térmico, denominado zona de termo neutralidade.

Nesta faixa de temperatura o sistema termorregulador não é acionado, seja para capturar ou dissipar calor. O gasto de energia para manutenção é mínimo, tendo como resultado uma melhor eficiência produtiva. Rosemberg et al. (1983), define como a zona em que apenas o metabolismo fornece a energia necessária para manter a temperatura corporal no nível normal. Os limites da zona de termoneutralidade são: a temperatura crítica inferior (TCI) e a temperatura crítica superior (TCS). Abaixo da TCI os animais entram em estresse pelo frio, e acima da TCS, em estresse pelo calor (BACCARI JÚNIOR, 1998).

Dentro da zona de termoneutralidade, a energia do organismo pode ser direcionada para os processos produtivos, visto que o gasto de manutenção do animal ocorre em nível mínimo. Nesta zona, não ocorre desvio de energia para manter o equilíbrio fisiológico, o qual, em caso de estresse, pode se romper. O resultado é uma maior retenção de energia da dieta, aumento na produção, além de uma temperatura corporal, frequência respiratória e apetite normais (BACCARI, 1998).

A Zona de Conforto Térmico (ZCT) é delimitada pelas TCS e TCI. No entanto, fixar as TCSs e TCIs não é uma tarefa fácil de ser realizada, pois os fatores como nível de velocidade do vento, radiação solar e umidade relativa podem alterar os valores. A radiação solar, que varia de acordo com as regiões e as épocas do ano, assim como a umidade relativa, a idade do animal, a raça, as condições de nutrição e as condições de instalação são fatores os quais, somados, caracterizam as medições destes extremos de temperatura (FEITOSA, 2005; RODRIGUES, 2006).

Baêta & Souza (1997), em termos gerais, citaram um limite de ZCT entre -1 e 16°C para bovinos europeus adultos, entre 10 e 27°C para zebuínos adultos e entre 18 e 21°C para bovinos recém nascidos.

Segundo Martello (2002), para o período lactacional, os limites ideais de temperatura ficaram em torno de 4 a 24°C, havendo uma restrição para um limite entre 7 e 21°C devido à ação da radiação solar e da umidade relativa. Já para Pires et al. (1999), as temperaturas que oferecem máxima eficiência para produção e reprodução, para as raças leiteiras estão entre 10 a 20°C, e para Huber (1990), a faixa de 4 a 26°C proporciona conforto térmico para vacas holandesas, sendo que a temperatura a partir de 27°C determina estresse calórico.

As melhores condições de temperatura e umidade relativa para criar animais, em termos gerais, estão em torno de 13 a 18°C e 60 a 70%, respectivamente (PIRES et al.; 2003). Para gado europeu, os mesmos autores citaram que as condições adequadas se encontrariam em regiões com uma média mensal de temperatura abaixo de 20°C associada a uma umidade relativa em torno de 50 a 80%.

## **2.4 Índice de conforto térmico**

Para caracterizar o estado de conforto térmico dos animais foram desenvolvidos alguns índices nos quais envolvem dois ou mais fatores climáticos, assim como outras variáveis não climáticas, tais como taxas metabólicas (BAÊTA & SOUZA, 1997; PIRES et al., 1999). Os índices mais utilizados são índice de temperatura e umidade (ITU) e o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU).

Segundo Araújo (2001), 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. Estes índices têm como objetivo determinar a adequação de um ambiente com relação a uma atividade ou tipo específico de animal. Para Silva (2000), estes índices dificilmente podem ser usados de forma generalizada, uma vez que são estruturados em determinados fatores ambientais que podem ser importantes para alguns animais e não para outros. Além disso, certos índices são baseados em associações específicas de fatores ambientais, que ocorrem em locais determinados.

Para Baêta & Souza (1997), as respostas dos animais ao estresse térmico são fisiológicas e comportamentais e variam de espécie para espécie. A utilização de um índice de conforto para uma determinada espécie animal deve levar em consideração as características do animal e o sistema de criação (extensivo semi-intensivo e intensivo).

### **2.4.1 Índice de temperatura e umidade (ITU)**

O ITU é o mais utilizado pela maioria dos pesquisadores para avaliar o conforto dos animais, pois considera em seu cálculo a temperatura e a umidade relativa do ar, que são variáveis de fácil obtenção nas estações meteorológicas e nas propriedades rurais. (BUFFINGTON et al., 1981).

O ITU pode ser calculado a partir da temperatura de bulbo seco e da umidade relativa do ar, conforme descrito abaixo.

Assim:

$$ITU = T_{bs} + 0,36T_o + 41,5$$

Onde:

$T_{bs}$  = temperatura de bulbo seco (°C).

$T_o$  = temperatura do ponto de orvalho (°C).

Não existe consenso entre os pesquisadores quanto aos valores considerados limites, para situações de conforto ou estresse. Johnson (1980) considerou que ITU a partir de 72 apresentava situação de estresse para vacas holandesas com conseqüente declínio na produção de leite. Igono et al., (1992), entretanto consideram estressante para vacas com alta produção de leite, ITU acima de 76 em qualquer ambiente.

De acordo com Rosemberg et al. (1983), a classificação do ITU é a seguinte: entre 75 e 78 significa um alerta para o produtor e providências devem ser tomadas a fim de evitar perdas na produção; entre 79 e 84 significa perigo, principalmente em rebanhos confinados, e medidas de segurança devem ser tomadas para evitar perdas desastrosas; para um ITU maior de 84, providências urgentes devem ser tomadas, para evitar mortes dos animais.

Mesmo sendo o índice mais usado pelos pesquisadores, o ITU tem a limitação de considerar somente a temperatura e a umidade relativa do ar, embora a radiação térmica seja um dos fatores mais importantes para o conforto térmico dos animais em campo aberto. Silva (2000), observou que, se o ITU for usado para avaliar um determinado ambiente, não mostrará quaisquer diferença para animais mantidos no interior de abrigo, à sombra e sob o sol direto.

Segundo Martello (2006), estudos realizados recentemente nas condições nacionais com animais mantidos em seu ambiente natural de criação, não evidenciaram as relações entre ITU e respostas fisiológicas. Martello et al. (2004), analisaram as respostas fisiológicas de vacas holandesas e relataram valores

normais para frequência respiratória e temperatura retal em ambiente com ITU igual a 77.

Matarazzo (2004), trabalhando com vacas Holandesas de um rebanho comercial na região sudeste do Brasil observou que, mesmo sob ambiente com ITU acima de 75, as variáveis temperatura retal e frequência respiratória não apresentaram presença de estresse.

## **2.5 Termorregulação**

A termorregulação pode ser definida como um conjunto de mecanismos fisiológicos, estruturais e comportamentais utilizados pelos seres vivos para regular a temperatura corporal, de forma a mantê-la dentro de valores compatíveis com a vida quando a temperatura do meio externo varia, tornando-se fundamental para a adaptação e manutenção de espécies animais nos mais diversos ambientes. Portanto o animal e o ambiente devem compor um sistema em equilíbrio.

Os bovinos são animais homeotermos, conseguem manter a temperatura corporal constante, embora haja alteração na temperatura ambiente (MARTELLO, 2006). Para Marai & Haeeb (2010), quando a temperatura ambiental torna-se próxima da temperatura corporal, e a umidade relativa do ar encontra-se elevada, há uma dificuldade na evaporação por parte do animal, gerando aumento da temperatura corporal em função da dificuldade de dissipação do calor, com isso, ocorre o estresse calórico, levando a uma diminuição do consumo de alimentos e redução da produtividade (WEST 2003).

Segundo Gaughan et al. (2008), períodos ocasionais de calor excessivo afetam o desempenho e bem estar de bovinos em confinamento e para Souza et al.(2010), a frequência respiratória elevada como forma de dissipar o calor excedente, quando mantida por várias horas, pode interferir na ingestão de alimentos e ruminação, adicionar calor endógeno a partir da atividade muscular e desviar a energia que poderia ser utilizada em outros processos metabólicos e produtivos. Para Aiura et al. (2010), os animais desenvolvem habilidades para se manterem em ambientes quentes a partir de respostas compensatórias como o aumento da temperatura retal e da atividade respiratória.

Existem dois tipos de termorregulação, a fisiológica e a comportamental. Na termorregulação fisiológica acontecem mudanças orgânicas fisiológicas em função do estresse térmico e na termorregulação comportamental os animais utilizam métodos de comportamento que equilibram a temperatura, como abrigar-se a sombra, por exemplo (SOUZA & BATISTA, 2012).

A temperatura retal, a frequência respiratória e o nível de sudação cumprem um importante papel na termorregulação dos animais (NOBREGA et al., 2011).

## **2.6 Mecanismos de transferência de energia térmica**

Independente do tipo de estresse sofrido, as vacas leiteiras buscam manter a homeotermia por meio de processos de transferência de energia térmica.

O processo de termólise (liberação do calor) em que ocorrem as trocas de energia na forma de calor, entre o animal e o ambiente externo pode ser por mecanismos sensíveis (condução, convecção e radiação) e por mecanismos latentes (evaporação). Os mecanismos sensíveis são determinados pelo fluxo de calor causado por gradientes de temperaturas e os mecanismos latentes, os fluxos de calor são causados por gradientes de pressão d'água (ALMEIDA et al., 2010; VILELA, 2008).

### **2.6.1 Condução**

Condução é o processo de transferência de energia térmica em que as perdas de calor ocorrem por meio do contato físico do corpo do animal com uma temperatura inferior de alguma superfície, ou seja, esta movimentação de energia ocorre no sentido de alta energia para baixa energia, de uma área de temperatura alta para outra de temperatura inferior (SILVA et al., 2011). Segundo Souza (2003), em bovinos de leite a ocorrência mais comum dessas trocas é por meio de lagoas, barro ou piso cimentado.

Para Baeta & Souza (1997), na troca de energia pelo método de condução o que determina o equilíbrio da temperatura é o choque entre uma molécula quente e uma molécula de temperatura mais baixa, havendo transferência de parte de sua energia cinética. HARDY (1981) considera a condução como a forma de troca de



calor sensível que menos contribui no processo de termólise pelo animal, pois necessita de contato com uma superfície de temperatura inferior.

### **2.6.2 Convecção**

O animal perde calor por convecção, quando aquece a água ou o ar que estão em sua volta com seu próprio calor. Para Marques (2001), com a movimentação do ar, as moléculas são transmitidas dos corpos mais quentes para os mais frios. O ar em contato com a superfície aquecida (epiderme) é aquecido e sobe por ser menos denso, ocorrendo assim a substituição por um ar mais frio, causando pequenas correntes convectivas próximas a superfície da pele e com isso mantém um gradiente de temperatura entre a pele e o ar (KADZERE et al., 2002).

As perdas de calor por convecção e por radiação dependem da diferença de temperatura entre a superfície do animal e do seu ambiente. Se estas diferenças forem pequenas ou negativas haverá dificuldade de dissipação da forma sensível e elevará a perda da forma insensível (SILVA & MAIA, 2011).

Para Baêta & Souza (1997), a convecção difere da condução por existir translocação de moléculas e porque o calor trocado depende da temperatura da superfície corporal, além de sua característica e tamanho.

### **2.6.3 Radiação**

A radiação é outro mecanismo da transferência de energia, onde o animal perde calor ao emitir raios caloríficos da sua superfície corpórea para um objeto mais frio, que esteja próximo (CRUZ et al., 2011).

É um processo de transferência de calor que acontece sem que exista um meio material. Este processo ocorre por meio de ondas eletromagnéticas, que podem se propagar no vácuo, isto é, na ausência de um meio material.

Para Kadzere (2002), as ondas térmicas são geradas porque as moléculas de todos os corpos têm energia interna que são emitidas em função das variações no conteúdo de energia dos corpos e, a partir disso, quando um corpo recebe energia radiante, há acréscimo de sua carga interna e, por essa razão, a temperatura aumenta ocorrendo também o processo inverso.

Em estudo desenvolvido por Gebremedhin & Wu (2003) com vacas holandesas, observou-se que quando a temperatura da superfície corporal desses animais encontrava-se abaixo da temperatura média radiante do ambiente, houve um ganho de calor por radiação.

Para Machado (1998), a perda de calor ocorre quando o animal transfere o seu calor para o ambiente através de ondas eletromagnéticas, sem que esse se aqueça.

#### **2.6.4 Evaporação**

No processo evaporativo, o animal perde calor pela evaporação do suor, das secreções das vias respiratórias e da saliva. Para Robinson (2004), o resfriamento pelo processo evaporativo é a única forma de perda de calor disponível dos homeotérmicos quando a temperatura ambiente for maior que a temperatura do corpo e este processo é mais eficiente quando a umidade relativa do ar for baixa.

Segundo Vilela (2008) em ambiente quente, o mecanismo físico de termólise mais eficiente é o evaporativo, pois não depende do diferencial de temperatura entre o organismo e a atmosfera. Segundo Souza & Batista (2012), a eficiência dessa transferência de energia depende da temperatura da superfície, temperatura do ar e quantidade de vapor de água na atmosfera. Quanto mais alta a temperatura do ar, maior será a quantidade de vapor de água que pode ser absorvida, no entanto quanto mais elevada for a temperatura da superfície, maior será a quantidade de vapor produzida e maior a eliminação de calor latente, dependendo da taxa de umidade do ar. O mesmo autor considera a evaporação o mais eficiente mecanismo de eliminação de calor corporal em animais terrestres em condições de clima quente, isto porque a transferência térmica neste processo não depende de fato da temperatura do ar, mas depende sim da temperatura da superfície e da umidade da atmosfera.

Para Baêta & Souza (1997), quando um animal encontra-se em ambiente térmico estressante e quando sua temperatura corporal estiver próxima à temperatura do ambiente, as trocas de calor sensíveis deixam de acontecer no balanço homeotérmico, pois a diferença de temperatura torna-se pequena, reduzindo sua eficácia, havendo então a necessidade de utilização de trocas de

calor latente. Segundo os mesmos autores, para vacas holandesas manejadas em ambiente de clima quente o principal mecanismo termolítico é a evaporação quando a temperatura do ar eleva-se acima de 30°C e havendo baixa umidade relativa do ar. Para os autores nestas condições a evaporação pode ser responsável por até 80% do fluxo total de calor latente.

## **2.7 Efeitos do ambiente climático sobre as respostas fisiológicas do animal**

Vacas submetidas a condição de estresse, seja pelo calor ou frio, alteram suas respostas no que diz respeito ao consumo da matéria seca (CMS), frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR) e temperatura de pelame (TPE) entre outras variáveis relacionadas com a termorregulação (MARTELLO, 2006). Segundo a autora, o primeiro mecanismo acionado pelo organismo para a perda do calor é a vasodilatação, o segundo é a sudorese e o próximo é a respiração, sendo o aumento da FR o primeiro sinal visível. O aumento ou a diminuição da FR depende da intensidade e duração do estresse a que os animais estão submetidos. A primeira resposta do animal ao estresse é o aumento da atividade dos mecanismos para perda do calor (TR, FR, TPE), enquanto simultaneamente reduz as funções de produção de calor (ingestão de alimentos e produção de leite).

Os ruminantes são animais homeotermos, isto é, possuem funções fisiológicas capazes de manter a temperatura corporal em constância, independentemente da variação da temperatura ambiente (em limites apreciáveis) (MARTELLO et al., 2004). Em bovinos, os limites ideais de temperatura corporal para a produtividade e a sobrevivência devem ser mantidos entre 38°C e 39°C (FEITOSA, 2005; RODRIGUES, 2006). Para manutenção da temperatura corporal, o animal mantém o equilíbrio do calor produzido pelo organismo e o ganho do ambiente com o calor perdido para o mesmo ambiente. Para dissipar ou reter calor o animal utiliza-se de mecanismos fisiológicos e comportamentais, que contribuem para a manutenção da homeotermia. Dentre esses mecanismos, para dissipar calor, podem-se citar: aumento de taxa respiratória, aumento dos batimentos cardíacos, sudorese, aumento na ingestão de água, diminuição na ingestão de alimentos, a procura por lâminas de água, etc. (RODRIGUES, 2006).

Lu (1989) afirma que para um aumento da temperatura ambiente acima daquela considerada crítica máxima para o animal pode desencadear reações ou respostas fisiológicas, tais como: aumento da TR, aumento da TPE, aumento da FR, diminuição do nível de produção e diminuição da ingestão de alimentos. Esse mesmo autor correlacionou decréscimo no consumo de alimento quando os mecanismos de ajuste de perda de calor pelos processos evaporativos foram estimulados relatando que, quando eles são insuficientes e ocorre uma hipertermia, a ingestão de alimento diminui, aumentando os requerimentos de manutenção para o animal.

### **2.7.1 Frequência Respiratória**

Como defesa ao desconforto térmico, os bovinos recorrem a mecanismos adaptativos fisiológicos de perda de calor corporal para tentar evitar a hipertemia. Assim, aumentam a frequência respiratória apresentando a taquipnéia, como complemento ao aumento da taxa de sudorese, constituindo ambos, importantes meios de perda de calor do corpo por evaporação (BACCARI, 2001).

A alteração na FR pode auxiliar os animais a dissipar o calor endógeno. A FR em ambientes termoneutros corresponde a 24-36 movimentos/minuto ( $\text{mov. min}^{-1}$ ) (PIRES et al., 2003). Feitosa (2005) citou um valor médio de 23 movimentos/minuto e afirma que a cada acréscimo de  $10^{\circ}\text{C}$  à temperatura do ar, tal valor duplica. Segundo Hahn et al. (1997), a frequência de  $60 \text{ mov. min}^{-1}$  indica animais com ausência de estresse térmico ou que esse é mínimo, mas se ultrapassam  $120 \text{ mov. min}^{-1}$ , refletem carga excessiva de calor e, acima de  $160 \text{ mov. min}^{-1}$ , medidas de emergência devem ser tomadas, para reduzir a carga de calor. Stowell (2000) observou que 80 a  $90 \text{ mov. min}^{-1}$  era uma classe indicativa que as vacas estariam submetidas ao estresse calórico. A FR é mais elevada à tarde do que pela manhã, ou sob radiação solar direta do que à sombra. Para Aguiar et al. (1996), a FR depende principalmente do período do dia e da temperatura do ambiente. Contudo, a FR pode não indicar estresse calórico e um animal eficiente em dissipar calor, pode apresentar FR alta, mas não estar em estresse calórico, por não ser a FR um índice expressivo de estoque calórico (PIRES et al., 2003).

Embora o primeiro sinal visível de animais submetidos a estresse térmico seja o aumento da FR, esta resposta é a terceira na seqüência dos mecanismos de termorregulação. O aumento ou a diminuição da frequência respiratória depende da intensidade e da duração do estresse ao qual os animais são submetidos.

O aumento da frequência respiratória por períodos longos, segundo Matarazzo (2004), pode causar prejuízos ao organismo animal, tais como: redução no consumo de forragens, produção de calor endógeno adicional devido ao exercício da ofegação, desvio de energia para outros processos metabólicos e redução de CO<sub>2</sub> (acarretando em alcalose respiratória pelos baixos níveis de ácido carbônico no sangue).

### **2.7.2 Temperatura retal**

A temperatura retal (TR) também serve como bom indicador da temperatura corporal e pode ser considerada como um índice de medição de adaptabilidade aos ambientes, a medida que o aumento desta indica que os mecanismos termorreguladores não estão sendo eficientes (FERRO et al., 2010). A temperatura retal normal para bovinos está em torno de 38,3°C, havendo variações de acordo com a idade, sexo, nível nutricional, lactação e estágio reprodutivo (MARTELLO et al, 2004). Segundo a mesma autora a temperatura retal sofre uma pequena variação durante o período do dia, sendo mais alta no final da tarde e início da noite em relação ao período da manhã, variando também durante o ciclo estral e entre as estações do ano.

A temperatura retal do animal, mesmo em situação de conforto, não se mantém constante, apresentando uma variação circadiana ou um ritmo diurno, influenciados por mudanças nas suas atividades físicas, no nível metabólico, ingestão de alimento e comportamental.

A manutenção da temperatura corporal é determinada pelo equilíbrio entre a perda e o ganho de calor. Os bovinos são animais homeotermos, isto é, têm a capacidade de manter a temperatura corporal constante, porém em condições de estresse térmico, dependendo da intensidade e da duração desse estresse, podem apresentar temperatura corporal elevada, ou seja, hipertermia (BACCARI et al., 1995). Para Damasceno & Torga (1997), a temperatura retal é resultante das trocas

de calor com o ambiente, sendo dependente das condições deste e da habilidade do animal em dissipar o excesso de calor.

### **2.7.3 Temperatura de superfície de Pelame**

A temperatura de pelame (TPE) não é homogênea e apresenta variações de acordo com a superfície anatômica. A superfície corporal apresenta temperatura mais variável, pois está mais sujeita as influências do ambiente externo (SILVA, 2000).

Em temperaturas do ar amenas (estresse brando), os bovinos dissipam calor para o ambiente através da pele, utilizando os mecanismos de radiação, condução e convecção (formas sensíveis de transferência de calor). A pele protege o organismo do animal do calor ou do frio e sua temperatura varia de acordo com as condições ambientais de temperatura, umidade, radiação solar e velocidade do vento, bem como de fatores fisiológicos como vasodilatação e sudação. A troca de calor através da pele é dependente do gradiente térmico entre este e o ar (BACCARI, 2001).

A TPE contribui para a manutenção da temperatura corporal mediante trocas térmicas com o ambiente em temperaturas amenas (BERTIPAGLIA et al., 2008).

Para Collier et al. (2006), se a temperatura do pelame for abaixo de 35°C, o gradiente de temperatura entre o organismo (temperatura retal) e o pelame é amplo o suficiente para que o animal use efetivamente as quatro vias de troca de calor.

Martello et al. (2004) ao avaliarem a temperatura de superfície corporal de vacas holandesas alojadas em instalações climatizadas, verificaram variações na temperatura do pelame de 31,6°C às 6 horas a 34,7°C às 13 horas, sem indicar estresse térmico.

Em altas temperaturas ambientais, a evaporação é o principal mecanismo de perda de calor em bovinos. A dissipação do calor se dá pelo trato respiratório e na superfície cutânea. Essa troca de calor por evaporação, respiratória ou cutânea, é pequena sob baixas temperaturas ambientais, quando predominam as trocas de calor sensível (GEBREMEDHIN & WU, 2001).

Em ambiente quente o pelame dos animais assume um papel de importância fundamental para as trocas térmicas (entre o organismo e o ambiente), pois os

bovinos tentam alcançar o equilíbrio térmico utilizando os mecanismos latentes de transferência térmica, ou seja, evaporação cutânea através da sudação. Os pelos tem a função de proteção mecânica da epiderme, de mimetismo e de proteção contra a radiação solar.

Em temperaturas superiores a 30°C, a evaporação cutânea torna-se o principal mecanismo de perda de calor, chegando a 85% do total, enquanto que os outros 15% correspondem a perdas por evaporação respiratória (LIGEIRO et al., 2006).

Segundo Azevedo (2004), a taxa de sudação em vacas leiteiras depende da temperatura da pele, da umidade relativa do ar, da densidade, do tamanho e funcionalidade das glândulas sudoríparas, além da espessura do pelame.

A transferência térmica por meio do pelame depende do número de pelos por unidade de área, do ângulo de inclinação dos pêlos em relação a epiderme, de seu diâmetro e do comprimento. O calor conduzido pelas fibras é maior que o conduzido pelo ar (SILVA, 2011a). Para a autora, quanto maior o número de pelos por unidade de área e mais grossos forem os mesmos, maior será a quantidade de energia térmica conduzida através da capa.

A cor do pelame bem como suas características como espessura, número de fibras por área, diâmetro e comprimento do pêlo, podem afetar consideravelmente os mecanismos de troca térmica.

A capacidade de resistência à radiação solar é uma das características mais desejáveis aos organismos criados em ambientes de alta temperatura, qualidade muito importante para os animais em condição de pasto. Esta capacidade está diretamente relacionada com a presença de uma capa externa de pelame apropriado (SILVA, 2000)

Para Maia et al. (2003) a seleção de animais predominantemente negros é uma boa escolha para aumentar a resistência do gado holandês às condições do ambiente em clima quente, principalmente a forte radiação solar quando esses animais são criados a pasto, uma vez que animais predominantemente negros são mais bem protegidos contra a radiação solar que animais predominantemente brancos.

Silva (1999) e Maia et al. (2003) observam que pelame escuro aumentam a carga de calor absorvido e diminuem a reflexão da radiação térmica, tendo como consequência maior estresse de calor para os animais. Entretanto para estes

autores, pelos escuros protegem as camadas mais profundas da epiderme da ação danosa da radiação ultravioleta, evitando a presença de neoplasias cutâneas. Ainda segundo Maia et al. (2003) pelames claros apresentam maior penetração da radiação solar que os escuros e para Gebremedhin et al. (1983) devido a isso a epiderme sob o pelame branco apresenta temperatura alta em toda sua extensão ao passo que nas malhas negros, apenas uma fina camada apresenta-se mais aquecida.

Segundo o mesmo autor, esta seleção deve buscar um pelame menos denso com pêlos bem assentados, grossos e curtos, favorecendo assim as perdas de calor latente e sensível por meio da camada de pêlos. De modo geral o tipo mais vantajoso de bovino a ser criado em um ambiente de altas temperaturas é aquele que apresenta uma capa de pelame branco, com pelos bem assentados sobre uma epiderme altamente pigmentada. Entretanto como na Raça Holandesa a pigmentação da epiderme acompanha a do pelame, têm-se duas alternativas; a pasto, preferir animais pretos; em estabulação, animais predominantemente brancos. Na impossibilidade dessa combinação, um pelame de cor negra é a alternativa mais desejável. Independentemente da situação, o pelame deverá ser o menos espesso possível, com pelos curtos, grossos e bem assentados (SILVA, 1999).

#### **2.7.4 Parâmetros Hematológicos**

Os animais reagem à radiação solar e a outros fatores ambientais, sofrem alterações em sua fisiologia, comportamento e produtividade. Entre os fatores fisiológicos, os parâmetros hematológicos são citados como importante ferramenta avaliativa da saúde do animal, bem como o grau de estresse térmico ao qual ele está sendo submetido (ROBERTO et al., 2010).

Segundo Viana et al. (2002), as variações ambientais como clima, altitude, umidade relativa do ar e temperatura do ambiente podem apresentar evidentes variações dos elementos constituintes do hemograma, interferindo na adaptação dos animais. O manejo e as condições climáticas em que os animais são criados são fatores que determinam evidentes variações dos elementos constituintes do hemograma (SILVA et al., 2010). Para Birgel Júnior (2001), os valores obtidos para



animais criados em uma determinada região, não podem ser considerados como padrão de referência fora dessa região. Os valores de referência devem ser preferencialmente regionais, isto por que estes valores são influenciados de acordo com a espécie, sexo, raça, idade, estado fisiológico, hora do dia, umidade relativa do ar e temperatura ambiente.

O sistema sanguíneo é um importante indicador das respostas fisiológicas a agentes causadores de estresse, uma vez que é sensível às mudanças de temperatura. O estresse calórico determina alterações quantitativas e morfológicas nas células sanguíneas, ocorrendo variações nos valores do hematócito, no número de leucócitos e teor de hemoglobina no eritrócito (Delfino, 2012). Segundo Jain (1993), no estresse por calor, ocorre aumento no hematócito, podendo ser justificado por um aumento no número de hemácias.

Segundo Silva et al. (2010), o hemograma vem sendo bastante utilizado para avaliar a capacidade adaptativa de raças, isto porque o sangue está diretamente envolvido nos mecanismos de perda do calor. Para Paes et al. (2000), a capacidade dos animais de adaptarem-se a um ambiente depende de um conjunto de ajustes no organismo que em condições ambientais estressantes podem causar alterações nos parâmetros hematológicos.

Lee et al. (1974), estudando o efeito do estresse em bovinos, observaram que houve redução do número de hemácias, hemoglobina e do volume globular, devido a hemoconcentração em decorrência da diminuição da ingestão de alimentos e água em virtude do estresse. Esse estudo foi confirmado por Bezerra et al. (2008), onde afirma que um estresse por calor de longa duração pode reduzir o número de eritrócitos e o volume globular, levando a uma hemoconcentração. Para Silva et al. (2010), em uma situação de estresse, o valor da hemoglobina deve se apresentar elevado, devido a elevação da taxa de consumo de oxigênio, uma vez que a função da hemoglobina é transportar o oxigênio dos pulmões para os diferentes tecidos.

Segundo Gütler et al. (1986), e Nunes et al. (2002), quanto maior a solicitação física do animal, maior será o valor do hematócrito em função da perda do líquido através da sudorese e respiração.

Para Swenson e Reece (1996), quanto maior o número de eritrócitos, maior a capacidade de oxigenação dos tecidos, através da oxiemoglobina, já que durante a passagem dos eritrócitos pelos capilares pulmonares a hemoglobina combina-se

com o oxigênio formando a oxiemoglobina, que ao atravessar os capilares sistêmicos, libera o oxigênio para os tecidos.

Souza et al. (2011), afirmam que alguns autores relatam que com o aumento da temperatura ambiental o animal perde líquido através do aparelho respiratório, contribuindo assim para a redução do volume plasmático levando a um aumento na concentração do hematócrito.

Ferreira et al. (2009), ao avaliarem bovinos durante seis horas em câmara climática, submetidos à condições de estresse calórico (42°C e 60% de umidade relativa), observou um aumento do número de eritrócitos, concentração de hemoglobina, hematócrito, proteínas totais, uréia, creatinina, sódio, potássio, cloretos e cortisol, cuja elevação de todas essas variáveis foram mais acentuados no verão. Esses resultados demonstraram a importância desses parâmetros como indicação de estresse calórico em bovinos, pois as respostas hematológicas e bioquímicas apresentadas indicam possíveis falhas na manutenção da homeostasia do animal na condição climática imposta.

É importante considerar os parâmetros sanguíneos como indicadores homeostáticos, que segundo Broucek et al. (2009), mudanças acentuadas em seus valores podem determinar desequilíbrio orgânicos que representam a baixa eficiência de adaptação fisiológica.

A concentração de hormônios adrenocorticais sofre alterações em consequência de estímulos adversos e o indicador mais utilizado em bovinos é o nível de cortisol. Segundo Broom & Fraser (2007), a dosagem de cortisol plasmático vem sendo usada para analisar os efeitos de curto prazo de práticas de manejo sobre o bem estar animal. Para Burckman Sporer et al. (2008) o cortisol é um bom indicador para diagnóstico de bem-estar em condições de transporte. Rushen et al. (2001) estudando os efeitos do estresse agudo em vacas ordenhadas isoladamente em ambiente desconhecidos, encontraram concentração plasmática de cortisol significativamente superior em relação as vacas que eram ordenhadas em grupo e em ambiente familiar. O estresse provoca efeitos significativos na fisiologia dos animais em relação aos hormônios. Para Dickson (1988), as situações de estresse resultam na elevação dos níveis de cortisol circulante. Diferentes tipos de estresse e, entre eles o estresse térmico, determinam um aumento na secreção do hormônio adrenocorticotrófico (ACTH), ocasionando aumento na liberação de glicocorticóides pelo córtex adrenal, entre os quais o cortisol. (FRASER & ROSHEN, 1987).

Durante fases de alarme, os glicocorticóides promovem a gliconeogênese, isto é, transformam os compostos não-glicídicos em glicídicos determinando aumento de deposição de açúcar no fígado, que são fontes de energia facilmente mobilizáveis para ser usada pelo organismo nestas condições.

O cortisol considerado como um dos poucos hormônios essenciais à vida (RUCKEBUSCH et al., 1991), é produzido pela glândula adrenal e atua no armazenamento e liberação de glicose, servindo para mobilizar os carboidratos, lipídios e proteínas quando o organismo se encontra em condição de estresse (GOLDBERB, 1997). Para Dickson (1988), as situações de estresse resultam na elevação dos níveis de cortisol circulante.

## **2.8 Efeito do ambiente climático sobre as respostas comportamentais**

Conhecer os hábitos de pastejo, o horário das várias atividades, a relação dos animais com a qualidade e quantidade de forragem e com outros fatores do meio, contribui para melhorar o bem-estar (GONYOU, 1994) e o desempenho dos animais (FRASER, 1980; POLLI et al., 1995), tanto em sistemas confinados (CAMARGO, 1988), quanto naqueles baseados em pastagens (BRÂNCIO et al., 2003).

Balochi et al. (2002) afirmam que em vacas em lactação, a produção, o horário e o número de ordenhas são condições determinantes em seus padrões de comportamento.

O consumo de nutrientes, sua digestibilidade e metabolismo, são determinantes para o desempenho do animal. Segundo Mertens (1994), o consumo de alimentos é influenciado pela palatabilidade, textura, aparência visual e também a fatores ligados aos animais, como estado emocional, interações e aprendizado.

O estudo do comportamento ingestivo tem grande importância para avaliação das dietas, pois possibilita ajustar o manejo da alimentação dos animais buscando um melhor desempenho produtivo. Segundo Ray & Roubicek (1971) e Camargo (1988), as principais variáveis comportamentais estudadas têm sido aquelas relacionadas com o tempo de alimentação, ruminação, ócio e procura por água.

Certas atividades comportamentais dos animais em seu ambiente natural garantem sua sobrevivência. Embora cada espécie tenha suas características biológicas próprias e sua utilização seja importante, para obter-se sucesso, dependendo do ritmo de criação, busca-se modificá-los visando um aumento de produtividade (MEIRELES, 2005).

Segundo Hodgson (1990), os ruminantes têm a capacidade de se adaptarem às diversas condições de alimentação, manejo e ambiente modificando os parâmetros de comportamento ingestivo para ajustar seu nível de consumo para um patamar que seja compatível com as exigências nutricionais.

Para Swanson (1995), quando se intensifica o sistema de produção ocorre mudanças no manejo que modificam o ambiente, ocorrendo a introdução de agentes depressores do bem-estar fisiológico, provocando reações nos animais e alterando seu comportamento típico.

As condições do ambiente influenciam o comportamento alimentar, sendo que os animais quando submetidos ao estresse calórico reduzem o número de refeições diárias, a duração das refeições e a taxa de consumo de matéria seca (ALBRIGHT, 1993).

As vacas quando em condições de pastejo apresentam comportamento típico, tendo dois momentos principais: ao amanhecer e ao anoitecer, sendo que este comportamento se intensifica no verão (OLIVO, 2005). Segundo FRASER (1980) e BALOCCHI et al. (2002), no período de inverno, ocorrem pequenas variações durante o dia, maiores no turno da noite. Esse comportamento é afetado pelo clima, sendo que geralmente há diminuição do consumo quando ocorre elevação da temperatura ambiente. Quando a temperatura ambiente ultrapassa 26°C ocorrem mudanças nos hábitos alimentares (ROSSAROLA, 2007).

Para Beede & Collier (1986), quando a temperatura ambiente ultrapassa 32°C, as vacas em lactação interrompem o pastejo entre a ordenha da manhã e da tarde, e utilizam apenas 7 horas e 30 minutos por dia para pastar entre a ordenha da tarde e a ordenha do dia seguinte.

Segundo Fischer et al. (2002), a ingestão envolve as atividades de procura, seleção, apreensão do alimento e deglutição do bolo alimentar que segundo Albright, (1993) são mais intensas após as ordenhas. Para Fraser (1980) e Pires et al. (2001), o tempo disponibilizado para alimentação varia de 4 a 10 horas. Para animais estabulados, segundo Van Soest (1994), os períodos variam de uma hora

para alimentos ricos em energia, até seis horas, ou mais, para fontes com baixo teor de energia.

O consumo de forragem é influenciado pela capacidade seletiva dos bovinos que alimentam-se prioritariamente de folhas mais novas, posteriormente as mais velhas e os caules (STOBS,1978). Para Olivo et al. (2006), esse pastejo seletivo compensa a baixa qualidade da forragem através da ingestão de partes mais nutritivas das plantas, resultando em aumento no tempo total de pastejo.

Para Stobs (1973), as diferenças entre espécies forrageiras podem modificar os hábitos alimentares dos bovinos, isto porque, as espécies tropicais tornam-se fibrosas (com redução de qualidade) mais rapidamente que as temperadas, podendo haver limitação do consumo.

Os ruminantes ao ingerirem, mastigam superficialmente o alimento, sendo este transportado até o rumem e retículo e, após algum tempo, esse alimento retorna a boca para a ruminação, sendo esta uma atividade que permite a redução do tamanho das partículas dos alimentos favorecendo a degradação e digestão destes, promovendo uma melhor absorção dos nutrientes (COSGROVE, 1997). Esta atividade ocupa 8 horas por dia em animais adultos podendo variar entre 4 e 9 horas, divididas entre 15 e 20 períodos (VAN SOEST, 1994). Esse comportamento é influenciado pela natureza da dieta e parece ser proporcional ao teor de parede celular dos alimentos volumosos.

O aumento do conteúdo de fibra na dieta aumenta o número de períodos ruminativos devido a necessidade de processar a digestão ruminal maximizando a eficiência digestiva (DADO & ALLEN,1994).

Segundo Wezch & Hooper (1982), o aumento de fibra indigestível não aumenta o período de ruminação por mais de 9 horas/dia e a eficiência da ruminação é importante no controle da utilização de alimentos de baixa digestibilidade, pois o animal pode ruminar maiores quantidades destes alimentos nas 8 ou 9 horas comum no processo de ruminação, levando a um maior consumo de alimento e conseqüentemente um melhor desempenho produtivo.

As vacas preferem ruminar deitadas sendo que em temperaturas elevadas os animais ruminam mais tempo em pé, devido ao estresse calórico (DAMASCENO et al., 1999). Para Marques (2000), quando a atividade de ruminação ocorre com o animal deitado demonstra uma condição de conforto e bem-estar animal.

O ócio é definido como o período em que os animais não estão se alimentando, ruminando ou bebendo água e estas atividades totalizam cerca de 10 horas (CAMARGO, 1988; ALBRIGHT, 1993), com variação entre 9 e 12 horas por dia (FRASER, 1980; ORR et al., 2001; PHILLIPS & RIND, 2001).

Para Blackshaw & Blackshaw (1994), os animais buscam a sombra e reduzem suas atividades nas horas mais quentes do dia, permanecendo deitados, mas áreas de descanso diminuindo o consumo de alimentos, tendo conseqüentemente seu desempenho produtivo comprometido. Já para Camargo (1988), os animais em ócio preferem permanecer em pé nas horas mais quentes do dia, enquanto à noite, mantêm-se deitados. Segundo Costa (1985), em temperaturas altas os animais substituem as atividades de ingestão de alimentos e ruminação pelo ócio, tentando reduzir a produção de calor metabólico. Shultz citado por PIRES (1998) mostrou que a percentagem de ócio foi maior no verão (42,5%), que no inverno (35%).

## **2.9 Efeito do ambiente climático sobre produção de leite**

Os efeitos deletérios do ambiente climático sobre a produção de leite são bastante conhecidos (MARTELLO, 2006). A genética dos animais, nutrição, sanidade e clima são fatores que devem ser considerados para maximizar a produção de vacas leiteiras (SOUZA et al., 2004).

Segundo Martello et al. (2004), a produção de leite depende de vários fatores, tais como o ambiente e a grande influência dos elementos climáticos (temperatura, umidade, vento, chuva, radiação solar e pressão atmosférica). Segundo Perissionotto et al., (2007), esses elementos quando estão fora da zona de conforto térmico dos animais, afetam negativamente o desempenho do animal, impedindo-os assim de expressar seu potencial produtivo e para Arcaro Júnior et al. (2003), torna-se um fator limitante na produção de leite. O conforto é base para se obter eficiência produtiva e reprodutiva.

O estresse térmico induz a várias respostas fisiológicas nas vacas na tentativa de manter a temperatura dentro dos limites normais, entre as quais alterações na taxa respiratória, motilidade retículo-rumem, no fluxo sanguíneo para a periferia, nos volumes de urina geralmente aumentados, vasodilatação com fluxo

sanguíneo para superfície da pele, aumentos da taxa respiratória e transpiratória, além de provocar alterações comportamentais e endócrina, bem como redução do consumo de alimentos. Segundo West (1999), a combinação de temperatura ambiente e umidade relativa elevadas determina redução na produção de leite de vacas em lactação por diminuição na ingestão de matéria seca. Para Marcheto et al. (2002), essa redução da ingestão da matéria seca ocorre para diminuir o incremento calórico e pela inibição do apetite, devido à inibição do centro do apetite localizado no hipotálamo, decorrente de elevada temperatura corporal, caracterizando uma situação de hipertermia.

Elevadas temperatura do ar associadas a altas umidades relativas causam efeitos deletérios sobre os animais diminuindo a produção de leite em torno de 10 a 35% (JOHNSON, 1987 apud CONSTANZO et al.,1997 ). Para Constanzo et al. (1997), esta diminuição da produção deve-se a um menor consumo de alimentos quando os animais encontram-se fora da sua zona de neutralidade.

Segundo Ferreira (2005), as vacas leiteiras diminuem a produção de leite para reduzir a produção e liberação de calor. Isto ocorre por que o processo de ingestão e digestão dos alimentos gera aproximadamente 25 a 30% do calor corporal da vaca leiteira a ser eliminado para o ambiente. A associação do calor produzido pela alimentação e o calor produzido pela produção do leite envolve grande produção e liberação de calor, sendo a redução da disponibilidade de nutrientes para produção de leite o principal fator pela queda da produção de vacas em estresse térmico pelo calor. Para o mesmo autor, a menor velocidade da passagem do alimento pelo trato digestório dos animais, tendo como consequência menor disponibilidade de nutriente face ao menor consumo de alimento, é outro fator responsável pela diminuição da produção de leite.

## **2.10 Efeitos do ambiente climático sobre a composição do leite**

O estresse calórico afeta negativamente a produção de leite e pode diminuir os teores de gordura, proteína, lactose e alguns minerais do leite (NAAS & ARCARO JÚNIOR, 2001).

Quanto maior o estresse sofrido pelos animais, maior será a redução no consumo de alimentos e, esta é atribuída à inibição pelo calor no centro do apetite

localizado no hipotálamo, levando a uma queda na produção de leite, pelo fato de que suas necessidades nutricionais não são atendidas (NEIVA, 1998). Para PEREIRA (2005) ocorrem alterações na produção e composição do leite por haver uma diminuição no aporte sanguíneo da veia mamária (14%) e glândula mamária (12%), devido a um redirecionamento do fluxo sanguíneo dos órgãos internos para os tecidos periféricos, facilitando a dissipação do calor por meios evaporativos.

Segundo ARCARO JÚNIOR et al (2003), a diminuição do consumo de alimentos influencia no teor de constituintes do leite. Quando os animais estão em estresse térmico diminuem a ingestão de alimentos, resultando em um decréscimo na produção de calor buscando com esta estratégia manter sua temperatura corporal constante.

O aumento da temperatura ambiental determina um aumento na temperatura retal ocasionando variações na produção de ácido graxos voláteis (acetato, propionato e butirato), ocorrendo decréscimo na proporção destes quando a temperatura ambiental encontra-se em torno de 37°C. O propionato e o acetato são responsáveis pelo volume e porcentagem de gordura no leite, respectivamente (KELLEY et al., 1967, apud Neiva, 1998).

Segundo Santos & Fonseca (2010), menores proporções de ácido acético e butírico resultam em redução da síntese de gordura do leite pela glândula mamária, devido a contribuição do ácido acético ser de aproximadamente 17 a 45% e do ácido butírico de 8 a 25% na síntese de gordura do leite.

Para Porcianato et al. (2009), a redução dos teores de proteína, relacionados com o decréscimo nos teores de caseína, deve-se à menor disponibilidade de nutrientes, em decorrência de uma menor ingestão de alimentos, tendo como consequência uma menor quantidade de aminoácidos para serem utilizados na síntese de proteína na glândula mamária. Segundo o mesmo autor, quando as vacas sofrem de estresse térmico pelo calor, ocorre redução nos teores de gordura do leite, devido a diminuição dos ácidos graxos de cadeia curta, que correspondem à maior quantidade de ácidos graxos do leite, e aumento dos ácidos graxos de cadeia longa. Isto ocorre devido a uma menor ingestão de forragem pelas vacas em lactação, diminuindo a quantidade de volumoso ingerido, havendo menor produção de ácido acético e ocasionando alterações na relação acetato/ propionato.

Estudo realizado por Pinarelli (2003), com vacas leiteiras mantidas em diferentes temperaturas, demonstrou que, quando estas foram submetidas a baixas



temperaturas, o leite apresentou melhor composição nos teores de gordura, proteína e lactose, quando comparados à média e alta temperatura. Isto pode ser explicado pela diminuição da ingestão de matéria seca com o aumento da temperatura ambiente.

As células somáticas estão presentes normalmente no leite e são constituídas, em sua grande maioria, por leucócitos, sobretudo neutrófilos, e células de descamação do epitélio secretor da glândula mamária (BIBALKE,1984; NICKERSON,1994). Quando ocorre um processo infeccioso em glândula mamária, observa-se um aumento na liberação de diversos tipos no leite, os quais podem ser enumerados no produto através da técnica de contagem de células somáticas (CCS) (FONSECA & SANTOS, 2000).

Segundo Philpot & Nickerson (2002), a infecção intra mamária é o fator que exerce maior influência sobre o nível de células somáticas no leite, embora possam ocorrer variações significativas na concentração de acordo com o estágio de lactação, idade da vaca, estação do ano, tamanho e nível de produção do rebanho e presença de outras doenças.

A presença de mastite está diretamente associada à CCS. A exposição das vacas a agentes causadores da mastite ocorre muitas vezes onde elas vivem. O manejo dos dejetos, tipos de cama, limpeza da sala de espera e sala de ordenha influenciam diretamente a higiene dos animais. Segundo Sant'ana (2011), a higiene das vacas leiteiras pode ser usada como indicador de bem-estar animal, pois fornece informação sobre o bem-estar do animal e eficiência do manejo da propriedade.

O índice de contaminação das instalações, e conseqüentemente, dos animais é um fator de risco importância para a ocorrência de mastite, e estas infecções intra-mamárias determinam aumento na CCS, sendo este um parâmetro usado como indicador de sanidade da glândula mamária e qualidade do leite (SANT'ANA, 2011).

A maioria das informações disponíveis na literatura em relação à CCS está associada à higiene e limpeza dos animais, à higiene e limpeza das instalações, à incidência de mastite e ao comportamento dos animais (SANT'ANA, 2011) e a práticas de gestão (ELLIS, 2007).

Para Harmon (1994), não há evidências de que o estresse térmico aumente diretamente o CCS na glândula mamária saudável e que a CCS maior no verão e

menor no inverno coincide com a incidência de mastite clínica durante os meses mais quentes do ano, por exposição das extremidades das tetas aos patógenos do ambiente. O estresse causado por altas temperaturas e umidade pode aumentar a susceptibilidade de infecções à exposição e o número de patógenos aos quais as vacas estão expostas (SMITH et al., 1985).

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 Localização

O estudo foi desenvolvido na localidade de Passo Novo, na área pertencente ao Instituto Federal Farroupilha – Campus Alegrete (29° 42' S, 55° 32'W, altitude de 100 m) localizada às margens da RS 377, Km 27, 2º distrito do município de Alegrete, Região Fisiográfica da Campanha Gaúcha no Oeste do RS. O clima é temperado quente do tipo Cfa, segundo classificação de Köppen (MORENO, 1961).

#### 3.2 Animais experimentais

Foram utilizadas 27 vacas holandesas puras por cruza em lactação, sendo nove para cada tratamento e destas selecionadas 3 vacas para cada 1/3 de lactação, com peso vivo médio de 491,78±55,39 kg e produção média de 10,36±2,96 Kg de leite por dia.

#### 3.3 Estratégia de ação e tratamentos

Estes animais foram mantidos em três tratamentos: animais alimentados basicamente a pasto; animais alimentados a pasto e suplementados com concentrado; e animais mantidos em confinamento. A época de avaliação do estudo compreendeu o período de 20.01.2013 a 21.02.2013. A época selecionada foi definida de acordo com as maiores médias de temperatura do ar de acordo com a estação meteorológica do INMET presente na própria instituição local da pesquisa.

Para os animais do tratamento pasto e pasto mais concentrado foi utilizado uma área experimental de 14 ha com pastagem de sorgo forrageiro BRS 802 (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), dividida em 56 piquetes de 0,25 ha cada. A forrageira foi semeada em 28 de novembro de 2012. A densidade de semeadura foi de 14 kg por ha e o espaçamento entre linhas de 45 cm, tendo sido feita uma adubação de base com 200 kg da fórmula 5-25-25 e cobertura com 50 kg de N.

No tratamento confinamento os animais foram mantidos estabulados em um galpão de arraçoamento de 4,0 por 30 metros, com pé direito de 4,0 metros, orientação leste-oeste, cobertura de telhas de amianto, piso de concreto com cama de casca de arroz e área de alimentação com cochos individuais com sistema de canzil. A água foi fornecida a vontade.

Para os três tratamentos utilizou-se ordenha mecânica duas vezes por dia, às 6 horas e às 17 horas, em uma sala de ordenha tipo espinha de peixe.

Os animais do tratamento confinamento receberam silagem de milho (*Zea mays* L.) à vontade, distribuída 2 vezes ao dia, às 8 horas e às 19 horas, mais concentrado nas quantidades de 2 kg após cada ordenha. O concentrado era composto por milho moído, farelo de arroz integral, farelo de soja e núcleo vitamínico mineral. Os alimentos foram colocados em cocho individual, onde primeiro foi ofertada a silagem e por cima desta foi colocado o concentrado.

A composição química da silagem de milho usada no tratamento confinamento e do concentrado utilizado no tratamento confinamento e pasto mais concentrado encontram-se na Tabela 1. Os valores médios dos componentes botânicos do sorgo forrageiro, da massa de forragem inicial, da qualidade da forragem e da carga animal encontram-se na tabela 2.

**Tabela 1.** Composição química do Concentrado e da Silagem de Milho (%)

	<b>MS</b>	<b>PB</b>	<b>NDT</b>
<b>Concentrado (%)</b>	92,0	19,0	70,0
<b>Silagem de Milho (%)</b>	36,5	6,3	67,0

MS: Matéria Seca; PB: Proteína Bruta; NDT: Nutrientes Digestíveis Totais

**Tabela 2.** Valores Médios dos componentes botânicos do Sorgo Forrageiro, da massa de forragem inicial, da qualidade de forragem inicial, da qualidade da forragem ingerida e da carga animal.

<b>Componentes Botânicos(%)</b>	
Lâmina Foliar	59,32
Colmo	40,68
<b>Massa de forragem Inicial (kg)</b>	4088
<b>Qualidade da forragem (%)</b>	
Matéria Seca	20,0
Proteína Bruta	14,8
Fibra em Detergente Neutro (FDN)	54,7
Fibra em Detergente Ácido (FDA)	29,3
<b>Oferta de forragem (Kg MS/100 kg de peso vivo)</b>	11,54
<b>Carga animal instantânea (kg/ha de peso vivo)</b>	35424

Dez dias antes de começar o estudo, os animais foram mantidos nos respectivos tratamentos a serem avaliados com o intuito de aclimatá-los para o início das medições.

### 3.4 Avaliações fisiológicas

No monitoramento da influência dos sistemas de produção, foram utilizados como parâmetros fisiológicos: a temperatura retal (TR), a frequência respiratória (FR) e a temperatura da superfície do pelame (TPE). Estes parâmetros foram monitorados, duas vezes ao dia, as 6:00 e as 17:00 horas durante os 30 dias de avaliação do experimento. Esses horários foram escolhidos em função do horário da ordenha.

A temperatura retal foi medida através da introdução de um termômetro clínico veterinário, com escala de até 44°C, no reto do animal e encostado seu bulbo na mucosa do animal, evitando assim a interferência das fezes no resultado.

A frequência respiratória foi medida, contando-se os movimentos do flanco do animal por 15 segundos, sendo a contagem observada multiplicada por quatro para que o resultado seja expresso em movimentos.  $\text{min}^{-1}$ . A temperatura da superfície do pelame foi medida por meio de termômetro infravermelho digital portátil, atribuindo-se peso de 10% para a frente, 70% para o dorso, 12% para a canela e 8% para o úbere de acordo com Souza (2003).

$$\text{TPE} = 0,10 \times \text{T.frente} + 0,7 \times \text{T.dorso} + 0,12 \times \text{T.canela} + 0,08 \times \text{T. úbere}$$

sendo: T = Temperatura (°C)

Para as avaliações hematológicas o sangue foi colhido três vezes no período experimental com intervalo de dez dias, mediante punção da veia jugular, e imediatamente transferido para tubo de ensaio com anticoagulante ácido etilenodiamino tetra- acético (EDTA) a 10% e processado no mesmo dia. O volume globular (VG) foi obtido pelo método do microhematócrito; a contagem de hemácias, dosagem da hemoglobina e contagem de leucócitos totais foi realizada por contador automático de células sanguíneas (SYSMEX-XS-1000i). Os exames Eritrograma

foram realizados pelo Laboratório de Análises Clínicas Hormocito, de Alegrete. A determinação do cortisol foi efetuada pelo Método de Quimioluminescência e as análises foram realizadas pelo Laboratório Hermes Pardini, de Vespasiano, Minas Gerais.

### 3.5 Avaliação climática

Para caracterizar o ambiente na região do experimento, foi utilizada a estação meteorológica do INMET, existente junto ao IFFarroupilha – Campus Alegrete, localizada a cerca de 100 metros do setor de bovinocultura de leite. Foi realizado o monitoramento eletrônico das variáveis bioclimáticas, em que *data loggers* coletaram continuamente os valores diários das temperaturas de bulbo seco e umidade relativa, assim como temperatura do ponto de orvalho, a fim de determinar o índice de temperatura e umidade (ITU).

O ITU pode ser calculado a partir da temperatura de bulbo seco e da temperatura do ponto de orvalho, conforme descrito abaixo.

Assim:

$$ITU = Tbs + 0,36 \times Tpo + 41,5$$

Onde:

ITU = índice de temperatura e umidade, Tbs = temperatura do bulbo seco (°C), Tpo = Temperatura do ponto de orvalho (°C).

### 3.6 Avaliações comportamentais

A avaliação do comportamento de ingestão consistiu no registro dos tempos diários gastos com as atividades de ruminação, ócio e alimentação. As observações foram realizadas de forma intermitente a cada 10 min (JOHNSON & COMBS, 1991), em dois dias de avaliação no período. As observações foram realizadas de forma visual e individualmente para cada animal durante 19 horas. Foram utilizadas 5 horas para deslocamento, ordenha e fornecimento de concentrado para os

tratamentos pasto e pasto+concentrado. Nas observações noturnas dos animais, o ambiente foi mantido com iluminação artificial.

### **3.7 Produção de leite**

Os animais foram ordenhados mecanicamente com os devidos cuidados de higiene: lavagem da mão do ordenhador, *pré-dipping* e *pós-dipping*, utilização de solução desinfetante e toalhas de papel descartável, além da verificação de alterações no leite pelo teste de caneca telada. O leite foi pesado individualmente para determinação semanal de produção, e foram coletadas amostras de leite de cada animal uma vez por semana em cada período do experimento, as quais foram enviadas para o Laboratório de Qualidade do Leite da Embrapa Clima Temperado de Pelotas/RS para determinação dos teores de Gordura, Proteína, Lactose e Sólidos, além da determinação da Contagem de Células Somáticas (CCS) e a Contagem Bacteriana Total (CBT). Para realização das análises estatísticas, a produção de leite foi corrigida para 4% de gordura.

### **3.8 Análises estatísticas**

Foi testada a normalidade dos dados e dos resíduos pelo teste Shapiro-Wilk. Para os dados paramétricos foi realizada a análise dos dados pelo proc GLM e teste de comparação de médias Tukey a 5% de probabilidade. Para os dados não paramétricos foi realizada a análise dos dados pelo teste de Kruskal-Wallis e o teste de comparação de médias Bonferroni a 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram processadas pelo pacote estatístico SAS versão 9.2 (2009).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O clima da região fronteira oeste do Rio Grande do Sul, onde está localizado o município de Alegrete, é subtropical, temperado quente, com chuvas bem distribuídas e estações do ano bem definidas (Cfa na classificação de Köppen). A média de precipitação pluviométrica é de 1525 mm anuais.

A temperatura média anual é de 18,6°C, variando entre 13,1 em julho e 35,8°C em janeiro. A menor temperatura observada desde o ano de 1931 foi de -4,1°C e a máxima de 40,4°C. A umidade relativa média do ar é, aproximadamente, de 75% em todos os meses do ano.

Na tabela 3 encontram-se os valores das variáveis meteorológicas e do índice de conforto térmico correspondentes ao período avaliado.

**Tabela 3.** Dados climatológicos referentes ao período de avaliação. Alegrete/RS, 2013.

Parâmetros	20/01-21/02	Janeiro*	Fevereiro*
Temp. média, °C	24,43	25,07	24,70
Temp. máx., °C	37,90	36,97	36,51
Temp. mín., °C	12,20	14,82	12,77
Umid. média, %	71,00	67,14	72,28
Umid. máx., %	96,00	86,00	91,00
Umid. mín., %	46,00	52,00	53,00
Ponto orvalho médio.°C	18,13	17,81	18,60
Ponto orvalho máx.°C	23,40	23,45	24,41
Ponto orvalho mín.°C	7,50	7,82	7,38
ITU médio	72,45		
ITU máximo	85,70		
ITU mínimo	57,12		

\* Médias referentes aos últimos sete anos no município de Alegrete-RS

Todos os valores climatológicos encontrados neste estudo situam-se dentro da média dos últimos sete anos, no local do experimento.

A temperatura média observada no período de 24,43°C, ficou acima do que Pires et al. (1999) consideram ideal para oferecer máxima eficiência para produção e reprodução para vacas leiteiras, que é a faixa entre 10 a 20°C. O valor da temperatura observada no período supera os limites da zona de conforto térmico para animais taurinos, que segundo Pereira (2005), para essa espécie encontra-se



entre 0 e 16°C. Já para Neiva (1998), o ambiente ideal está em torno de 18°C, e caso esteja fora desse limite, o animal terá suas funções produtivas prejudicadas em favor da sobrevivência. Segundo dados obtidos junto a Estação Automática do INMET localizada próximo ao local do experimento, a temperatura máxima registrada no período foi de 37,9°C e ocorreu dia 01/02 às 17h. Já a temperatura mínima registrada foi de 12,2°C e ocorreu dia 26/01 às 7h.

O valor médio do ITU calculado durante o experimento foi de 72,45 no período, tendo alcançado o valor máximo de 85,70 e mínimo de 57,12, o que evidencia uma grande diferença das temperaturas durante o dia bem como no período analisado. ITU acima de 72 demonstra desconforto térmico dos animais. Segundo Johnson (1980), à medida que o ITU ultrapassa o valor de 72, a produção de leite diminui, sendo este declínio mais acentuado nas vacas mais produtivas. Igono et al. (1992), entretanto consideram estressante para vacas com alta produção de leite, ITU acima de 76 em qualquer ambiente.

De acordo com Rosemberg et al. (1983), a classificação do ITU é a seguinte: entre 75 e 78 significa um alerta para o produtor e providências devem ser tomadas a fim de evitar perdas na produção; entre 79 e 84 significa perigo, principalmente em rebanhos confinados, e medidas de segurança devem ser tomadas para evitar perdas desastrosas; um ITU maior de 84, providências urgentes devem ser tomadas, para evitar mortes dos animais.

Segundo Martello (2006), estudos realizados recentemente com animais mantidos em seu ambiente natural de criação, não evidenciaram as relações entre ITU e respostas fisiológicas. Martello et al. (2004) analisaram as respostas fisiológicas de vacas holandesas e relataram valores normais para frequência respiratória e temperatura retal em ambiente com ITU igual a 77. Neste trabalho foi verificada correlação positiva entre o ITU e a temperatura de pelame ( $r^2=0,63; P=0.0001$ ), demonstrando que a medida que aumenta o ITU em função das condições climáticas, ocorre o aquecimento face a absorção de calor por meio do pelame.

Matarazzo (2004) trabalhando com vacas holandesas de um rebanho comercial na região sudeste do Brasil observou que, mesmo sob ambiente com ITU acima de 75, as variáveis temperatura retal e frequência respiratória não indicaram estresse térmico.

Nas condições registradas no período, o ITU ficou dentro da faixa considerada para estresse brando de acordo com Armstrong (1994) que para vacas leiteiras classificou em ameno ou brando a variação entre 72 a 78 o ITU.

Dentre os sistemas de produção avaliados, de acordo com a fonte alimentar ofertada, a massa de forragem média dos animais que permaneceram a pasto foi de  $4088 \pm 1199$  kg/ha de MS e altura inicial do dossel de  $130 \pm 15,61$  cm ( $P > 0,05$ ). Nos diferentes períodos avaliados, 20/01 a 30/01, 31/01 a 10/02 e, 11/02 a 21/02, a massa de forragem foi maior para o segundo período, seguida pelo primeiro período avaliado e menor ( $P < 0,0001$ ) para o terceiro período com médias de 5727, 3581 e 2954 kg/ha de MS e alturas do dossel ( $P < 0,0001$ ) de 141 para o segundo e terceiro período e 109 cm para o primeiro período avaliado. No momento da saída dos animais, a massa de forragem média foi de  $2352 \pm 776,42$  kg/ha de MS e altura de saída do dossel de  $53 \pm 10,05$  cm. Nos diferentes períodos avaliados a massa de forragem de saída foi diferente entre os períodos avaliados ( $P < 0,0001$ ), maior para o segundo período, seguida pelo primeiro período e menor por ocasião do terceiro período avaliado com médias de 3246, 2443, 1367 kg/ha de MS respectivamente, e altura de saída do dossel ( $P < 0,0001$ ) de 65,31, 54,34 e 40,98 cm para o terceiro, segundo e primeiro períodos avaliados respectivamente.

Na tabela 4 encontram-se os resultados das análises de composição e produção de leite e contagem de células somáticas.

**Tabela 4.** Parâmetros da qualidade, sanidade e produção de leite de vacas Holandesas submetidas a diferentes sistemas de produção. Alegrete/RS, 2013.

Parâmetros	Pasto	Pasto mais Concentrado	Confinamento	P <sup>1</sup>	DP <sup>2</sup>
*Gordura, %*	3,09 a	2,97 a	3,05 a	0.5701	$\pm 0.53$
*Sólidos, %*	11,02 a	11,23 a	11,09 a	0.4506	$\pm 0.79$
Lactose, %**	4,33 a	4,27 a	4,34 a	0.5443	$\pm 0.27$
Proteína, %**	2,87 b	3,12 a	2,94 ab	0.0024	$\pm 0.33$
Produção leite, Corr. 4%, kg/dia*	11,66 a	11,66 a	12,77 a	0.2327	$\pm 3.16$
CCS, cs/ml**	139778 a	224015 a	164959 a	0.3127	$\pm 178808$

<sup>1</sup> Probabilidade; <sup>2</sup> Desvio padrão; \* Médias com letras diferentes, na linha, diferem entre si pelo teste Tukey a 5 %; \*\* Médias com letras diferentes, na linha, diferem entre si pelo teste Bonferroni a 5 %;

Os parâmetros obtidos de teor de gordura, sólidos e lactose foram semelhantes independentemente do sistema de produção adotado com valores médios de  $3,04 \pm 0,54\%$ ,  $11,11 \pm 0,79\%$ ,  $4,31 \pm 0,27\%$ , respectivamente.

A partir da análise dos dados e em comparação com a normativa 62 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA (BRASIL, 2011) pode-se afirmar que a composição do leite apresenta-se dentro dos parâmetros normais de qualidade para os teores de gordura e sólidos totais.

O teor de proteína registrado nos diferentes sistemas de produção avaliados foi menor quando os animais receberam exclusivamente pasto sem diferir dos animais que permaneceram no confinamento e maior para os animais que permaneceram a pasto recebendo concentrado (Tabela 4). Segundo Porcianato et al. (2009), a redução dos teores de proteína está relacionado ao decréscimo dos teores de caseína que é a proteína encontrada em maior quantidade no leite. Quando houver menor disponibilidade de aminoácidos, menor será a quantidade de substrato para síntese de caseína. A disponibilidade de aminoácidos é determinante para a síntese de proteína na glândula mamária. As proteínas são formadas por uma cadeia de aminoácidos e quando faltar um destes na dieta, a síntese não se completará. Os aminoácidos que chegam ao intestino delgado para serem absorvidos tem origem na proteína da dieta, a chamada proteína sobrepassante, na proteína microbiana produzida no rúmen e na pequena quantidade de proteína de origem endógena. O teor de proteína do leite depende do perfil dos aminoácidos absorvido pelo intestino delgado. A proteína microbiana constitui a fonte de maior valor biológico disponível para o ruminante, sendo responsável por mais de 50% da proteína metabolizável.

No presente estudo o menor teor de proteína no tratamento pasto pode ser explicado pela ausência de concentrado na dieta dos animais, uma vez que, alimentos energéticos aumentam a produção de proteína microbiana, isto porque, estes alimentos levam esqueletos de carbono para o rúmen que se juntam à amônia liberada pela degradação da proteína do rúmen, ou do nitrogênio não proteico, fornecido em forma de ureia, formando a proteína microbiana que no intestino delgado será absorvida na forma de aminoácidos, servindo como precursora para a síntese de proteína do leite na glândula mamária.

A contagem de células somáticas foi maior no tratamento pasto mais concentrado, mas não evidenciou a presença de mastite subclínica. Segundo Philpot

(1998), a produção de leite diminui à medida que CCS aumenta, e essas têm relação direta com a diminuição nos teores de lactose no leite (5 a 20%), enquanto que a proteína do leite (caseína) poderá reduzir de 6 a 18% e os sólidos totais poderão ter um decréscimo de 3 a 12%.

A produção de leite, corrigida para 4% de gordura foi semelhante independentemente do sistema de produção adotado com valores médios de  $12,03 \pm 3,07$  kg/dia de leite. Entretanto houve um aumento de peso das vacas do tratamento pasto mais concentrado, sendo que possuíam 488 Kg no início do experimento e 517 kg ao final do período, um incremento de 6%. Já no tratamento confinamento houve um incremento de 8% no peso, sendo que as vacas apresentavam peso inicial de 496 Kg e ao final do período 536 Kg. No tratamento a pasto os animais apresentavam no início do período 490 Kg e no final, 496 Kg, incremento de aproximadamente 1%. A partir destas observações conclui-se que os animais dos tratamentos que tiveram ganho de peso receberam alimentação além da sua necessidade para a produção de leite e que somente o fornecimento de pastagem de sorgo forrageiro seria suficiente para manutenção e produção de leite nos três tratamentos.

A contagem de células somáticas não diferiu estatisticamente entre os três tratamentos, apresentando valor médio de  $176250,67 \pm 178808$  cs/ml de leite, sendo um bom indicador de sanidade da glândula mamária e qualidade do leite.

Na Tabela 5, são apresentadas as variáveis eritrócitos, hemoglobina, hematócrito, leucócitos e níveis de cortisol de vacas Holandesas submetidas a diferentes sistemas de produção.

**Tabela 5.** Parâmetros sanguíneos e nível de cortisol de vacas Holandesas submetidas a diferentes sistemas de produção. Alegrete/RS, 2013.

Parâmetros	Pasto	Pasto mais Conc.	Confinamento	P <sup>1</sup>	DP <sup>2</sup>
Eritrócitos, milhões/cm *	6,01 a	5,31 b	5,61 a	0.0005	±0.73
Hemoglobina, g/dl*	9,67 a	8,89 b	9,09 a	0.0059	±1.01
Hematócrito, %*	28,84 a	26,64 b	26,43 b	0.0002	±3.06
Leucócitos, mm <sup>3</sup> *	11404,8a	10554,1 a	10556,7 a	0.2797	±2314
Cortisol, µ/dl**	1,58 a	1,13 a	1,31 a	0.1629	±0.79

<sup>1</sup> Probabilidade; <sup>2</sup> Desvio padrão \* Médias com letras diferentes, na linha, diferem entre si pelo teste Tukey a 5 %; \*\* Médias com letras diferentes, na linha, diferem entre si pelo teste Bonferroni a 5 %

Os parâmetros hematológicos estudados (eritrócitos, hemoglobina, hematócrito e leucócitos) encontram-se dentro dos valores de referência para a espécie bovina, segundo o manual da Patologia Clínica Veterinária da Universidade Federal de Santa Maria (LOPES et al, 2007).

A quantidade registrada de eritrócitos e hemoglobina foi maior para os animais que permaneceram exclusivamente a pasto e no confinamento e menor para os animais que permaneceram a pasto e receberam concentrado. O hematócrito foi maior para os animais que permaneceram exclusivamente a pasto e menor para os animais que permaneceram a pasto recebendo concentrado e os animais do confinamento. Nos diferentes sistemas de produção avaliados não houve diferença para concentração de leucócitos, com médias de  $10838,53 \pm 2314 \text{ mm}^3$ .

Os animais a pasto apresentaram maior índice de hematócrito, eritrócitos, leucócitos e hemoglobina. Isso se deve a incidência de radiação solar direta, que representa a maior fonte de calor recebida pelos animais do ambiente. Tal exposição eleva o valor da hemoglobina devido à elevação da taxa de consumo de oxigênio, uma vez que a função da hemoglobina é transportar oxigênio dos pulmões para os tecidos. E ainda segundo Gütler et al. (1986) e Nunes et al. (2002), quanto maior a solicitação física do animal maior será o valor do hematócrito em função da perda de líquido através da sudorese e respiração. Porém, deve-se ressaltar que os níveis apresentados não caracterizam um estado de estresse térmico, comparado com o trabalho de Campos et al. (2008) que trata destes índices no inverno e verão.

O cortisol tem sido considerado um bom indicador de estresse (CAMPOS et al., 2008). Segundo Smiht (1993), a faixa de normalidade do cortisol é  $0,35 \mu\text{g/dL}$  para bovinos. Valores elevados têm sido encontrados em diversos trabalhos, os quais são relacionados com diferentes fatores estressantes, como estresse térmico, manejo, entre outros. Com relação ao estresse térmico, tem-se os trabalhos de Vásquez & Herrera (2003) e DuPreez (2000). Com relação ao estresse a partir do manejo, o trabalho de Maziero (2012) apresenta valores numa faixa de  $8,3\text{-}60 \text{ ng/mL}$ , tais valores são superiores aos encontrados por Hein & Allricg (1992) o qual submeteu os animais a coleta de sangue intravenosa, sendo que o valor encontrado de cortisol foi de  $12,4 \text{ ng/mL}$ . Outros estudos mostram que procedimentos como injeção intramuscular em vacas taurinas elevam as concentrações de cortisol acima de  $10 \text{ ng/mL}$  (YOSHIDA, 2005).

Considerando as referências supracitadas, os valores elevados de cortisol obtidos no presente estudo sugerem que o estresse dos animais está relacionado ao manejo no momento da coleta de sangue, que foram feitas através de venopunção jugular com os animais contidos em tronco de contenção, a cada dez dias e totalizando três coletas no período experimental, como também aos fatores climáticos. As condições climáticas nos dias das coletas foram em média 24,71 °C de temperatura, 70,5% de umidade do ar e 70,35 o ITU, sendo que no momento da coleta a temperatura média foi de 26,8°C, umidade do ar de 57,0 % e o ITU 74,44.

Nos diferentes sistemas de produção avaliados não houve diferença para concentração de leucócitos e cortisol, com médias de 10838,53±2314 mm<sup>3</sup> e 1,34±0,80 µ/dL, respectivamente.

Na tabela 6 são apresentados os dados referentes ao comportamento ingestivo nas atividades de tempo de pastejo, ócio, ruminação e taxa de bocados.

**Tabela 6.** Comportamento ingestivo de vacas Holandesas submetidas a diferentes sistemas de produção. Alegrete/RS, 2013.

Atividade	Pasto	Pasto mais Concentrado	Confinamento	P <sup>1</sup>	DP <sup>2</sup>
Tempo Pastejo, min.	382,47 a	347,47 a	213,47 b	<.0001	±90.59
Tempo Ócio, min.	416,22 a	441,21 a	411,21 a	0.7397	±130.57
Tempo Ruminação, min.	351,22 b	361,22b	524,96 a	0.0003	±118,98
Taxa de Bocados, bocados/min.	17,25 a	17,31 a	-	0.9613	±2.32

<sup>1</sup> Probabilidade; <sup>2</sup> Desvio padrão \* Médias com letras diferentes, na linha, diferem entre si pelo teste Tukey a 5 %

A alteração nos padrões de apreensão de forragem e ingestão de alimentos por bovinos determina o grau de bem-estar animal na busca da dieta, através de respostas comportamentais que interagem em diferentes situações de alimentação e meio ambientes (PEREIRA et al., 2009).

Os bovinos podem modificar seu comportamento ingestivo de acordo com o tipo, quantidade, acessibilidade do alimento e práticas do manejo (FISCHER, et al 1996). O efeito da composição do alimento sobre o tempo de ingestão não está bem estabelecido, existindo estudos com dados contraditórios. Segundo Beauchemin & Buchanan-Smith (1989), vacas leiteiras aumentaram seu tempo diário de ingestão à medida que o teor de FDN na dieta aumentou de 26 para 34%. Já, Dulppy et al. (1980) observaram que a duração da atividade de ingestão diminui de 350 para 290

minutos quando o teor de fibra bruta aumentou de 20 para 35% de matéria seca. Neste trabalho se observa que os resultados obtidos, para animais em confinamento, apresentaram um tempo menor de pastejo, 213,47 min. (3,55h) em relação aos demais tratamentos, concordando com o observado no trabalho de Dulphy et al (1980). Outra possibilidade, talvez a principal, seja pela disponibilidade de alimento no cocho, que embora seja uma quantidade considerável, o fato de estar no cocho facilita o acesso não sendo necessário que o animal se desloque para colher sua dieta.

A complementação proteica com elevação de nitrogênio total pode estimular a atividade microbiana, promovendo a elevação na degradabilidade do alimento e conseqüentemente aumento da capacidade de ingestão devido a saída do substrato do rúmen. Para Dulphy & Michael-Doreau (1983), o teor original de N nos alimentos afeta o comportamento ingestivo. À medida que o teor de N das forragens verdes aumentou, o consumo de MS aumentou, assim como a velocidade de ingestão, embora o tempo de ruminação tenha diminuído.

O padrão de procura de alimentos por bovinos confinados, quando alimentados *ad libitum* é bem característico, com dois momentos principais, início da manhã e final da tarde, sendo que o tempo gasto nesta atividade para vaca leiteira estabulada tem sido de 4 horas e 30 minutos, podendo variar de 1 hora, para alimentos ricos em energia, até 6 horas ou mais, para alimentos de baixo valor energético (BURGER et al., 2000). Segundo Damasceno et al. (1999) animais estabulados são estimulados a procurar o alimento nos momentos da oferta. Os mesmos autores constataram que os animais não se interessaram pela refeição das 12 horas, coincidentemente no período em que a radiação solar é mais intensa. Neste estudo o alimento foi ofertado à vontade, sendo distribuído as 8 e as 17 horas.

O tempo médio de pastejo total por dia, nos dois dias de avaliações, foi de 382,47 min. (6 horas e 22 min.) para o tratamento pasto e 347,47 min. (5 horas e 47 min.) para o tratamento pasto mais concentrado. Neste trabalho verificou-se correlação negativa entre o tempo de pastejo e a massa de forragem ( $r^2 = -0,62413$ ;  $P = 0,0098$ ). Isto indica que a medida que a oferta de forragem aumenta, os animais permanecem mais tempo em uma menor quantidade de estações alimentares, levando a um maior número de refeições diárias, porém de curta duração, devido a uma maior velocidade de ingestão. A consequência disto é um menor tempo de pastejo.

Os resultados de tempo médio de pastejo total por dia são menores que os encontrados por Lima et al. (2000) que trabalhando com dois grupos de vacas mestiças em pastejo de Tanzânia e Capim Elefante, encontraram médias de 433,8 e 461,4 min., respectivamente. Também são menores que os resultados encontrados por Rossarola (2007), que trabalhando com vacas holandesas em pastagem de milho com e sem sombra, verificou média de 470 e 450 min., respectivamente, em um período de 20 horas. Maiores tempos de pastejo também foram encontrados, ambos em 24 horas de observação, por Pires et al (2001) que foram de 7 horas e 48 min., em vacas em lactação em pastagem de coastcross (*Cynodon dactylon*), sem suplementação e por Or et al (2001), de 7 horas e 42 min. utilizando vacas holandesas em pastagem de azevém perene suplementadas com 4Kg de concentrado por dia.

Nos animais a pasto a taxa de bocados foi semelhante entre os sistemas alimentares observados, em média de 17,28 bocados por minuto. Neste estudo, observou-se correlação negativa entre a altura de entrada na forragem e a taxa de bocados ( $r^2 = -0,57112$ ;  $P = 0,0208$ ), indicando que em pastagem com massa de forragem adequada, com alta proporção de folhas (neste estudo, 59,32%) permite uma maior seleção da composição da dieta e reduz a taxa de bocados, em função do aumento da massa de bocados.

Em pastagem de azevém, onde o comportamento dos animais é menos seletivo, Trevisan et al (2004), observaram uma taxa de bocados variando entre 54 e 58 bocados por minutos, valores estes muito acima dos encontrados neste trabalho. O valor observado, neste trabalho, pode ter ocorrido devido a uma maior disponibilidade de folhas (59,32%) na pastagem em relação a colmo (40,68%) o que pode ter permitido uma maior seleção da composição da dieta, reduzindo o número de bocados. Segundo Delagarde et al. (2001) em situações onde a massa de forragem é baixa a taxa de bocadas pode atingir 60 bocadas por minuto em bovinos adultos. Já em situação de massa de forragem elevada, os animais pastejam em ritmos próximos a metade do valor citado, indicando uma condição de maior conforto ou um ambiente menos estressante. Para Provenza et al. (1992), bovinos adequam a taxa de bocados com o tempo de pastejo como forma de adquirir quantidades suficientes de nutrientes para sua sobrevivência.



O ócio é considerado o período em que os animais não estão ingerindo alimento nem ruminando, estando incluídos os tempos de ingestão de água e atividades sociais.

O tempo destinado ao ócio foi semelhante para os três sistemas analisados, em média de 422,88 min (7,04h). Este valor encontrado é inferior aos observados por Phillips & Rind (2001), de 9h e 17 min. e por Orr et al. (2001) de 9 horas e 5 min. Nesta pesquisa, foi verificada correlação positiva entre tempo de ócio e altura de entrada da forragem ( $r^2 = 0,86772$ ). Isso pode ser explicado pela boa disponibilidade de forragem, determinando um menor tempo de pastejo, tendo como consequência, um maior tempo para o descanso.

O tempo de ruminação é influenciado pela natureza da dieta e parece ser proporcional ao teor de parede celular do volumoso (VAN SOEST, 1994). Para Dado & Allen (1994), a forma física da dieta influencia o tempo despendido nos processos de mastigação e ruminação.

O tempo destinado à ruminação foi maior para os animais do confinamento. Isso porque a composição do volumoso ofertado necessitava maior tempo destinado ao processamento desse material em relação a pastagem de sorgo forrageiro que, no período do experimento, apresentava em seu estágio de desenvolvimento, menores valores de FDN e maior digestibilidade, devido a maior quantidade de folhas à de colmos. Confirmando isto, neste estudo obteve-se correlação negativa entre a massa de forragem e o tempo de ruminação ( $r^2 = 0,86772$ ;  $P < 0,0001$ ). O valor encontrado neste trabalho de 524,96 minutos (8,7 h) está de acordo com os resultados obtidos por Welch & Hooper (1982), que não ultrapassa o limite de 9 horas, e com Fraser (1980) e Van Soest (1994) que afirmam que o tempo de ruminação para bovinos encontra-se normalmente na faixa de 4 a 9 horas.

Na tabela 7 são encontrados os tempos de pastejo diurno e noturno nos diferentes sistemas avaliados.

**Tabela 7.** Tempo de pastejo, em minutos, diurno e noturno nos diferentes sistemas avaliados. Alegrete-RS, 2013.

<b>Tratamento</b>	<b>Diurno (1)</b>	<b>Noturno (2)</b>	<b>P<sup>1</sup></b>	<b>DP<sup>2</sup></b>
<b>Pasto</b>	142,50 a	240,00 a	0.0184	74.60
<b>Pasto mais Concentrado</b>	142,50 a	205,00 b	0.0184	74.60
<b>Confinamento</b>	138,75 a	75,00 c	0.0184	74.60

<sup>1</sup> Probabilidade ;<sup>2</sup> Desvio padrão Médias com letras diferentes, na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey a 5 %; (1) Período compreendido entre as 7 e as 16 horas e 30 minutos; (2) Período compreendido entre as 19 e as 4 horas e 30 minutos.

Para Lee (1954) as condições climáticas e ambientais influenciam o pastejo dos bovinos. Os bovinos apresentam hábitos diurnos de pastejo sendo uma característica do comportamento, tendo prevalência durante as horas de luz. Entretanto a temperatura determina a proporção de pastejo diurno e noturno, sendo que, em temperaturas elevadas a atividade de pastejo ocorre com maior frequência à noite (FRASER & BROOM, 1997). Segundo Hafez (1973) e Blackshaw & Blackshaw (1994) durante o verão, o pastejo noturno é mais frequente devido às temperaturas serem mais amenas.

Nos dias em que foi feito a avaliação do comportamento ingestivo, a temperatura média do dia 26/01 no período noturno foi de 16,46°C e no período diurno foi de 20,94°C, sendo 24,2°C a temperatura mais elevada do dia, às 17 horas. No segundo dia de avaliação que foi realizado dia 15/02, a temperatura média no período noturno foi 23,32°C e no período diurno foi de 26,08°C. A temperatura mais elevada do dia foi 29,6°C e foi registrada às 17 horas.

Comparando os turnos (Tabela 8) nota-se que as vacas destinaram maior tempo para o pastejo noturno no tratamento pasto, 4 horas (62,7%), e no tratamento a pasto mais concentrado, 3 horas e 25 min. (59 %). O que difere dos resultados obtidos por Pires et al (2001), que verificaram o valor de 34,6% (2horas e 42 min.) para o pastejo noturno e por Balocchi et al (2002), que observaram valores entre 16,6 % (1 hora e 14 min.) e 12,8 % (1 hora e 3 min.).

O tempo de pastejo diurno para os tratamentos pasto e pasto mais concentrado foi de 2 horas e 23 min. representando 37,3% e 41%, respectivamente. Estes resultados são diferentes aos encontrados por Pires et al (2001), que verificaram valores de 65,2% , 5 horas e 5 min., para o pastejo diurno (período entre 6 e 17 horas) resultado semelhante ao encontrado por Albright (1993), de aproximadamente 66%.

Para Fraser & Broom (1990) vacas em confinamento passam em torno de cinco horas se alimentando, com ritmo diurno de alimentação e para Pires et al (2001), vacas em lactação confinadas apresentam 10 a 12 períodos de alimentação com aproximadamente 68% mais pronunciado no período diurno entre 6 e 18 horas.

Neste trabalho foi encontrado tempo de pastejo maior no período diurno, sendo de 2 horas e 18 min. (64,9%), que esta de acordo com os autores supracitados.

A tabela 8 apresenta os parâmetros fisiológicos avaliados, Frequência Respiratória (FR), Temperatura Retal (TR) e Temperatura de Pelame (TPE). A temperatura média e a umidade relativa do ar no momento da ordenha foram 24,88°C e 69,75% respectivamente. Os parâmetros fisiológicos FR, TR e TPE foram medidos no momento das ordenhas da manhã e tarde.

**Tabela 8.** Parâmetros fisiológicos de vacas Holandesas submetidas a diferentes sistemas de produção. Alegrete/RS, 2013.

Parâmetros	Pasto	Pasto mais Conc.	Confinamento	P <sup>1</sup>	DP <sup>2</sup>
<b>Frequência Respiratória, movimentos/min.</b>	27,55 b	34,59 a	27,55 b	<.0001	±5.97
<b>Temperatura Retal, °C</b>	39,24 b	39,60 a	39,17 b	<.0001	±0.40
<b>Temperatura de Pelame, °C</b>	33,45 b	34,28 a	33,52 b	<.0001	±1.02

<sup>1</sup> Probabilidade; Médias com letras diferentes, na linha, diferem entre si pelo teste Bonferroni a 5%; <sup>2</sup> Desvio padrão;

Não houve interação entre os diferentes sistemas de produção testados e os períodos avaliados ( $P > 0.05$ ) para as variáveis FR, TR e TPE.

A alteração da FR pode auxiliar os animais a dissipar calor endógeno. Segundo Pires et al. (2003), em ambientes termoneutros a FR varia entre 24 e 36 mov. min<sup>-1</sup>. Na pesquisa realizada, a FR encontra-se dentro da normalidade. Dentre os sistemas avaliados, o valor mais elevado foi observado nos animais que estavam a pasto e receberam concentrado. Isto pode ser explicado pela ineficiência dos mecanismos de termólise dos animais homeotérmicos. O calor metabólico somado com o calor recebido do ambiente torna-se maior que a quantidade de calor dissipado para o ambiente, o que ocasiona um aumento na TR. Com o aumento da temperatura corpórea, o organismo reage aumentando a sudorese e a frequência respiratória para eliminar o excesso de calor (MORAES et al. 2008).

A TR também é um bom indicador da temperatura corporal e pode ser considerada como índice de medição de adaptabilidade aos ambientes (FERRO et al, 2010). Segundo Martello et al. (2004), para bovinos, a TR normal está em torno dos 38,3 °C, podendo sofrer variações de acordo com a idade, sexo, nível nutricional, lactação e estágio reprodutivo. Para bovinos adultos leiteiros da raça

holandesa, a variação da TR é de 38,0°C a 39,0°C (BACCARI JUNIOR, 2001). No presente estudo, observou-se que as TR estiveram acima da normalidade, provavelmente devido a um aumento da temperatura ambiente no período, a qual representa a principal influência climatológica sobre esta variável fisiológica, seguida por ordem de importância, pela radiação solar, umidade relativa do ar e a movimentação do ar. Exposição a temperaturas iguais ou superiores a 27°C por várias horas resulta, frequentemente, em estoque excedente de calor endógeno, que é suficiente para aumentar a temperatura corporal acima dos 39 °C considerados normais para bovinos.

Segundo Silva (2000), a TPE não é homogênea e apresenta variações de acordo com a superfície anatômica. A superfície corporal apresenta temperatura mais variável, pois está mais sujeita às influências do ambiente externo. A literatura apresenta, para vacas holandesas alojadas em instalações climatizadas, uma TPE variando entre 31,6 °C às 6 horas e 34,7 °C às 13 horas, o que indica ausência de estresse térmico (MARTELLO et al., 2004). O que foi encontrado neste trabalho para os diferentes sistemas de produção estão dentro dos parâmetros normais. A energia térmica produzida pelas reações metabólicas aquece os tecidos internos a uma temperatura que pode ser estimada pela TR. Esta energia tende a passar para a superfície da epiderme por condução através dos tecidos e também carregada pelo sangue que irriga a superfície. Ao atingir a epiderme, a energia se reduz e tem-se a temperatura de superfície cutânea. Um animal homeotérmico ao ser exposto a um calor estressante reage promovendo uma vasodilatação periférica, aumentando o fluxo sanguíneo na pele e nos membros. Esta elevação no fluxo sanguíneo eleva a temperatura aumentando o gradiente térmico entre pele, membros e ambiente, resultando em maior perda de calor para o ambiente por radiação e convecção (ROBINSON, 2004).

Os valores mais altos de FR, TR e TPE encontrados no tratamento pasto mais concentrado pode ser justificado pelo incremento de calor metabólico, a partir do aumento da ingestão de matéria seca na dieta, prejudicando o balanço térmico.

Segundo Thatcher (2010) estes valores somados a altas temperaturas, elevada umidade relativa do ar e radiação solar, provocam hipertermia ou até mesmo estresse térmico em animais, o que se caracteriza por qualquer combinação de condições ambientais que deixem a temperatura ambiente maior que a zona de termoneutralidade do animal. Outro fator a ser considerado é o esforço físico, a partir

do deslocamento dos animais, nos tratamentos a pasto e pasto mais concentrado, além da maior radiação solar a que estes animais foram submetidos.

Na tabela 9 são apresentados os dados fisiológicos e o efeito dos horários em que esses dados foram medidos (TR, FR e TPE), bem como a temperatura, umidade relativa do ar e do ITU nos dois turnos de ordenha.

**Tabela 9.** Parâmetros fisiológicos de vacas Holandesas submetidas a diferentes sistemas de produção e dados de temperatura (°C), umidade relativa do ar (%) média e do ITU nos dois turnos da ordenha. Alegrete/RS,2013.

Parâmetros	Manhã	Tarde	P <sup>1</sup>	DP <sup>2</sup>
Temperatura de pelame*	31,85 b	35,41 a	<.0001	±2.33
Frequência respiratória**	22,98 b	35,39 a	<.0001	±9.18
Temperatura retal*	38,80 b	39,74 a	<.0001	±0.71
Temperatura média**	21,25 b	28,51 a	<.0001	±3.71
Umidade média*	83,24 a	56,27 b	<.0001	±15.89
Índice de Temp. e Umidade	68,15	76,64		

<sup>1</sup> Probabilidade ;<sup>2</sup> Desvio padrão; \*Médias com letras diferentes, na linha, diferem entre si pelo teste Tukey a 5%; \*\*Médias com letras diferentes, na linha, diferem entre si pelo teste Bonferroni a 5%.

O aumento da temperatura no turno da tarde exigiu dos animais uma adaptação em relação a TPE, FR e a TR na tentativa dos animais em dissipar calor interno. Estes resultados demonstram o efeito do calor à tarde, nestes parâmetros fisiológicos, no caso, acentuado pela ação da temperatura ambiente acima da temperatura crítica superior (27°C) durante o período. No turno da manhã, embora a umidade relativa do ar registrada tenha sido alta, a FR, TR e TPE mantiveram-se dentro dos parâmetros normais, o que sugere que os animais não sofreram a ação da umidade do ar elevada neste horário, comprovando que a temperatura ambiente é a causa principal deste tipo de estresse.

## **5. CONCLUSÃO**

Os sistemas de produção alteraram os parâmetros sanguíneos, fisiológicos e comportamentais de vacas holandesas em lactação, porém, mantiveram-se dentro dos limites fisiológicos normais, não ocorrendo diferenças na produção de leite.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Embora tenha ocorrido aumento em alguns dos parâmetros estudados neste experimento, estes se mantiveram dentro de limites capazes de causarem apenas um estresse moderado em vacas em lactação, independentemente do sistema de produção, não afetando a produção de leite. Provavelmente, isso se deve a capacidade de adaptação dos animais ao longo das gerações ao clima da região e devido os seus mecanismos termorregulatórios proporcionarem à raça a manutenção da produção de leite nessas condições.

## 7. REFERÊNCIAS

- AGUIAR, I. S. et al. **Produção de leite de vacas holandesas em função da temperatura do ar e do índice de temperatura e umidade**. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Anais, Fortaleza, 1996.v.33,p. 617-619.
- AIRES, J. L. F. **Produção, qualidade e perfil de ácidos graxos do leite de vacas holandesas conduzidas em pastagens de aveia-preta e azevém-anual, com e sem suplementação**. 2008. 263 p. Tese (doutorado). Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. UFRGS, Porto Alegre, 2008.
- AIURA, A. L. O. et al. Respostas termorreguladoras de cabras Saanen e Pardo Alpina em ambiente tropical. **Archivos de Zootecnia**. Córdoba, v. 59, n. 228, p. 605-608, 2010.
- ALBRIGHT, J.L. Nutrition and feeding calves: Feeding behavior of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.2, p.485- 498, 1993.
- ALMEIDA, G. L. P. et al. Investimento em climatização na pré-ordenha de vaca girolando e seus efeitos na produção de leite. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.12, p.1337-1344, 2010.
- APPLEBY, M.C.; HUGHES, B.O. **Animal welfare**. Wallingford: CAB International, 1997, 316p.
- ARAÚJO, A. P. **Estudo comparativo de diferentes sistemas de instalações para a produção de leite tipo B, com ênfase nos índices de conforto térmico e na caracterização econômica**. 2001. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- ARCARO JUNIOR, I. et al. Teores plasmáticos de hormônios, produção e composição do leite em sala de espera climatizada. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 350-354, 2003.
- ARMSTRONG, D.V. Heat stress interaction with shade and cooling. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.2044-2050, 1994.
- ARRUDA, R. **Preço do leite foi o que colocou Brasil na 3ª posição do ranking mundial**. Rural Centro Uol. 2012. Acesso em 10/08/2013. Disponível em: <http://ruralcentro.uol.com.br/noticias/preco-do-leite-foi-o-que-colocou-brasil-na-3-posicao-do-ranking-mundial-62007#y=344>
- AZEVEDO, M. **Efeitos do verão e do inverno sobre os parâmetros fisiológicos de vacas mestiças Holandês-Zebu, em lactação, na região de Coronel Pacheco, MG**. 2004. 85 f. Tese (Doutorado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.
- BACCARI JR, F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Editora UEL. Londrina, PR, 142 p. 2001.



BACCARI JR. et al. **Hipertemia, taquipnéia e taquicardia em vacas holandesas malhadas de vermelho sob stress térmico**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 1., Jaboticabal, 1995. Anais...p. 15-26, 1995.

BACCARI JÚNIOR, F., **Adaptação de sistemas de manejo na produção de leite em clima quente**. In: SILVA, I. J. O. *Ambiência na produção de leite*. Piracicaba: ESALQ/FEAIQ, 1998. p. 24-65.

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

BALOCCHI, O. et al. Comportamiento de vacas lecheras em pastoreo com y sin suplementación com concentrado. **Agricultura Técnica**, v.62, n.1, p.87-98, 2002.

BARNETT, J.L.; HEMSWORTH, P.H. The validity of physiological and behavioural measures of animal welfare. **Applied Animal Behaviour Science**. v.38, p.177-187, 1990.

BARROS, F. L. A.; DE LIMA, J. R. F.; FERNANDES, R. A. S. Análise da estrutura de mercado na cadeia produtiva do leite no período de 1998 a 2008. **Revista de economia e agronegócio**. V. 8, n. 2, p. 22, 2010. ISSN 1679-1614.

BEAUCHEMIN, K. A.; BUCHANAN-SMITH, J. G. Effects of dietary neutral detergent fiber concentration and supplementary long hay on chewing activities and milk production of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 72, n. 9, p. 2288-2296, 1989.

BEEDE, D.K.; COLLIER, R.J. Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. **Journal Animal Science**, Savoy, v.62, p. 543-545, 1986.

BERTIPAGLIA, E. C. A. et al. Desempenho reprodutivo, características do pelame e taxa de sudação em vacas da raça Braford. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 37, n. 9, p. 1573-1583, 2008.

BEZERRA, L. R. et al. Perfil hematológico de cabras clinicamente sadias criadas no cariri paraibano. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p.955-960, 2008.

BIBALKE, D. The effect of high somatic cell count on the quality of dairy products. Dairy, Food and Environmental Sanitation, **Ames**, v. 4, p. 67-68, 1984.

BIRGEL JÚNIOR, E. H. et al. Valores de referência do eritrograma de bovinos da raça Jersey criados no Estado de São Paulo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 53, n. 2, p. 164-171, 2001.

BLACKSHAW, J. K.; BLACKSHAW, A. W. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behavioral: a review. **Australia Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v. 34, n. 2, p. 285-295, 1994.

BRÂNCIO, P. A. et al. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo: comportamento ingestivo de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1045-1053, 2003.

BRASIL. Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2011.

BREAZILE J. E. (1988): **The physiology of stress and its relationship to mechanism of disease and therapeutics**. In: Howard, J. L. Veterinary Clinics of North America Food Animal Practice. Philadelphia: W. S. Sanders Company, 4 (3): 441-480.

BROOM D.M.; FRASER, A.F. **Domestic Animal Behaviour and Welfare**. Wallingford (UK), CAB Int., 437 p. 2007.

BROOM, D.M. Animal welfare: concepts and measurement. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.69, p.4167-4175, 1991.

BROOM, D.M. Indicators of poor welfare. **British Veterinary Journal**, London, v.142, p.524-526, 1986.

BUCKHAM, K. R. et al. Transportation of young beef bulls alters circulating physiological parameters that may be effective biomarkers of stress. **J Anim Sci**. 86:1325-34. 2008.

BROUCEK, J. et al. Effect of hot temperatures on the hematological parameters, health and performance of calves. **International Journal of Biometeorology**, v.15, p.201-208, 2009.

BUFFINGTON, D.E. et al. Black globe-humidity index (ITGU) as confort equation for dairy cows. St. Joseph, MI, USA. **Transactions of ASAE**, v.24, n.3. p. 711-14.1981.

BURGER, P. J. et al. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 29, n. 1, p. 236-242. 2000.

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

CAMPOS, R. et al. Parâmetros hematológicos e níveis de cortisol plasmático em vacas leiteiras de alta produção no Sul do Brasil, **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**., São Paulo, v. 45, n. 5, p. 354-361, 2008.

COLLIER, R. J. et al. Major advances associated with environmental effects n dairy cattle. **Journal of Dairy Science, Champaign**, v. 89, n. 4, p. 1244-1253, 2006.

CONSTANZO, D.A. et al. Supplementation of Nicotinic for Lactating Holstein Cows Under Heat Stress Conditions. **Journal Dairy Science**. 1997.80:1200-1206.

COSGROVE, D. J. Assembly and enlargement of the primary cell wall in plants. **Annu. Rev. Cell Dev. Biol**. 13, 171–201. 1997.

COSTA, M.J.R.P. et al. Polimorfismo da hemoglobina, hematócrito e taxa de hemoglobina em vacas Jersey. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.1, p.23-30, 1985.

CRUZ, L.V. et al. Efeitos do estresse térmico na produção leiteira. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**. v.1, n.16, 2011.

DADO, R.G.; ALLEN, M.S. Variation in and relationships among feeding, chewing, and drinking variables for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 77, p. 132-144, 1994.

DAMASCENO, J. C., TARGA, L. A. Definição de variáveis climáticas na determinação da resposta de vacas holandesas em um sistema "free stall". **Energia na Agricultura. Botucatu**, v.12, n. 2, 1997. p.12-25.

DAMASCENO, J.C.; BACCARI JR,F.; TARGA, L.A. Respostas comportamentais de vacas holandesas, com acesso a sombra constante ou limitada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 4, p. 709-715, 1999.

DELAGARDE, R. et al. Ingestion de l'herbe par les ruminants au pâturage. In : Nouveaux regards sur le pâturage. Association Française pour la Production Fourragère. **Proceedings...** p.53-68. 2001.

DELFINO, L.J.B. et al. Efeito do estresse calórico sobre o eritrograma de ruminantes. **Agropecuária científica no semiárido**, V. 8, n. 2, p. 01-07, abr - jun, 2012.

DICKSON, W.M. **Endocrinologia, reprodução e lactação.Glândulas endócrinas**. In: SWENSON, M.J. Dukes: Fisiologia dos Animais Domésticos. Rio de Janeiro, Guanabara-Koogan, 1988. p.667-87.

DU PREEZ, J.H. Parameters for the determination and evaluation of heat stress in dairy cattle in South Africa. **Journal of Veterinary Research**, v. 67,p. 263 – 271, 2000.

DULPHY, J. P. et al. **Ingestive behavior and related activities in ruminants. In: Digestive physiology and metabolism in ruminants**. Wesport., p. 103-122. 1980.

DULPHY, J.P., MICHALET-DOREAU, B. Comportement alimentaire et méricyque d'ovins et de bovins recevant des fourrages verts. **Ann. Zootech.**, Paris, v.32 p. 465-474. 1983.

ELLIS, K. A. et al. Dairy cow cleanliness and milk quality on organic and conventional farms in the UK. **Journal ok Dairy Research**, v. 74, pg 302-310. 2007.

FEITOSA, A.N. **Manejo Nutricional de gado de leite submetido em condições de estresse calórico**. Rio Largo, AL: CECA/UFAL, 2005. 26p. (Trabalho de Conclusão de Curso).

FERREIRA, F. et al. Taxa de sudação e parâmetros histológicos de bovinos submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, p.763-768, 2009.

FERREIRA, R. A. **Maior Produção com Melhor Ambiente para aves, suínos e bovinos**. 1.ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005. 371p.

FERRO, F.R.A. et al. Efeito do estresse calórico no desempenho reprodutivo de vacas leiteiras. **Revista Verde**. v.5, n.5, p.01-25, 2010.

FISCHER, V. **Efeitos do fotoperíodo, da pressão de pastejo e da dieta sobre o comportamento ingestivo de ruminantes**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996. 243p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996.

FISCHER, V. et al. Padrões da distribuição nictemeral do comportamento ingestivo de vacas leiteiras, ao início e ao final da lactação, alimentadas com dieta à base de silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.2129- 2138, 2002.

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

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

FRASER, D. et al. The term “stress” in a veterinary context. **Br. Veterinary Journal**. v. 131, p.653-662, 1975.

FRASER, D., RUSHEN, J. **Aggressive behavior**. In: PRICE, E.O. The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice. Philadelphia, Sanders, 1987. p. 285-305.

GAUGHAN, J.B.et al. A new heat load index for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**. Vol. 86, p. 226-234, 2008.

GEBREMEDHIN, K. G.; PORTER, W. P.; CRAMER, C. O. Quantitative analysis of the heat exchange through the fur layer of Holstein calves. **Transactions of the ASAE**, Saint Joseph, v. 26, n. 1, p. 188–193, 1983.

GEBREMEDHIN, K.G.; WU, B. Sensible and latent heat losses from wet-skin surface and fur layer. **American Society of Agricultural Engineering**. ASAE PAPER 01-4030. p.1-31, 2001.

GIESECKE, W. H. The effect of stress on udder health of dairy cows. **Onderstepoort. Journal Veterinary Research**, Pretória, v.52, 1985. p.175-193.

GLASER, F.D. **Aspectos comportamentais de bovinos da raça Angus a pasto frente à disponibilidade de recursos de sombra e água para imersão**. 2003. 84 f. Dissertação (Mestre em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

GOLDBERG, S. **Descomplicando a fisiologia**. Porto Alegre, Artes Médicas, 1997. 203p

GONYOU, H. W. Why the study of animal behavior is associated with the animal welfare issue. **Journal of Animal Science**, v.72, n.8, p.2171-2177, 1994.

GÜTLER, H.; KETZ, A.; KOLB, E. **Fisiologia veterinária**. 2. ed. São Paulo: Guanabara, 1986. 569 p.

HAFEZ, E.F.E. *Adaptacion de los animales domesticos*. Barcelona:Labor, 1973.

HAHN, G.L. et al. Cattle respiration rate as a function of ambient temperature. **Transactions of American Society of Agricultural Engineering**, v.40, p.97-121, 1997.

HARDY, R. N. **Temperatura e vida animal**. 2. ed. São Paulo: EPU/EDUSP, 1981. 91 p.

HARMON, R. J. Symposium: mastitis and genetic evaluation for SCC – physiology of mastitis and factors affecting SCC. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, n. 7, p. 2103-2112, 1994.

HEIN, K.G.; ALLRICH, R.D. Influence of exogenous adrenocorticotrophic hormone on estrous behavior in cattle. **J Anim Sci**. 1992;70:243-7.

HODGSON, J. *Grazing management: science into practice*. **Longman: Scientific & Technical**, 1990. p. 1-5, 25-37, 121-133.

HUBER, J.T. **Alimentação de vacas de alta produção sob condições de stress**

IGONO, M.O. et al. Environmental profile and critical temperature effects on milk production of Holsteins cows in desert climate. **International Journal Biometeorology**, v. 36, p. 77-8, 1992.

JAIN, N. C. **Essentials of veterinary hematology**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1993. 417 p.

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

JOHNSON, T.R.; COMBS, D.K. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. **J**.

KADZERE, C. T. et al. Heat stress in lactating dairy cows: a review. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 77, n. 1, p. 59-91, 2002.

LEE, D.H.K. **Tolerancia de los animales domesticos al calor**. S.I: FAO, 1954, p. 104-109.

LEE, J. A. et al. Effect of temperature season on bovine adrenal cortical function, blood cell profile, and milk production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 59, n. 1, p. 104-108, 1974.

LIGEIRO, E. C. et al. Perda de calor por evaporação cutânea associada às características morfológicas do pelame de cabras leiteiras criadas em ambiente tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 35, n. 2, p. 544-549, 2006.

LIMA, N.C. et al. Tempo de pastejo de vacas mestiças em sistema rotacionado de capim tanzânia (*Panicum maximum*) ou capim-elefante (*Pennisetum purpureum*). In: XXXVII Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 37., Viçosa, 2000. **Anais...** Viçosa, 2000.

LOPES, S.T.A. et al. **Manual de patologia clínica veterinária**. 3ª edição. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA, 2007.

LU, C.D. Effects of heat stress on goat production. **Small Rum. Res.**, Amsterdam, v.2, 1989. p.151-162.

MACHADO, P. F. **Efeitos da alta temperatura sobre a produção reprodução sanidade de bovinos leiteiros: ambiência na produção de leite em clima quente**, In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1., 1998, Piracicaba, SP. Anais. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 179- 188.

MAIA, A. S. C.; SILVA, R. G.; BERTIPAGLIA, E. C. A. Características do pelame de vacas holandesas em ambiente tropical: um estudo genético e adaptativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 32, n. 4, p. 843-853, 2003

MARAI, I. F. M.; HAEEB, A. A. M. Buffalo's biological functions as affected by heat stress: a review. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 127, n. 2-3, p. 89-109, 2010.

MARCHETO, F. G. et al. Efeito das temperaturas de bulbo seco e de globo negro e do índice de temperatura e umidade, em vacas em produção alojadas em sistema free-stall. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v.39, n.6, p.320-323, 2002.

MARQUES, J. A. I **Curso de atualização por tutoria à distância atualização da produção de bovinos de corte**, p. 486 – 527, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, 2001.

MARQUES, J. A. **O Stress e a Nutrição de Bovinos**. Maringá: Imprensa universitária, 42p. 2000.

MARTELLO, L. S. **Diferentes recursos de climatização e sua influência na produção de leite, na termorregulação dos animais e no investimento das instalações**. 2002. 67f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP. 2002.

MARTELLO, L. S. et al. Resposta Fisiológica e Produtiva de Vacas Holandesas em Lactação Submetidas a Diferentes Ambientes. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.181-191, 2004.

MARTELLO, L.S. **Interação animal-ambiente: efeito do ambiente climático sobre as respostas fisiológicas e produtivas de vacas Holandesas em free-stall**. 2006. 113p. Tese (Doutorado em Qualidade e Produtividade Animal) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo. 2006.

MATARAZZO, S.V. **Eficiência do sistema de resfriamento adiabático evaporativo em confinamento tipo freestall para vacas em lactação**. 2003. 143p.

Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2004.

MAZIEIRO, R.R.D. et al. Avaliação das concentrações plasmáticas de cortisol e progesterona em vacas nelore (*Bos taurus indicus*) submetidas a manejo diário ou manejo semanal. **Vet. e Zootec.** 2012 set.; 19(3): 366-372.

MEIRELES, I.P. **Influência do sombreado em parâmetros fisiológicos e produtivos de vacas mestiças (holandês x zebu)**. Dissertação. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. ITAPETINGA, BAHIA. 2005.

MERTENS, D.R. **Regulation of forage intake**. In: Forage quality, evaluation and utilization. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.450-493.

MOLENTO, C.F.M. Bem-Estar e produção animal: aspetos econômicos – Revisão. **Archives of Veterinary Science**. v. 10, n. 1, p. 1-11, 2005.

MORAIS, D. A. E. F. et al. Variação anual de hormônios tireoideanos e características termorreguladoras de vacas leiteiras em ambiente quente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 3. Viçosa, MG, Mar 2008.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria de Agricultura, 1961. 42p.

NÃÃS, I. A & ARCARO Jr, I. Influência de ventilação e aspersão em sistemas de sombreamento artificial para vacas em lactação em condições de calor. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.1, p. 139-142, 2001.

NEIVA, S, R. **Produção de Bovinos Leiteiros**. Lavras: UFLA-1998/ 534 p.

NICKERSON, S. C. Bovine mammary gland: structure and function; relationship to milk production and immunity to mastitis. **Agri-Practice**, Santa Barbara, v. 15, n. 1, p. 11-18, 1994.

NÓBREGA, G. H. et al. A produção animal sob a influência do ambiente nas condições do semiárido nordestino. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**. Vol. 06, n. 01, p. 67- 73, 2011.

NUNES, A.S. et al. Efeito de dois regimes de suplementação alimentar e dois sistemas de produção, nos constituintes sanguíneos de cabras saanen durante a lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 3, p. 1245-1250, 2002.

OLIVO, C. J. et al. Comportamento de vacas da raça holandesa em pastagem manejada sob princípios agroecológicos. **Cienc. Rural** [online]. 2005, vol.35, n.4, pp. 862-869. ISSN 0103-8478.

OLIVO, C.J. et al. Comportamento de vacas em lactação em pastagem manejada sob princípios agroecológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2443-2450, 2006.

ORR, R.J.S. et al. Matching grass supply to grazing patterns for dairy cows. **Grass and Forage Science**, v.56, n.35, p.352-361, 2001.

PAES, P. R. et al. Comparação dos valores hematológicos entre caprinos fêmeas da raça Parda Alpina de diferentes faixas etárias. **Veterinária Notícias**, [S.l.]. v.6, n.1, p.43-49, 2000.

PEREIRA, C.C.J. **Fundamentos de Bioclimatologia Aplicados à Produção Animal**. 1.ed. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005. 195p

PERISSINOTTO, M. et al. Avaliação da produção de leite em bovinos utilizando diferentes sistemas de climatização. **Revista Ciência Agrárias**, Manaus, v.30, n.1, p.135-142, 2007.

PHILLIPS, C.J.; RIND, M.I. The effects of social dominance on the production and behavior of grazing dairy cows offered forage supplements. **Journal of Dairy Science**, v.85, n.1, p.51-59, 2001.

PHILPOT, W. N.; NICKERSON, S. C. **Origem e significado das células somáticas: vencendo a luta contra a mastite**. Naperville: Milkbuzz, 2002.

PHILPOT, W.N. **Importância da contagem de células somáticas e outros fatores que afetam a qualidade do leite**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DO LEITE, 1., 1998, Curitiba. Anais... Curitiba: [s.n.], p.28-35. 1998a.

PINARELLI, C. The effect of heat stress on milk yield. **Latte**, Milan, v. 28, n. 12, p. 36-38, 2003.

PIRES, M. de F.A. et al. **Comportamento alimentar de vacas holandesas em sistemas de pastagens ou em confinamento**. Minas Gerais : EMBRAPA Gado de Leite, 2001. 2p. (Boletim Técnico, 2).

PIRES, M. F. A. et al. **Estresse calórico em Bovinos de Leite**. Caderno técnico de Veterinária e Zootecnia, n.29, pgs.: 23-37, 1999.

PIRES, M.F.A et al. **Clima: Influência na produção de leite**. In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, Anais, Piracicaba, 1998. p.68-102.

PIRES, M.F.A. et al. **Zoneamento da região Sudoeste do Brasil, utilizando o índice de temperatura e umidade**. Boletim de pesquisa e desenvolvimento – Embrapa, Juiz de Fora. 21p. 2003.

POLLI, V.A. et al. Comportamento de bovinos e bubalinos em regime de confinamento. I Atividades. **Ciência Rural**, v.25, n.1, p.127-131, 1995.

PORCIANATO, M. A. F. et al. Influência do estresse calórico na produção e qualidade do leite. **Revista Ciência Agrária e Ambiental**, Curitiba, v.7, n.4, p.483-490, 2009.



PROVENZA, F.D. et al. Mechanisms of learning in diet selection with reference to phytotoxicosis in herbivores. **Journal of Range Management**, v.45, p.36 - 45. 1992.

RAY, D.E.; ROUBICECK, C.B. Behaviour of feedlot cattle during two seasons. **Journal of Animal Science**, v.33, n.1, p.46-51, 1971.

ROBERTO, J.V.B. et al. Parâmetros hematológicos de caprinos de corte submetidos a diferentes níveis de suplementação no semi-árido paraibano. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 1, p.127-132, jan.-mar. 2010.

ROBINSON, N. E. **Homeostase e Termorregulação**. In: CUNNINGHAM, J. G.; Tratado de Fisiologia Veterinária. 3. ed. p. 550-561. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2004.

RODRIGUES, R. **Depois da tormenta**. São Paulo, São Paulo, Brasil: 2008. 288

RODRÍGUEZ, N. M. et al. **Uso de indicadores para a estimativa de consumo a pasto e digestibilidade**. In: SIMPÓSIO DA 43<sup>o</sup> REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 43, 2006. João Pessoa. Anais.... João Pessoa, SBZ, p.263-282. 2006.

ROSENBERG, L. J. et al. **Human and animal biometeorology**. In: Microclimate, the biological environment. New York: Wiley-interscience Publication, 1983.

ROSENBERG, L.J. et al. **Human and animal biometeorology**. In: Microclimate the biological environment. 2 ed. New York; Wiley – Interscience,1983. p. 425-467

ROSSAROLA, G. **Comportamento de vacas leiteiras da raça holandesa, em pastagem de milho com e sem sombra**. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria. 2007. 47 p. Dissertação de mestrado. UFSM. 2007.

ROSSAROLLA, G. **Comportamento de vacas leiteiras da raça holandesa, em pastagem de milho com e sem sombra**. 2007. 47p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2007.

RUCKEBUSH, Y., PHANEUF, L.P., DUNLOP, K. **Physiology of Small and Large Animals**. Philadelphia, Decker, 1991, p.513-20.

RUSHEN, J. et al. Human contact and the effects of acute stress on cows at milking. **Applied Animal Behaviour Science**, v.73, p.1-14, 2001.

SANT'ANNA, A. C. et al. 2011. The relationship between dairy cow hygiene and somatic cell count in milk. **Journal of Dairy Science** Vol. 94: 3835-3844, No. 8, 2011.

SANTOS, M. V.; FONSECA, L. F. L. **Composição e propriedades físico-químicas do leite**. Curso online: monitoramento da qualidade do leite. Disponível em [www.agripoint.com.br](http://www.agripoint.com.br). Acesso em 09 de setembro de 2013.

SILVA, B. C. da M. **Efeito do ambiente térmico nas respostas fisiológicas, produtivas, características do pelame e no comportamento de vacas**

**holandesas puras por cruza no Norte de Minas Gerais** (Dissertação). Montes Claros, MG: ICA/UFMG, 2011. 124 p. (a)

SILVA, E.M.N.; SOUZA, B.B.; SILVA, G.A. Parâmetros fisiológicos e hematológicos de caprinos em função da adaptabilidade ao semiárido. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**. v.06, n 03 julho/setembro 2010 p. 01 – 06.

SILVA, R. G. Estimativa do balanço térmico por radiação em vacas holandesas expostas ao sol e à sombra em ambiente tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1403-1411, 1999.

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

SILVA, R.G. et al. **Escolha de índices de estresse térmico para vacas leiteiras em ambientes tropical**. In: Congresso Brasileiro de Biometeorologia, 4. 2006. Rubeião Preto. Anais... Ribeirão Preto:BBBio, 2006. 1 CD-ROM.

SILVA, R.G.; MAIA, A. S. C. Evaporative cooling and cutaneous surface temperature of holstein cows in tropical conditions. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Vol. 40, n. 05, p. 1143-1147, 2011.

SIQUEIRA, T.C.P.A. et al. Dados climáticos para avaliação de desempenho térmico de edificações. REM: **Revista Escola de Minas**, v.58, n.2, p.133-138, 2005.

SMITH, B.P. **Tratado de medicina veterinária interna de grandes animais**. 1. ed. São Paulo: Manole Ed. Ltda, 1993. 900p.

SMITH, K. L. et al. Environmental mastitis: cause, prevalence, prevention. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 68, n. 6, p. 1531-1553, 1985.

SOUZA, B. B. et al. Efeito do clima e da dieta sobre os parâmetros fisiológicos e hematológicos de cabras da raça saanen em confinamento no sertão paraibano. **Revista Verde** (Mossoró – RN – Brasil) v.6, n.1, p. 77 – 82 janeiro/março de 2011.

SOUZA, B.B. et al. Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semiárido**. Vol.06, n. 02, p. 59 - 65, 2010.

SOUZA, B.B.; BATISTA, N.L. Os efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia animal. **Revista Agropecuária científica no semiárido**. V. 8, n. 3, p. 06-10, jul - set, 2012.

SOUZA, E. D. **Respostas fisiológicas de caprinos de diferentes grupos genéticos às condições do semi-árido nordestino**. 2003. 83 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2003

SOUZA, S. R. L. et al. Análise das condições ambientais em sistema de alojamento free-stall para bovinos de leite. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.8, n.2/3, p.299-303, 2004.

SPIZ, L.S. **Interação animal-ambiente: efeito do ambiente climático sobre as respostas fisiológicas e produtivas de vacas Holandesas em free-stall**. 2006.

110f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2006.

STOBBS, T.H. Milk production, milk composition, rate of milking and grazing behavior of dairy cows grazing two tropical grass pasture under a leader and follower systems. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, v.18, n.1, p.5-11, 1978.

STOWELL, R. R. Heat stress relief and supplemental cooling. In: DAIRY HOUSING AND EQUIPAMENT SYSTEM CONFERENCE, Ithaca, 2000. **Proceedings**, New York: NRAES, 2000.

SWANSON, J.C. Farm animal well-being and intensive production systems. **Journal of Animal Science**, v.73, n.10, p.2744-2751. 1995.

SWENSON, M. J.; REECE, W. O. **Fisiologia dos animais domésticos**. 11 ed. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro; 1996, 856 p.

**térmico**. In: Bovinocultura Leiteira. FEALQ, 1990. p.33-48.

THATCHER, W. W. **Manejo de estresse calórico e estratégias para melhorar o desempenho lactacional e reprodutivos em vacas de leite**. XIV CURSO NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 2010. Uberlândia, MG. Anais... 2010, p. 2-25.

TREVISAN, N.B. et al. Comportamento ingestivo de novilhos de corte em pastagem de aveia preta e azevém com níveis distintos de folhas verdes. **Revista Ciência Rural**, v.34, n.5, p.1543-1548, 2004.

TRISTÃO, P. **Conforto Animal para Maior Produção de Leite**. Portal Agropecuário. Disponível em <http://www.portalagropecuário.com.br/bovinos/pecuaria-de-leite/conforto-animal-para-maior-producao-de-leite/> Acesso: Setembro de 2011.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Cornell : Ithaca, 1994. 476p.

VASQUEZ, E. F. A.; HERRERA, A. P. N. Concentração plasmática de cortisol, uréia, cálcio e fósforo em vacas de corte mantidas a pasto suplementadas com levedura de cromo durante a estação de monta. **Ciência Rural**, v. 33, n. 4, p.743-747, 2003.

VIANA, R. B. et al. Influência da gestação e do puerpério sobre o leucograma de caprinos da raça Saanen, criados no Estado de São Paulo. **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**, São Paulo, v. 39, n. 4, p. 196-201, 2002.

VILELA, R. A. **Comportamento e termorregulação de vacas Holandesas lactantes frente a recursos de ventilação e nebulização em estabulação livre**. 2008. 87f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo, Pirassununga.

WELCH, J.G.; HOOPER, A.P. Ingestion de alimentos y agua. In: CHURCH, D.C. **El rumiante: fisiología digestiva y nutrición**. Zaragoza : Acribia, 1982. Cap.5, p.117-126.

WEST, J. W. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, n. 6, p. 2131-2144, 2003.

WEST, W.J. Nutritional strategies for managing the heat-stressed dairy cow. **J. Anim. Sci.** V. 77, suppl. 2/J, p. 21-35, 1999.

YOSHIDA, C. Response of plasma cortisol and progesterone after ACTH challenge in ovariectomized lactating dairy cows. **J Reprod Dev.** V. 51:99-107. 2005.