

**LUIZ ANTÔNIO DE ALMEIDA NETO**

**RESFRIAMENTO ADIABÁTICO EVAPORATIVO NA PRODUÇÃO DE  
BOVINOS DE LEITE NO INVERNO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

**Recife  
2013**

**RESFRIAMENTO ADIABÁTICO EVAPORATIVO NA PRODUÇÃO DE  
BOVINOS DE LEITE NO INVERNO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

**LUIZ ANTÔNIO DE ALMEIDA NETO**

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. **Héilton Pandorfi**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Recife  
2013

### Ficha Catalográfica

A447r Almeida Neto, Luiz Antônio de  
Resfriamento adiabático evaporativo na produção de  
bovinos de leite no inverno do semiárido brasileiro / Luiz  
Antônio de Almeida Neto. -- Recife, 2013.  
87 f.: il.

Orientador (a): Héilton Pandorfi.  
Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) –  
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de  
Tecnologia Rural, Recife, 2013.  
Referências.

1. Climatologia 2. Animais- Comportamento 3. Girolando  
4. Conforto térmico I. Pandorfi, Héilton, Orientador II. Título

CDD 630

**LUIZ ANTÔNIO DE ALMEIDA NETO**

**RESFRIAMENTO ADIABÁTICO EVAPORATIVO NA PRODUÇÃO DE  
BOVINOS DE LEITE NO INVERNO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Dissertação defendida e aprovada em 31 de julho de 2013 pela Banca  
Examinadora:

Orientador:

---

Héilton Pandorfi, Prof. Dr.  
DTR-UFRPE

Examinadores:

---

Ricardo Brauer Vigoderis, Prof. Dr.  
UAG/UFRPE

---

Geber Barbosa de Albuquerque Moura, Prof. Dr.  
DEPA/UFRPE

---

Cristiane Guiselini, Profa. Dra.  
DTR/UFRPE

*Aos meus pais, Lamartine Almeida e Ana Lucia Pires,  
por todo apoio, confiança e amor incondicional.*

*Ao meu irmão, Lamartine Júnior, pela amizade e companheirismo.*

*À minha namorada, Pollyanna Amorim, pela compreensão, paciência, carinho e incentivo.*

*Aos meus amigos.*

**DEDICO E OFEREÇO**

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, que me deu a oportunidade de continuar a minha caminhada na busca pelos meus sonhos.

À minha família, que esteve sempre ao meu lado, partilhando das dificuldades e exaltando as alegrias.

Ao professor Dr. Héilton Pandorfi, pela orientação atenciosa, confiança, incentivo, compreensão, tempo dedicado e contribuição na realização deste trabalho. Ficarei sempre grato por todo apoio e atenção que me foram dados.

Ao professor Me. Gledson Pontes, pela concessão dos dados, amizade e colaboração na execução deste trabalho, por não hesitar em compartilhar suas experiências e esclarecer dúvidas.

À professora Dra. Cristiane Guiselini, por sua disposição, paciência, incentivo e alegria.

Ao professor Dr. Marcos José Correia, por compartilhar seus ensinamentos e experiências.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UFRPE pela oportunidade e todo conhecimento adquirido.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos para a realização do mestrado.

Aos meus amigos do Grupo de Pesquisa em Ambiente (GPESA), pelos momentos de trabalho, dedicação, dificuldades com o acesso a rede e momentos de alegria.

Aos meus amigos de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, pela amizade, apoio, companheirismo e momentos de felicidade. Em especial a minha turma (Cleene Lima, Marcos Félix, Vinicius Mendes e Renato Lima).

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

## Sumário

AGRADECIMENTOS .....	6
LISTA DE FIGURAS .....	9
LISTA DE TABELAS .....	11
RESUMO .....	12
ABSTRACT .....	12
1 - INTRODUÇÃO GERAL.....	13
2 - REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 - O clima e a produção de leite.....	15
2.2 - Sistemas de produção .....	18
2.3 - Conforto térmico para bovinos leiteiros .....	20
2.4 - Controle do ambiente.....	21
2.5 – Sistema de resfriamento adiabático evaporativo para bovinos de leite... 24	
2.6 - Respostas fisiológicas.....	26
2.7 - Respostas comportamentais.....	27
2.7.1 - Consumo de alimento .....	28
2.7.2 - Consumo de água.....	28
2.7.3 - Ruminação.....	29
2.7.4 - Ócio .....	29
2.8 - Produção, composição química e qualidade do leite.....	30
3 - REFERÊNCIAS .....	31
CAPÍTULO 1 .....	40
RESUMO .....	41
ABSTRACT .....	41
INTRODUÇÃO.....	42
MATERIAL E MÉTODOS.....	43
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	52
CONCLUSÕES.....	61
REFERÊNCIAS .....	61
CAPÍTULO 2.....	64
RESUMO .....	65
ABSTRACT.....	65

INTRODUÇÃO.....	66
MATERIAL E MÉTODOS.....	67
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	72
CONCLUSÕES.....	83
REFERÊNCIAS .....	84

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da propriedade no município de Capoeiras, Estado de Pernambuco, Brasil.....	44
Figura 2 - Animais selecionados para o estudo.....	45
Figura 3 - Esquema de localização dos setores de pós-ordenha, área de descanso e comedouro.....	46
Figura 4 - Planta baixa do curral de espera e localização dos ventiladores e das linhas de nebulização.....	47
Figura 5 - Corte transversal do curral de espera e posicionamento dos ventiladores.....	48
Figura 6 - Corte longitudinal do curral de espera e posicionamento das linhas de nebulização e disposição dos sensores.....	49
Figura 7 - Sensores no interior do curral de espera (A); detalhe do abrigo meteorológico no ambiente externo (B).....	49
Figura 9 - Registro de temperatura do pelame.....	51
Figura 10 - Variação da temperatura do ar nos diferentes tratamentos e no abrigo meteorológico (ambiente externo) no turno da manhã (A) e da tarde (B).....	56
Figura 11 - Variação da umidade relativa nos diferentes tratamentos e no abrigo meteorológico (ambiente externo) no turno da manhã (A) e da tarde (B).....	57
Figura 12 - Variação do índice de temperatura e umidade nos diferentes tratamentos e no abrigo meteorológico (ambiente externo) no turno da manhã (A) e da tarde (B).....	58
Figura 13 - Variação da entalpia nos diferentes tratamentos e no abrigo meteorológico (ambiente externo) no turno da manhã (A) e da tarde (B).....	59
Figura 14 - Detalhe da sala de ordenha.....	68
Figura 15 - Vista externa do curral de espera equipado com sistema de resfriamento adiabático evaporativo.....	69
Figura 16 - Amostras de leite coletadas para análise.....	71
Figura 17 - Representação esquemática do delineamento estatístico utilizado no experimento.....	71
Figura 18 - Médias e desvio padrão da temperatura do ar nos diferentes tratamentos e no ambiente externo no turno da manhã (A) e tarde (B).....	72
Figura 19 - Médias e desvio padrão da umidade relativa do ar nos diferentes tratamentos e no ambiente externo no turno da manhã (A) e da tarde (B).....	74

Figura 20 - Médias diárias e desvio padrão da produção de leite, nos diferentes tratamentos analisados (A) e médias e desvio padrão da produção, nos diferentes tratamentos analisados no turno da manhã e tarde (B)..... 80

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Valores médios e desvio padrão das variáveis ambientais e dos índices de conforto térmico registrados no interior do curral de espera nos turnos da manhã e da tarde .....	53
Tabela 2 - Valores médios e desvio padrão dos parâmetros fisiológicos avaliados nos diferentes tratamentos, nos turnos da manhã e da tarde .....	60
Tabela 3 - Descrição do catálogo de atividades na determinação do comportamento .....	70
Tabela 4 - Frequência (Freq) e percentual (Perc) em que os animais permaneceram em cada atividade, nos tratamentos avaliados .....	75
Tabela 5 - Valores médios e desvio padrão da produção, porcentagem de gordura, lactose, proteína, sólidos totais e contagem de células somáticas referentes aos tratamentos avaliados no turno da manhã e tarde .....	83

## **RESFRIAMENTO ADIABÁTICO EVAPORATIVO NA PRODUÇÃO DE BOVINOS DE LEITE NO INVERNO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

### **RESUMO**

Objetivou-se avaliar tempos de exposição dos animais à climatização no curral de espera sobre os índices de conforto, parâmetros fisiológicos, comportamento animal, produção e aspectos qualitativos do leite de vacas da raça Girolando, no inverno do semiárido pernambucano. Foram utilizadas 16 vacas Girolando, com composição genética de 7/8 Holandês-Gir, divididas em quatro grupos, submetidas a três tempos de climatização 10, 20, 30 min e controle (sem climatização), adotando-se delineamento em quadrado latino 4 x 4. Para determinação da eficiência térmica da climatização foram registradas as variáveis temperatura e umidade relativa do ar. Registraram-se as variáveis fisiológicas frequência respiratória, temperatura de pelame, temperatura retal e produção de leite, para os dois turnos de ordenha (manhã e tarde). A climatização por 10, 20 e 30 min, mostraram-se eficientes na redução da temperatura do ar no turno da tarde, com redução da ordem de 1,4, 2,3 e 2,7 °C, quando comparados com o controle, respectivamente. A climatização no curral de espera promoveu a manutenção do conforto térmico de bovinos leiteiros no inverno do semiárido pernambucano, no entanto sem efeito contundente nas respostas fisiológicas, comportamentais, produção e composição do leite, que não apresentaram alteração com o emprego do resfriamento adiabático evaporativo.

**Palavras-chave:** climatização, conforto térmico, comportamento animal, Girolando

### **ADIABATIC EVAPORATIVE COOLING FOR DAIRY CATTLE PRODUCTION DURING WINTER IN THE BRAZILIAN SEMIARID**

#### **ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate animal's exposure periods to acclimatization in lairage on comfort indices, physiological parameters, animal behavior, milk production and qualitative aspects of Girolando cows' milk, during the winter in the semiarid of Pernambuco. It was used 16 Girolando

cows, with genetic composition of 7/8 Holstein-Gir, divided in four groups, subjected to three acclimatization periods 10, 20, 30 min and control (no acclimatization), adopting a 4 x 4 Latin square design. In order to determine acclimatization thermal efficiency, temperature and relative air humidity were recorded. It was recorded the following physiological variables: respiratory frequency, haircoat temperature, rectal temperature and milk production, for both milking periods (morning and afternoon). Acclimatization for 10, 20 and 30 min were efficient in dropping air temperature during the afternoon, with a decrease around 1.4, 2.3 and 2.7 °C, when compared to control, respectively. Lairage acclimatization promoted thermal comfort maintenance of dairy cattle in the winter in the semiarid of Pernambuco, though there was no definite effect on physiological, behavioral, production and milk composition responses, which have not altered under the adiabatic evaporative cooling.

**Keywords:** thermal comfort, animal behavior, Girolando

## 1 - INTRODUÇÃO GERAL

O crescimento da participação do agronegócio na economia mundial tem levado o setor a exercer um papel importante no desenvolvimento econômico de países em desenvolvimento e, internamente, no desenvolvimento de regiões predominantemente agropecuárias. Por conseguinte, para atingir resultados satisfatórios, as atividades agropecuárias, estão cada vez mais expostas aos desafios impostos pela mundialização da economia, com elevado nível de competitividade em termos de custos, preços, qualidade, condizente com os padrões do dinâmico mercado moderno, o que, por sua vez, tem tornado cada vez mais necessária a eficiência na gestão dessas atividades (VIANA & FERRAS, 2007).

As fazendas produtoras de leite mudaram substancialmente, em todo o mundo, nos últimos 20 anos. A combinação de melhores práticas de nutrição, reprodução, manejo, melhoramento genético e instalações, provocaram aumento da produção de leite individual e aumento no número de animais nos rebanhos (COELHO, 2009).

O maior produtor de leite bovino em 2011 foi os Estados Unidos, com 89 bilhões de litros, a Índia ocupou a segunda colocação, com 52 bilhões de litros

seguidos da China com 36 bilhões de litros de leite (FAO, 2011). O Brasil atingiu a marca de 33 bilhões de litros em 2012, estabelecendo-se como o quarto maior produtor mundial (MILKPOINT, 2013). Apesar desta colocação, a maior parte dos produtores nacionais dispõe de baixo nível tecnológico, o que gera índices de produção desfavoráveis em relação aos grandes países produtores. Uma vaca leiteira no Brasil produz o equivalente a 17,4% do que nos Estados Unidos, com produtividade média da ordem de 1.384 litros/vaca/ano (MILKPOINT, 2013).

De acordo com dados de IBGE (2012), em 2011 os estados brasileiros com maior produção foram Minas Gerais (27,3%), Rio Grande do Sul (12,1%) e Paraná (11,9%). A participação da região Nordeste em relação à produção nacional aumentou na última década, tendo sido a terceira região que mais cresceu em participação neste período (69%); responsável por 12% de todo o leite produzido no país, com destaque para os estados da Bahia e Pernambuco. O estado de Pernambuco acompanhou esse crescimento e registrou a maior taxa observada entre os estados de maior importância na pecuária leiteira nacional. Esse avanço permitiu Pernambuco tornar-se o oitavo maior produtor de leite do País, com mais de 953 milhões de litros produzidos.

A distribuição geográfica da produção leiteira pernambucana aponta o Agreste como a principal região produtora, que responde atualmente por 73% da produção estadual, com destaque para a Microrregião do Vale do Ipanema, com o Sertão pernambucano ocupando a segunda posição em produção no estado (SEBRAE, 2010).

Os animais expostos a condições climáticas desfavoráveis têm sua capacidade produtiva e reprodutiva afetada e, em consequência, diminuição na produção e qualidade do leite, o que resulta em impactos negativos no potencial econômico das propriedades produtoras de leite.

O estresse térmico está comumente associado à perda de produção durante a lactação, devido à redução no consumo de matéria seca, observada quando o animal não se encontra em conforto térmico (DAHL, 2010).

Alterações de comportamento são realizadas pelo animal com o objetivo de reduzir a produção de calor ou promover a sua perda, evitando estoque adicional de calor corporal. Essas alterações referem-se à mudança do padrão usual de postura, movimentação e ingestão de alimentos (LEME et al., 2005).

Frente a esta realidade, torna-se necessária adoção de práticas que amenizem as condições adversas do clima, que garantam maiores níveis de produção, respeitando o bem-estar animal, menores perdas e, conseqüentemente, melhor rentabilidade econômica aos produtores.

Neste contexto, a pesquisa foi conduzida com o objetivo de avaliar os efeitos da climatização na pré-ordenha, sobre a produção de leite, comportamento, estado fisiológico e condicionamento térmico ambiental, na estação de inverno do semiárido brasileiro.

Os objetivos específicos foram:

- analisar a relação animal-ambiente e tempo de exposição dos animais à climatização, no curral de espera;
- avaliar os efeitos do sistema de climatização sobre a produção, composição e contagem de células somáticas do leite;
- avaliar as respostas comportamentais dos animais nas diversas realidades de manejo, no intervalo entre as ordenhas (pós-ordenha).

## **2 - REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 - O clima e a produção de leite**

O clima é um dos principais aspectos que afetam o comportamento dos animais. Segundo Nääs et al. (2010), os fatores climáticos mais significativos são: a radiação solar, a influência da longitude e da latitude, a influência da altitude e da época do ano. Enquanto que os elementos climáticos mais expressivos são: a temperatura do ar, a umidade relativa do ar, a radiação solar, o grau de nebulosidade, os ventos e a pluviosidade.

Cerca de dois terços do território brasileiro está situado na faixa tropical do planeta, onde predomina alta temperatura do ar, em virtude da elevada radiação solar incidente. A temperatura média do ar situa-se acima dos 20 °C, sendo que a temperatura máxima se encontra acima dos 30 °C em grande parte do ano, atingindo, muitas vezes, valores entre 35 e 38 °C (TITTO, 1998).

As regiões tropicais e subtropicais possuem um imenso rebanho, 64% dos bovinos no mundo são criados nessas regiões, contudo, apresentam baixo desempenho produtivo e reprodutivo. Uma das estratégias para aumentar a produtividade dos rebanhos criados em regiões tropicais tem sido a introdução

de raças especializadas, originárias de clima temperado, utilizados como puros ou em cruzamentos com raças nativas; no entanto, observa-se que esses animais apresentam respostas produtivas, fisiológicas e comportamentais alteradas, em relação à sua região de origem, com perda de suas características raciais e do potencial genético produtivo (AZEVEDO & ALVES, 2009).

A maior limitação à produção zootécnica em países de clima quente encontra-se na dificuldade de adaptação de animais desenvolvidos geneticamente e alojados em condições ou conceitos oriundos de climas mais amenos; daí a necessidade de instalações adaptadas com características construtivas que garantam o mínimo de conforto, permitindo ao animal abrigado desenvolver todo o seu potencial genético (ARCARO et al., 2006).

A incapacidade que esses animais possuem de demonstrar todo seu potencial produtivo tem como causa diversos fatores como: clima, tipo de alimento, qualidade das pastagens, doenças e parasitas que podem atuar como agentes limitantes das funções fisiológicas e corporais; por consequência o rebanho pode apresentar diminuição no consumo de alimentos, baixo peso corporal e reduzida secreção de leite, principalmente para animais especializados, de alto padrão racial, sensíveis a altas temperaturas (MORAIS et al., 2008; AZEVEDO & ALVES 2009).

Pouca atenção tem sido dada à capacidade de termorregulação destes animais, principalmente frente à temperatura em que as vacas começam a experimentar estresse térmico, considerando-se que o aumento da produção de leite é positivamente correlacionado com a ingestão de alimentos e a produção de calor metabólico. O metabolismo de um animal está sempre num estado de equilíbrio dinâmico, em que o influxo de nutrientes se equilibra pela produção de energia nos processos catabólicos e anabólicos. Vacas necessitam de nutrientes para, entre outras coisas, a manutenção dos processos biológicos, reprodução e lactação (KADZERE et al., 2002).

A ingestão de nutrientes por vacas de alta produção está intimamente relacionada com a quantidade de leite produzido. O processo de metabolismo de nutrientes gera calor, o que contribui para a manutenção da temperatura corporal num ambiente frio. Em clima quente, o calor deve ser dissipado para garantir a neutralidade térmica, pré-requisito para que a função fisiológica seja

normal. Esta complexa interação de efeitos físicos e ambientais influencia as funções fisiológicas dos animais e afetam não só a produção de leite, mas também a eficiência e a rentabilidade dos produtores (KADZERE et al., 2002).

O clima representa, portanto, um fator de restrição para a obtenção da eficiência máxima para ganho de peso e produção de leite, principalmente em sistemas intensivos de produção (AZEVEDO & ALVES, 2009).

De acordo com Façanha et al. (2013) o sucesso de uma criação depende da escolha de genótipos melhor adaptados às condições climáticas de uma determinada região, que deve considerar, além da capacidade de ganho de peso, o rendimento de carcaça, a produção de leite e aspectos adaptativos como: prolificidade e sobrevivência. Nesse caso, a utilização de cruzamentos provenientes de raças nativas com as de alto potencial produtivo assumem importante papel, devido a associação de características de rusticidade aliadas aos aspectos produtivos.

No semiárido nordestino as bacias leiteiras estão localizadas na região de transição do agreste para o sertão, onde as chuvas são mais frequentes e, conseqüentemente, a atividade leiteira passa a ser mais intensificada.

Pesquisa realizada por Izael (2012) no semiárido cearense, avaliando o índice de temperatura e umidade em sistema free Stall com orientação Leste-Oeste, telhado com 3,0 m de pé-direito e cobertura de fibrocimento (pintura na parte externa de cor branca) e, sistemas de ventilação forçada para criação de vacas leiteiras mestiças (Holandês-Gir). A autora verificou valores médios do referido índice às 12 horas, da ordem de 83 e 87, respectivamente, no interior da instalação e na área externa, durante a época seca do ano.

Uma das vantagens comparativas do ambiente semiárido é a salubridade de seu clima com respeito à ocorrência de doenças. A maior parte dos problemas de saúde animal nesta região é reflexo direto ou indireto de uma alimentação deficiente que se agrava pela utilização de genética e manejo inadequados. Por isso, os sistemas de produção no semiárido necessitam de estudos que permitam praticar a produção animal seguindo os princípios agroecológicos, que considerem as interações dentro da unidade produtiva e desta com o ambiente externo e, especialmente, que incorporem o saber e a experiência do produtor no processo de geração de tecnologia.

Ao avaliar diferentes tempos de exposição de vacas da raça Girolando à climatização no curral de espera no semiárido de Pernambuco, Almeida et al. (2011) constataram que as variáveis fisiológicas, frequência respiratória ( $\text{mov. min}^{-1}$ ), temperatura retal ( $^{\circ}\text{C}$ ) e temperatura de pelame ( $^{\circ}\text{C}$ ) mostraram valores inferiores, quando os animais foram expostos a 30 min de climatização na pré-ordenha, o que proporcionou aumento de 4,4% na produção de leite, quando comparado a animais que não receberam climatização.

Estudo realizado por Reis et al. (2012) ao avaliar a influência do grupo racial e do número de lactações sobre a produção leiteira, a composição físico-química e a contagem de células somáticas (CCS) do leite de bovinos Holandeses, Girolandos e mestiços, verificaram que a raça Holandesa apresentou maior produtividade, porém com menor teor de lipídios e proteínas do que o da raça Girolando e de animais mestiços, que apresentaram características do leite e de produtividade semelhantes entre si.

## **2.2 - Sistemas de produção**

Das diversas formas de interação entre o ser humano e os animais, possivelmente a interação entre os produtores e os animais de exploração econômica seja a que tenha sofrido o processo mais notável de alteração ao longo da história. No início do século XX, a utilização de animais de produção aumentou em conjunto com a expansão das necessidades humanas. Iniciou-se um sistema de produção de animais em alta densidade de lotação, que teve e tem até hoje raízes em pressões comerciais. Nos anos 1970, a criação intensiva de animais levou ao confinamento de bovinos, suínos e aves em muitos países (MOLENTO, 2005).

Dentre os fatores que podem interferir na viabilidade da atividade pecuária está o tipo de sistema de produção adotado pelos pecuaristas, ou seja, em regime de pastejo, semiconfinado ou confinado (LOPES et al., 2007).

As alterações macroeconômicas ocorridas na última década exigem dos produtores mudanças de comportamento, pressionados pela necessidade de conferir maior produtividade e competitividade a seus sistemas de produção. A sociedade também exerce forte pressão no sentido de mudanças dos modelos atuais de exploração (BARCELLOS et al., 2008).

De acordo com Barcellos et al. (2008), a intensificação dos sistemas de produção pastoris é apontada como uma das alternativas de exploração sustentável, que minimiza a pressão sobre a abertura de novas áreas para produção agropecuária, entretanto, esse modelo deverá ser pautado pelo uso eficiente dos recursos físicos, respaldada no aporte de conhecimento e de tecnologias poupadoras de insumos.

A competitividade da atividade pecuária brasileira origina-se, em grande parte, da produção de forragem obtida em pastagens cultivadas. Cultivares de espécies forrageiras, para inserção nos diferentes sistemas de produção. As leguminosas forrageiras, em face da capacidade de fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico e a sua contribuição para a produção animal; essenciais para incrementar a produtividade e constituir um caminho na direção da sustentabilidade de sistemas agrícolas e pecuários. Tal assertiva leva em consideração a diversidade de ambientes e sistemas de produção, nos mais de 220 milhões de ha de pastagens nativas e cultivadas, a importância econômica e social da pecuária bovina brasileira e seus desafios atuais e futuros mantém o País em posição de destaque frente à competitividade internacional (BARCELLOS et al., 2008).

Devido ao aumento da necessidade da produção de alimentos, o confinamento de animais surgiu como uma alternativa para o aumento da produtividade. De forma que, novos problemas apareceram com os sistemas de confinamento, mas também novas oportunidades para manejar rebanhos leiteiros com melhor conforto por meio do controle das condições ambientais na área de alojamento, que permite melhores níveis de produção sem comprometer as características reprodutivas e os aspectos de saúde dos animais. Desta forma, fatores ambientais externos podem interferir no microclima gerado no interior das instalações, causando com isso impacto sobre a produção, com consequentes prejuízos econômicos à exploração (PERISSINOTTO et al., 2009).

Determinar qual o melhor sistema a ser utilizado não é tarefa simples, já que envolve diversos fatores. É necessário avaliar as respostas do animal a esses ambientes de criação, levando-se em consideração não apenas os dados de produtividade, mas também vários outros aspectos que envolvem a produção (PERISSINOTTO et al., 2007).

No Brasil, tem prevalecido o sistema de produção de leite no qual o pasto é a base da alimentação dos animais (SILVA et al., 2010). Os sistemas tradicionais de produção de leite, que usa as pastagens de forma extensivas, geralmente, utilizam forrageiras pouco produtivas e de baixa qualidade, manejo inadequado e animais de baixo potencial produtivo (SILVA, 2011).

Uma das características da pecuária leiteira brasileira é que esta ocorre em todo território nacional. Contudo, devido às dimensões do País e às diferentes condições edafoclimáticas das regiões, observa-se, uma ampla diversidade de sistemas de produção, encontram-se de produtores rudimentares até aqueles altamente tecnificados (PACIULLO et al., 2005).

### **2.3 - Conforto térmico para bovinos leiteiros**

O ambiente térmico exerce forte influência sobre o desempenho animal, uma vez que afeta os mecanismos de transferência de calor e, assim, a regulação do balanço térmico entre o animal e o ambiente. O animal dentro de um ambiente térmico considerado adequado produzirá de acordo com o seu potencial genético (PERISSINOTTO et al., 2009).

Na zona de termoneutralidade, o sistema termorregulador não é acionado, seja para fazer termólise ou termogênese. Assim, o gasto de energia para manutenção é mínimo, resultando em máxima eficiência produtiva. Os limites da zona de termoneutralidade são a temperatura crítica inferior e a temperatura crítica superior. Abaixo da temperatura crítica inferior, a vaca entra em estresse pelo frio, e acima da temperatura crítica superior, em estresse pelo calor (BACCARI JÚNIOR, 2001).

A temperatura ambiente e umidade relativa do ar são duas variáveis que se encontram intimamente associadas e que são frequentemente utilizadas para caracterizar um ambiente. Segundo Armstrong (1994) para além destes dois fatores ambientais, também o movimento do ar e a radiação solar, influenciam a temperatura interna da instalação. Quando a temperatura excede os 27°C mesmo a valores de umidade baixos, encontra-se acima dos limites de conforto para vacas leiteiras (ARMSTRONG, 1994). Valores semelhantes são mencionados por Carvalho (2000) que refere que as vacas perante temperaturas superiores a 25°C, dependendo da umidade, começam a ativar

os mecanismos de libertação de calor, de forma a evitar a ocorrência de estresse térmico.

Fuquay (1981) considerou, para o gado europeu, valor de temperatura crítica superior entre 24 e 27 °C. De acordo com Nääs (1989), em função da umidade relativa do ar e da radiação solar local, a faixa de termoneutralidade poderia ser restringida entre 7 e 21 °C. Huber (1990) considerou como adequadas para o conforto térmico de vacas em lactação a temperatura do ar entre 4 e 26 °C. Para Perissinotto et al. (2007), o limite superior da zona de termoneutralidade, para vacas holandesas em lactação em condição de confinamento, situa-se próximo dos 26°C de temperatura de bulbo seco. Ainda segundo o autor, uma temperatura menor ou igual a 26°C, o animal encontra-se em conforto térmico, independentemente da umidade relativa do ar.

Os animais que apresentam alta produção de leite, associada a um maior consumo de alimentos, quando em condição de calor, expressam um aumento na produção de calor metabólico e dificuldade na manutenção do equilíbrio térmico. Portanto, vacas de alta produção podem manifestar sintomas decorrentes do estresse calórico (AZEVEDO et al., 2005).

Os animais reagem ao estresse térmico com mudanças fisiológicas e comportamentais. Como modificação comportamental, as vacas em lactação diminuem o pastejo e a ambulação, pastando à noite e buscando sombra e imersão em água durante o dia. As respostas fisiológicas compreendem o aumento da frequência respiratória, redução na ingestão de alimentos e aumento na ingestão de água (ROSSAROLLA, 2007).

Construções zootécnicas que possuem equipamentos de refrigeração e ventilação projetados especialmente para reduzir a temperatura do ar em abrigos para animais podem ser bastante eficientes. O resfriamento evaporativo das instalações, particularmente para o confinamento de gado leiteiro, tem se expandido rapidamente em climas quentes, devido a sua relativa simplicidade e praticidade técnica e à relação custo/benefício favorável, proporcionando incrementos na produção de leite (BRASIL & SILVA, 2010).

#### **2.4 - Controle do ambiente**

A procura de um melhor desempenho do rebanho deve-se considerar o clima em que se encontram os animais. Os elementos climáticos influenciam o

desempenho animal e, desta maneira, deve-se atuar no sentido de minimizar seus efeitos, utilizando construções adequadas para abrigar esses animais. Além disso, no Brasil prevalecem as altas temperaturas associadas a altas umidades relativas, em que a climatização é utilizada numa tentativa de diminuir os efeitos dos agentes estressores limitantes à produção animal (SOUZA et al., 2004).

Em meio às dificuldades estratégicas ligadas à produção animal, encontra-se o projeto das instalações para o confinamento. Em alguns casos, este item pode ser responsável pelo insucesso do sistema produtivo, sendo assim, é de fundamental importância o estudo do ambiente interno destas instalações. O animal é uma máquina biológica que deve expressar todo o seu potencial quando trabalha sobre ótimas condições ambientais. Quando estas condições não são adequadas, geralmente ocorre reflexo negativo na produção (SILVA et al., 2002).

Compreender a variabilidade espacial do microclima de galpões de confinamento na bovinocultura leiteira é um fator indispensável. Atributos como temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar, ventilação natural e artificial, influenciam no comportamento, no bem-estar, no conforto térmico e na produtividade dos animais confinados em instalações zootécnicas (FARIA et al., 2008).

Silva et al. (2012) propôs, caracterizar a variabilidade espacial da temperatura do ar na sala de pré-ordenha a partir de diferentes tempos de operação do sistema de resfriamento adiabático evaporativo automatizado, segundo os autores o sistema de climatização garantiu melhor condicionamento térmico no tempo de exposição de 40 min, obtendo temperatura média dentro da condição de conforto térmico para vacas em lactação.

Diversos métodos têm sido desenvolvidos para alterar o ambiente no qual o animal vive, com a intenção de diminuir o efeito do estresse térmico. A movimentação do ar, o umedecimento da superfície do animal, o resfriamento evaporativo do ar e o uso de sombras para reduzir o efeito da radiação solar são artifícios empregados para potencializar a dissipação de calor (WEST, 2003).

A presença ou ausência de sombra e insolação recebida podem exercer alterações na ingestão de água, pastejo, ruminação e ócio, comportamentos fundamentais para os animais (SILVA et al., 2009). Dai a necessidade da disponibilidade de sombras aos animais inseridos em regiões de clima quente e seco, para auxiliar na redução do seu estresse térmico, devendo, contudo, fornecer o tipo de sombra que represente boa eficiência na redução da irradiação solar disponível na região (RODRIGUES et al., 2010).

Souza et al. (2010), submeteram novilhas mestiças à ambientes distintos: sombreado e não sombreado e concluíram que o ambiente físico sombreado reduziu em mais de 50% a carga térmica radiante, sendo portanto indispensável às novilhas para manterem homeostase. Rodrigues et al. (2010), verificaram que vacas leiteiras tem a sua produção influenciada diretamente pelas condições ambientais em que estão inseridas, e que o sombreamento da sala de espera, pode contribuir para a elevação da produção de leite dos animais, sendo, portanto, a utilização destas estratégias fornecedoras de conforto térmico, de grande relevância para a pecuária leiteira.

Com relação ao sombreamento natural, Silva et al. (2008) avaliando a eficiência de sombreamento da *Acacia holosericea*, verificaram que o sombreamento das árvores foi capaz de proporcionar uma redução de 26% na carga radiante em relação a exposição direta a radiação solar.

O controle eficiente do ambiente pode ser realizado utilizando sistemas naturais e artificiais de climatização. Métodos de controle naturais envolvem arborização ao redor das instalações, galpões abertos, altura adequada do pé-direito, escolha adequada do local, orientação longitudinal da instalação na direção leste-oeste, cobertura reflexiva, beirais amplos e presença de lanternim. Os mecanismos artificiais se referem, basicamente, a sistemas de resfriamento adiabático evaporativo (SRAE), ou seja, sistemas mecânicos para redução da temperatura do ambiente com a utilização da água como elemento de refrigeração. A água é um excelente agente resfriador, devido à sua alta capacidade calórica e ao elevado calor latente de vaporização (SILVA, 1999).

O aumento da temperatura do ar de um ambiente construído geralmente ocorre devido à interação da radiação solar com as superfícies envolvidas. Uma das formas de reduzir o incremento térmico no interior das instalações é

provocar o deslocamento das massas de ar quente por meio de formas adequadas de ventilação (BAÊTA & SOUZA, 2010).

A ventilação forçada é produzida por dispositivos, normalmente elétricos, como exautores ou ventiladores, que possibilita uma melhor distribuição do ar no ambiente. A ventilação pode ser de pressão positiva, que é a ventilação geral, em que os ventiladores forçam o ar externo para dentro das instalações ou pressão negativa, por meio de exautores que captam o ar do interior das instalações e o lança para o exterior. Os exautores criam um vácuo parcial que causa movimentação do ar (BAÊTA & SOUZA, 2010).

O manejo do microclima no interior das instalações zootécnicas tem sido amplamente difundido, na procura pela adequação das condições de conforto térmico dos animais alojados, devido à influência dos elementos meteorológicos que favorecem ou prejudicam seu desempenho. Este manejo engloba as estratégias usadas para reduzir os efeitos negativos dos agentes estressores da relação animal-ambiente (SILVA et al., 2012).

## **2.5 – Sistemas de resfriamento adiabático evaporativo para bovinos de leite**

A utilização do sistema de resfriamento adiabático evaporativo (SRAE) nas instalações, particularmente para confinamento de gado leiteiro, se expandiu rapidamente em regiões de clima quente, devido à sua relativa simplicidade técnica, praticidade e relação custo-benefício favorável, proporcionando incrementos na produção de leite, o que resultou na sua ampla aceitação e utilização por muitos produtores (SILVA et al., 2002; ALMEIDA et al., 2011; SILVA et al., 2012).

O resfriamento evaporativo é essencialmente um processo de saturação adiabática, em que não há perda nem ganho de calor. Nesse processo, ocorre a mudança do ponto de estado psicrométrico do ar, verificando-se elevação da umidade relativa e decréscimo na temperatura, mediante o contato do ar com uma superfície umedecida ou líquida. A pressão de vapor do ar insaturado a ser resfriado é menor que a da água de contato, fazendo com que ocorra a vaporização da água. A energia necessária para esta mudança de estado vem do calor sensível contido no ar e na água, resultando em decréscimo da temperatura de ambos e, conseqüentemente, do ambiente. Ao passar do

estado líquido para o gasoso, a água retira do ambiente cerca de 580 Kcal para cada kg de água evaporada, dependendo da temperatura do ambiente (SILVA, 1998).

Segundo Arcaro Júnior et al. (2005), a eficiência de aplicação do SRAE depende da diferença entre as temperaturas de bulbo seco e úmido (depressão psicrométrica), a qual é característica para cada região. O uso do SRAE permitiu queda de 4 a 7 °C na temperatura em determinada região dos Estados Unidos, o que correspondeu a uma depressão psicrométrica, ao meio dia, de 7 a 9 °C. Portanto, a eficiência do sistema é maior em climas quentes e secos, devendo ser tomados os devidos cuidados com diferentes manejos, principalmente em regiões úmidas (SILVA, 2011).

Pesquisando o comportamento dos animais em instalações climatizadas e não climatizadas, Amadeu et al. (2009) verificaram condições ambientais mais adequadas para as instalações climatizadas, o que foi demonstrado pelo comportamento ingestivo durante períodos mais longos, mesmo nas horas mais quentes do dia. Os autores afirmam que a ventilação com nebulização pode ser uma estratégia para minimizar os efeitos deletérios do calor ambiente sobre vacas em lactação.

Ao avaliar animais expostos à climatização durante 1, 2 e 3 h no dia, Avendaño-Reyes et al. (2010), observaram que o tempo de exposição a climatização de 3 h possibilitou melhor condicionamento térmico ambiental, tendo como resposta menores valores para as variáveis, temperatura retal, frequência respiratória, promovendo maior produção. Contudo, os autores destacaram que seria necessário ainda mais tempo de climatização para proporcionar conforto térmico aos animais.

Almeida et al. (2010), avaliaram os efeitos da climatização na pré-ordenha sobre o acondicionamento térmico, fisiologia, produção de leite e relação custo/benefício do sistema de resfriamento evaporativo (SRAE) e, constataram que a exposição dos animais a climatização por 30 min, possibilitou melhor condicionamento térmico ambiental tendo, como resposta menores valores para as variáveis fisiológicas: temperatura retal, frequência respiratória e temperatura do pelame, promovendo aumento de 4,35% na produção de leite. Os mesmos autores afirmam que o investimento em climatização no curral de

espera para vacas de leite em lactação, foi satisfatório e lucrativo, com tempo de retorno do capital investido de 58 dias.

## 2.6 - Respostas fisiológicas

O estresse térmico promove alterações na homeostase e tem sido quantificado mediante mensuração de variáveis fisiológicas tais como, temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR), temperatura de pelame (TP). Os efeitos do ambiente térmico sobre as respostas fisiológicas de bovinos leiteiros têm sido bastante estudados, principalmente em animais em lactação como uma forma de caracterizar situações de estresse (FERREIRA et al., 2006; ZWALD, 2007).

No combate ao estresse pelo calor, os bovinos recorrem a mecanismos adaptativos fisiológicos de perda de calor corporal para tentar evitar a hipertermia. O primeiro sinal visível de animais submetidos ao estresse térmico é o aumento da frequência respiratória, como complemento ao aumento da taxa de produção de suor, constituindo ambos, importantes meios de perda de calor do corpo por evaporação, embora se situe em terceiro lugar na sequência dos mecanismos de adaptação fisiológica, pois a vasodilatação periférica e o aumento da sudorese ocorrem previamente (BACCARI JÚNIOR, 2001; MARTELLO et al., 2004;).

Segundo Hahn et al. (1997), a frequência de 60 mov.min<sup>-1</sup> indica animais com ausência de estresse térmico ou que este é mínimo; mas, quando esta frequência ultrapassa 120 mov min<sup>-1</sup>, reflete carga excessiva de calor e acima de 160 mov min<sup>-1</sup>, medidas de emergência devem ser tomadas, como, por exemplo, molhar os animais. As características morfológicas e a cor do pelame em bovinos são fatores importantes que afetam diretamente as trocas térmicas de calor sensível (convecção cutânea e radiação) e as perdas de calor latente (evaporação cutânea) para o ambiente (MAIA et al., 2003).

O pelame representa a fronteira entre o ambiente e o corpo dos animais e influencia diretamente as trocas térmicas (FAÇANHA et al., 2010). O papel termorregulador do pelame pode ser dividido em dois componentes: proteção contra o excesso de absorção da radiação solar e dissipação do calor da superfície do animal (SILVA, 2000).

O equilíbrio entre o ganho e a perda de calor do corpo pode ser inferido pela TR. A medida da temperatura retal é utilizada frequentemente como índice de adaptabilidade fisiológica aos ambientes quentes, seu aumento indica que os mecanismos de liberação de calor tornaram-se insuficientes para manter a homeotermia (MOTA, 1997).

Um fator importante na avaliação da temperatura retal é a capacidade de adaptação do animal ao ambiente. Bovinos zebuínos adaptados aos trópicos são menos sujeitos aos efeitos extremos da temperatura, quando comparados aos bovinos taurinos, mais adaptados aos climas temperados (CARVALHO et al., 1995). Segundo Kolb (1987), a temperatura retal média para bovinos com mais de um ano de idade é de  $38,5 \pm 1,5$  °C. Esta temperatura é mantida mediante regulação cuidadosa do equilíbrio entre a formação de calor e sua liberação pelo organismo (MARTELLO et al., 2004). De acordo com Du Preez (2000), a TR normal da vaca leiteira, em termoneutralidade e em repouso, varia, geralmente, entre 38,0 e 39 °C.

## **2.7 - Respostas comportamentais**

Comportamento é um aspecto do fenótipo do animal que envolve a presença ou não de atividades motoras definidas, vocalização e produção de odores, os quais conduzem as ações diárias de sobrevivência do animal e as interações sociais. Como outra característica fenotípica qualquer, o comportamento é determinado por fatores ambientais e genéticos, podendo se tratar de um processo dinâmico e sensível às variações físicas do ambiente e a estímulos sociais (BANKS, 1982).

O estudo do comportamento animal é de grande importância para racionalização e exploração zootécnica, no emprego de técnicas de manejo, instalações e alimentação. Pesquisas com ênfase na produção animal são muito importantes, principalmente na medida em que os métodos de criações são muito intensificados. Esta expectativa vem sendo cada vez mais confirmada, com a ampliação e valorização dos estudos do comportamento animal aplicado à produção (COSTA et al., 2002).

O comportamento é a forma menos invasiva de determinar o estresse animal. A etologia demonstra que o comportamento animal segue padrões

determinados pela espécie, raça, idade, estado nutricional e sanitário e pelo conforto. O animal busca situações que lhe são benéficas, escolhendo entre várias opções, a que demanda menor consumo de energia (ALMEIDA, 2010).

### **2.7.1 - Consumo de alimento**

Estudos têm evidenciado o efeito das condições ambientais sobre o comportamento alimentar, em que animais submetidos a estresse térmico reduziram o número de refeições diárias, a duração das refeições e a taxa de consumo de matéria seca por refeição (MARQUES et al., 2006; PASSINI et al., 2009; ZANINE et al., 2009).

A principal razão para a redução da produção de leite em climas quentes é a redução no consumo de matéria seca, os animais reduzem o consumo de alimentos, à medida que a temperatura do ar se eleva, na tentativa de diminuir a taxa metabólica. A redução no consumo seria, também, devido à ação inibidora do calor sobre o centro do apetite, pelo aumento da frequência respiratória (DAMASCENO et al., 1998) e pela redução na atividade do trato gastrointestinal, resultando em diminuição da taxa de passagem do alimento pelo rúmen e acelerando a inibição do consumo pelo enchimento do rúmen (COLLIER et al., 1981).

O consumo de alimentos é determinante do aporte de nutrientes necessário para o atendimento dos requisitos de manutenção e de produção pelos animais (PAULINO, et al., 2001).

### **2.7.2 - Consumo de água**

A água é o alimento de maior requisição quantitativa pelo gado leiteiro. Vacas em lactação necessitam de mais água em relação a seu peso vivo do que outros grupos de animais (CAMPOS, 2001).

A água ingerida pelos bovinos tem a função de nutrir o tecido celular e compensar as perdas ocorridas pelo leite, fezes, urina, saliva, evaporação (suor e respiração), atuando também na manutenção da homeotermia, regulando a temperatura do corpo e dos órgãos internos (PEREIRA, 2005).

O consumo de água por vaca em lactação depende de vários fatores: estado fisiológico, produção de leite, peso corporal, raça, consumo de matéria

seca, composição da dieta, ambiente, clima e qualidade da água. Durante os meses mais quentes, as vacas sofrem estresse pelo calor e pela elevação da umidade relativa do ar, aumentando o consumo de água, com elevação na excreção de urina e alteração na composição dos dejetos. O hábito no consumo de água segue o de consumo de alimento, sendo que o pico de consumo coincide com o pico de consumo de matéria seca, mesmo quando o alimento é oferecido várias vezes ao dia (CAMPOS, 2001).

### **2.7.3 - Ruminação**

A ruminação é a atividade que permite a regurgitação, mastigação e passagem do alimento previamente ingerido, para o interior do rúmen. O tempo total de ruminação pode variar de 4 a 9 h, dividido em períodos com duração de poucos minutos a uma hora ou mais (FRASER & BROOM, 1990).

Durante a ruminação, deitadas ou em pé, as vacas ficam quietas e relaxadas com a cabeça baixa e as pálpebras semicerradas. Geralmente, os bovinos preferem ruminar deitados, embora em condições ambientais desfavoráveis (ventos, chuvas) possam permanecer em pé ou caminhar lentamente. Quando deitados, utiliza a lateralidade esquerda como estratégia para otimizar o posicionamento do rúmen e obter, assim, uma ruminação mais eficiente (ALBRIGTH, 1993).

O número de períodos ruminativos eleva-se com o aumento do conteúdo de fibra, refletindo a necessidade de processar a digesta ruminal, maximizando a eficiência digestiva (DADO & ALLEN, 1995).

A eficiência da ruminação é importante no controle da utilização de alimentos de baixa digestibilidade, pois o animal pode ruminar maiores quantidades de alimentos de baixa digestibilidade, durante as 8 ou 9 h, proporcionando maior consumo de alimentos e melhor desempenho produtivo (WELCH, 1982).

### **2.7.4 - Ócio**

O período em que os animais não estão comendo, ruminando ou ingerindo água ou alimento é definido como ócio e apresenta duração média de

10 h diárias. Os animais procuram a sombra e reduzem suas atividades nas horas mais quentes do dia, permanecendo deitados na área de descanso. Vacas em lactação, confinadas em freestall, permanecem mais tempo em ócio no período de verão (10 h e 35 min), quando comparado com o inverno (9 h e 33 min), mostrando que, no verão, os animais substituem atividades relacionadas com o comportamento alimentar (ingestão e ruminação) pelo ócio, numa provável tentativa de reduzir a produção de calor metabólico (BLACKSHAW & BLACKSHAW, 1994; PIRES et al., 1998).

## **2.8 - Produção, composição química e qualidade do leite**

A produção de leite é uma atividade que se torna cada vez mais competitiva e importante na agropecuária. Portanto, é importante buscar ganhos efetivos na quantidade e qualidade do leite produzido (ANDRADE et al., 2007). O leite é fonte alimentar de proteínas de alto valor biológico, vitaminas e minerais, porém a sua composição química o torna um alimento altamente perecível e as suas características físicas, químicas e biológicas são facilmente alteradas pela manipulação, presença de células somáticas e ação de microrganismos (FAGAN et al., 2008).

A presença dos teores de proteína, gordura, lactose, sais minerais e vitaminas determinam a qualidade e a composição do leite, que, por sua vez, é influenciada por diversos fatores, como: espécie, raça, estágio de lactação, número de lactações, idade; fatores ambientais, como temperatura, umidade, radiação solar; fatores fisiológicos e patológicos, como porção da ordenha, presença de mastite; fatores nutricionais e relacionados ao manejo, como intervalo entre ordenhas, persistência de lactação (MILANI, 2011).

Segundo Brito & Dias (1998), a qualidade do leite é definida por parâmetros de composição química, características físico-químicas e higiene. Para Fagan et al. (2008), a qualidade do leite é determinada pelo sabor, inocuidade, integridade e valor nutritivo. De acordo com Gomes et al. (2006), a qualidade do leite pode ser estimada pela sua composição: teores de gordura, proteína, lactose, sólidos totais e contagem de células somáticas.

Quantificar os efeitos diretos do ambiente térmico sobre a produção de leite não é tarefa fácil, uma vez que esta é amplamente afetada por outros fatores, como por exemplo, o manejo nutricional (FUQUAY, 1997).

As diferenças sazonais na produção de leite são causadas por mudanças periódicas de temperatura e umidade durante o ano, as quais têm efeito direto nesta produção, face à menor quantidade de matéria seca ingerida e o efeito indireto pela flutuação na quantidade e qualidade do alimento (BOHMANOVA et al., 2007).

A redução de ingestão de alimentos resulta em um decréscimo da produção de calor e é uma estratégia usada pelo animal para manter a sua temperatura corporal constante (ALMEIDA, 2010).

De acordo com Head (1989), o estresse térmico causa diminuição na produção e no teor de constituintes do leite, como a gordura, proteína, ácido cítrico, cálcio e potássio. Em consequência de sua ação sobre o consumo, o estresse calórico tem efeitos marcantes sobre o metabolismo da glândula mamária e a composição do leite.

### **3 - REFERÊNCIAS**

ALBRIGHT, J. L. Feeding behavior of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.76, n.2, p.485-498, 1993.

ALMEIDA, G. L. P.; PANDORFI, H.; GUISELINI, C.; HENRIQUE, H. M.; ALMEIDA, G. A. P. Uso do sistema de resfriamento adiabático evaporativo no conforto térmico de vacas da raça girolando. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.15, n.7, p.754–760, 2011.

ALMEIDA, G. L., PANDORFI, H., GUISELINI, C., ALMEIDA, G. A., MORRIL, W. B. Investimento em climatização na pré-ordenha de vacas girolando e seus efeitos na produção de leite. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n. 12, p.1337-1344, 2010.

ALMEIDA, G. L. P. Climatização na pré-ordenha de vacas da raça girolando e seus efeitos na produção e qualidade do leite e no comportamento animal. 2010. 135f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

AMADEU, C. C. B.; LEME, T. M. DA C.; NETO, P. F.; VILELA, R. A.; TITTO, E. A. L. Comportamento ingestivo de vacas Holandesas alojadas em sistema de estabulação livre com ventilação e nebulização. In: *Simpósio de Ciências da UNESP, V. Encontro de Zootecnia, VI, 2009. Dracena. Anais... Dracena: UNESP. CD- Rom.*

ANDRADE, L. M.; EL FARO, L.; CARDOSO, V. L. Efeitos genéticos e de ambiente sobre a produção de leite e a contagem de células somáticas em vacas holandesas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.36, n.2, p.343-349, 2007.

ARCARO JÚNIOR, I. Avaliação da influência de ventilação e aspersão em coberturas de sombrite para vacas em lactação. 2000. 81f. Tese (Doutorado em Construções Rurais e Ambientação) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

ARCARO JÚNIOR, I.; ARCARO, J. R. P.; POZZI, C. R.; FAVA, C. D.; FAGUNDES, H.; MATARAZZO, S. V.; OLIVEIRA, J. E. Respostas fisiológicas de vacas em lactação à ventilação e aspersão na sala de espera. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.35, n.3, p. 639-643, 2005.

ARCARO, J. R. P.; ARCARO JÚNIOR, I.; POZZI, C. R.; MATARAZZO, S. V.; FAGUNDES, H.; ZAFALON, L. F.; COSTA, E. O. Climatização em instalações do tipo free-stall: Comportamento animal e ocorrência de mastite em vacas em lactação. *Revista Napgama*, v.2, p.3-9, 2006.

ARMSTRONG, D.V. Heat stress interaction with shade and cooling. *Journal of Dairy Science*, v.77, p.2044-2050, 1994.

AVENDAÑO-REYES, L.; ÁLVAREZ-VALENZUELA, F. D.; CORREA-CALDERÓN, A.; ALGÁNDAR-SANDOVAL, A.; RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, E.; PÉREZ-VELÁZQUEZ, R.; MACÍAS-CRUZ, U.; DÍAZ-MOLINA, R.; ROBINSON, P. H.; J.G. FADEL, J. G. Comparison of three cooling management systems to reduce heat stress in lactating Holstein cows during hot and dry ambient conditions. *Livestock Science*, v.132, p.48-52, 2010.

AZEVEDO, D. M. M. R.; ALVES, A.A. Bioclimatologia aplicada à produção de bovinos leiteiros nos trópicos. Teresina, Embrapa Meio-Norte, 2009. 83 p.

AZEVEDO, M.; PIRES, M. F. A.; SATURNINO, H. M.; ÂNGELA MARIA QUINTÃO LANA, A. M. Q.; IVAN BARBOSA MACHADO SAMPAIO, I. B. M.; JOÃO BOSCO NEVES MONTEIRO, J. B. N.; LEANDRO ESTEVES MORATO, L. E. Estimativa de Níveis Críticos Superiores do Índice de Temperatura e Umidade para Vacas Leiteiras 1/2, 3/4 e 7/8 Holandês-Zebu em Lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.6, p.2000-2008, 2005.

BACCARI JÚNIOR, F. Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes. Londrina: UEL Editora, 2001. 141p.

BAÊTA, C.; SOUZA, C. F. Ambientação em edificações rurais – Conforto animal. Viçosa: UFV Editora, 2010. p. 269.

BANKS, E. Behavioral research to answer questions about animal welfare. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.54, n.2, p.434-455, 1982.

BARCELLOS, A. O.; RAMOS, A. K. B.; VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos

tropicais brasileiros. Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, suplemento especial p.51-67, 2008.

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

BOHMANOVA, J.; MISZTAL, I.; COLET, J.B. Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress. Journal of Dairy Science, Champaign, v.90, n.4, p.1947-1956, 2007.

BRASIL, R. B.; SILVA, M. A. P. Conforto térmico na bovinocultura de leite: Revisão bibliográfica. PUBVET, Londrina, v.4, n.15, ed.120, art.813, 2010.

BRITO, J.R.F.; DIAS, J.C. A qualidade do leite. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite, Juiz de Fora 1998. 98 p.

CAMPOS, A. T. A importância da água para o gado de leite. Coronel Pacheco: Embrapa/CNPGL, 2001. Disponível em [http://www.cnppl.embrapa.br/totem/conteudo/Alimentacao\\_e\\_manejo\\_animal/Pasta\\_do\\_Produtor/31\\_Importancia\\_da\\_agua\\_para\\_bovinos\\_de\\_leite.pdf](http://www.cnppl.embrapa.br/totem/conteudo/Alimentacao_e_manejo_animal/Pasta_do_Produtor/31_Importancia_da_agua_para_bovinos_de_leite.pdf). 2013.

CARVALHO, M.P. Não subestime a importância do sombreamento em instalações de vacas leiteiras. 2000. Disponível em: <http://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/sistemas-de-producao/nao-subestime-a-importancia-do-sombreamento-em-instalacoes-de-vacas-leiteiras-16757n.aspx>. Acesso em: 09 de Ago. 2012.

CARVALHO, F.A.; LAMMOGLIA, M.A.; SIMÕES, M.J. et al. Breed effects thermoregulation and epithelial morphology in imported and native cattle subjected to heat stress. Journal of Animal Science, v.73, p.3570-3573, 1995.

COELHO, S. G. Desafios na criação e saúde de bezerros. In: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE BUIATRIA. Belo Horizonte, Anais..., 2009. p.1-13.

COLLIER, R. J.; ELEY, R. M.; SHARMA, A. K.; PEREIRA, R. M.; BUFFINGTON, D. E. Shade management in subtropical environment for milk yield and composition in Holstein and jersey cows. Journal of Dairy Science, v. 64, n. 5, p. 844-849, 1981.

COSTA, M.J.R.P.; SILVA, E.V.C.; NETO, M. C.; ROSA, M.S. Contribuição dos estudos de comportamento de bovinos para implementação de programas de qualidade de carne. In: Encontro Anual de Etologia, 10., 2002, Natal. Anais... Natal: SBE, 2002. p.71 – 89.

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

DAHL, G. E. Efeito do estresse térmico durante o período seco no desempenho pós-parto. In: XIV CURSO NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 2010. Uberlândia, Anais... 2010, p. 357-362.

DAMASCENO, J. C.; BACCARI JÚNIOR, F.; TARGA, L. A. Respostas Fisiológicas e Produtivas de Vacas Holandesas com Acesso à Sombra Constante ou Limitada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.27, n.3, p.595-602, 1998.

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

FAÇANHA, D.A.E.; CHAVES, D. F.; MORAIS, J. H. G.; VASCONCELOS, A. M.; COSTA, W. P.; GUILHERMINO, M. M. Tendências metodológicas para avaliação da adaptabilidade ao ambiente tropical. *Revista Brasileira Saúde Produção Animal*, Salvador, v.14, n.1, p.91-103, 2013.

FAÇANHA, D.A.E.; SILVA, R.G.; MAIA, A.S.C.; GUILHERMINO, M.M.; VASCONCELOS, A.M. Variação anual de características morfológicas e da temperatura de superfície do pelame de vacas da raça Holandesa em ambiente semiárido. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.4, p.837-844, 2010.

FAGAN, E. P.; TMANINI, R.; FAGNANI, R.; BELOTI, V.; BARROS, M. A. F.; JOBIM, C. C. Avaliação de padrões físico-químicos e microbiológicos do leite em diferentes fases de lactação nas estações do ano em granjas leiteiras no Estado do Paraná – Brasil. *Ciências Agrárias*, Londrina, v. 29, n.3, p. 651-660, 2008.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Production. Livestock Primary. 2011. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/569/DesktopDefault.aspx?PageID=569#ancor>>. Acesso em: 28 Mai. 2013.

FARIA, F. F.; MOURA, D. J.; SOUZA, Z. M.; MATARAZZO, S. V. Variabilidade espacial do microclima de um galpão utilizado para confinamento de bovinos de leite *Ciência Rural*, Santa Maria, v.38, n.9, p.2498-2505, 2008.

FERREIRA, F.; PIRES, M. F. A.; MARTINEZ, M. L. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v.58, n.5, p.732-738, 2006.

FRASER, A. F.; BROOM, D. M. Farm animal behavior and welfare. London: Bailliere Tindall, 1990. 437 p.

FUQUAY, J. W. Heat stress as it affects animal production. *Journal of Animal Science*, v.52, p.164–182, 1981.

GOMES, V.; MADUREIRA, K. M.; VIEIRA, M.; PAGOTTO, L. G. Composição físico-química do leite de vacas holandesas de acordo com a reatividade ao “California Mastitis Test”. *Revista de Ciências Veterinárias*, Valinhos, v. 4, n. 4, p. 5-11, 2006.

HAHN, G. L.; PARKHURST, A. M.; GAUGHAN, J. B. Cattle respiration rate as a function of ambient temperature. *Transactions of American Society of Agricultural Engineering*, v.40, p.97-121, 1997.

HEAD, H. H. The strategic use of the physiological potential of the dairy cow. In: SIMPÓSIO LEITE NOS TRÓPICOS: NOVAS ESTRATÉGIAS DE PRODUÇÃO. 1989, Botucatu. Anais... Botucatu, 1989. p.38-89.

HUBER, J.T. Alimentação de vacas de alta produção sob condições de stress térmico. In: BOVINOCULTURA LEITEIRA. Piracicaba: FEALQ, 1990. p.33-48.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2012. Pesquisa da agropecuária municipal. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2011/default.shtm>>. Acesso em: 27 Mai. 2013.

IZAEL, M.A. Avaliação de estresse térmico em vacas leiteiras mestiças (*Bos taurus* x *Bos indicus*) criadas em clima semi-árido em sistema free-stall. 2012. 68f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

KADZERE, C.T.; MURPHY, M.R.; SILANIKOVE, N.; MALTZ, E. Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock Production Science*, v 77, p.59–91, 2002.

KOLB, E. Fisiologia veterinária. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1987. 612p.

LEME, T. M. S. P.; PIRES, M. F. A.; VERNEQUE, R. S.; ALVIM, M. J.; AROEIRA, L. J. M. Comportamento de vacas mestiças holandês x zebu, em pastagem de *brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. *Revista Ciência Agrotécnica*, Lavras, v. 29, n. 3, p. 668-675, 2005.

LOPES, M. A.; CARDOSO, M. G.; CARVALHO, F. M.; LIMA, A. L. R.; DIAS, A. S.; CARMO, E. A. Efeito do tipo de sistema de criação nos resultados econômicos de sistemas de produção de leite na região de lavras (mg) nos anos 2004 e 2005. *Ciência Animal Brasileira*, v. 8, n. 3, p.359-371, 2007.

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*, 2003, vol.32, n.4, p. 843-853, 2003.

MARQUES, J. A.; CALDAS NETO, S. F.; GROFF, A. M.; SIMONELLI, S. M.; CORASA, J.; ROMERO, L.; ZAWADSKI, F.; ARAÚJO, P. F. Comportamento de bovinos mestiços em confinamento com e sem acesso a sombra durante o período de verão. *Campo Digital*, Campo Mourão, v.1, n.1, p.54-59, 2006.

MARTELLO, L. S.; SAVASTANO JUNIOR, H.; SILVA, S. L.; TITTO, E. A. I. Respostas fisiológicas e reprodutivas de vacas holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 181-191, 2004.

MILANI, M. P. Qualidade do leite em diferentes sistemas de produção, anos e estações climáticas no noroeste do rio grande do sul. 2011. 67f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

MILKPOINT - Dados de produção de leite. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/cadeia-do-leite/estatisticas/estatisticas-do-leite-milkpoint-80417n.aspx>>. Acesso em: 28 Mai. 2013.

MILKPOINT – Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/cadeia-do-leite/giro-lacteo/producao-de-leite-pode-dobrar-em-5-anos-83259n.aspx>> Acesso em: 28 Mai. 2013.

MOLENTO, C.F.M. Animal welfare and production: economic aspects – Review. Archives of Veterinary Science, v. 10, n. 1, p.1-11, 2005.

MORAIS, D. A. E. F.; MAIA, A. S. C.; SILVA, R. G.; VASCONCELOS, A. M.; LIMA, P. O.; GUILHERMINO, M. M. Variação anual de hormônios tireoideanos e características termorreguladoras de vacas leiteiras em ambiente quente. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.37, n.3, p.538-545, 2008.

MOTA, L.S. Adaptação e interação genótipo-ambiente em vacas leiteiras. 1997. 69f. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

NÄÄS, I.A.; ROMANINI, C.E.B.; NEVES, D.P.; NASCIMENTO, G.R.; VERCELLINO, R.A. Broiler surface temperature distribution of 42 day old chickens. Scientia Agricola, Piracicaba, v.67, n.5, p.497-502, 2010.

NÄÄS, I. A.; ARCARO JÚNIOR, 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, Campina Grande, v.5, n.1, p.139-142, 2001.

NÄÄS, I. A. Princípios de Conforto Térmico na Produção Animal. São Paulo: Editora Ícone, 1989. 183 p.

PACIULLO, D.S.C.; HEINEMANN, A.B.; MACEDO, R.O. Sistema de produção de leite baseados no uso de pastagens. Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos, Goiás, v.1, n.1, p.88-106, 2005.

PASSINI, R.; FERREIRA, F. A.; BORGATTI, L. M. O.; TERÊNCIO, P. H.; SOUZA, R. T. Y. B.; RODRIGUES, P. H. M. Estresse térmico sobre a seleção da dieta por bovinos. Acta Scientiarum Animal Sciences, Maringá, v. 31, n. 3, p. 303-309, 2009.

PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J.T. Suplementos múltiplos para recria e engorda de bovinos em pastejo. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 2., 2001, Viçosa. Anais...Viçosa: UFV, 2001. p.187-232.

PEREIRA, J. C. C. Fundamentos da bioclimatologia aplicada à produção animal. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005. 195p.

PERISSINOTTO, M.; MOURA, D. J.; CRUZ, V.F.; SOUZA, S. R. L.; LIMA, A. O. K.; MENDES, A. S. Conforto térmico de bovinos leiteiros confinados em clima subtropical e mediterrâneo pela análise de parâmetros fisiológicos utilizando a

teoria dos conjuntos fuzzy. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.39, n.5, p.1492-1498, 2009.

PERISSINOTO, M.; MOURA, D. J.; CRUZ, V. F. Avaliação da produção de leite em bovinos utilizando diferentes sistemas de climatização. *Revista de Ciências Agrárias*, v.30, p.135-142, 2007.

PERISSINOTTO, M.; CRUZ, V.F.; PEREIRA, A.; MOURA, D.J. Influência das condições ambientais na produção de leite da vacaria da Mitra. *Revista de Ciências Agrárias*, v.30,n.1,p.143-149, 2007b.

PIRES, M. F. A.; VILELA, D.; VERNEQUE, R. S.; TEODORO, R. L. Reflexos do estresse térmico no comportamento das vacas em lactação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1., 1998, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1998. p.68–102.

REIS, M.; COSTA, M. R.; COSTA, R. G.; SUGUIMOTO, H. H.; SOUZA, C. H. B.; ARAGON-ALEGRO, L. C.; LUDOVICO, A.; SANTANA, E. H. W. Efeito do grupo racial e do número de lactações sobre a produtividade e a composição do leite bovino. *Ciências Agrárias*, Londrina, v.33, n.2, p. 3421-3436, 2012.

RODRIGUES, A. L.; SOUZA, B. B. S.; PEREIRA FILHO, J. M. Influência do sombreamento e dos sistemas de resfriamento no conforto térmico de vacas leiteiras. *Agropecuária Científica no Semiárido*, Patos, v.06, n. 02, p.14-22, 2010.

ROSSAROLLA, G. Comportamento de vacas leiteiras da raça holandesa, em pastagem de milheto com e sem sombra. 2007. 48f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

SEBRAE - SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. 2010. Boletim Setorial do Agronegócio – Bovinocultura leiteira. Recife, 2010. 28 p. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/setor/leite-e-derivados/Boletim%20Bovinocultura.pdf>>. Acesso em: 29 Mai. 2013.

SILVA, I. M.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G. L. P.; GUISELINI, C; CALDAS, A. M.; JACOB, A. L. Análise espacial das condições térmicas do ambiente pré-ordenha de bovinos leiteiros sob regimes de climatização. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.16, n.8, p.903–909, 2012.

SILVA, H. W. Fatores a considerar sobre a produção de leite a pasto. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, Viçosa, v.1, n.2, p.73-77, 2011.

SILVA, J.J.; CARVALHO, D. M. G.; GOMES, R. A. B.; RODRIGUES, A. B. C. Produção de leite de animais criados em pastos no Brasil. *Revista Veterinária e Zootecnia*, Botucatu, v.17, n.1, p.26-36, 2010.

SILVA, E. C. L.; MODESTO, E. C.; AZEVEDO, M.; FERREIRA, M. A.; BATISTA DUBEUX JÚNIOR, C. B.; SCHULER, A. R. P. Efeitos da disponibilidade de sombra sobre o desempenho, atividades comportamentais e parâmetros

fisiológicos de vacas da raça Pitangueiras. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, Maringá, v. 31, n. 3, p. 295-302, 2009.

SILVA, L.L.G.G.; RESENDE, A. S.; DIAS, P.F.; SOUTO, S. M.; AZEVEDO, B. C.; VIEIRA, S. M.; COLOMBARI, A. A.; TORRES, A. Q. A.; MATTA, P.M.; PERIN, T. B.; MIRANDA, C. H. B.; FRANCO, A. A. Conforto térmico para novilhas mestiças em sistema silvipastoril. *Embrapa Agrobiologia, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, n. 34, p. 1-25, 2008.

SILVA, I. J. O.; PANDORFI, H.; ACARARO, I. J.; PIEDADE, S. M. S.; MOURA, D. J. Efeitos da climatização do curral de espera na produção de leite de vacas Holandesas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.31, n.5, p.2036-2042, 2002.

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

SILVA, I. J. O. Vacas produzem mais e melhor em ambientes adequados. *Revista Balde Branco*, São Paulo, v.35, n.413, p.20-27, 1999.

SILVA, I. J. O. Climatização das instalações para bovino leiteiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1., 1998, Piracicaba. *Anais... Piracicaba: ESALQ/FEALQ*, 1998. p.114-145.

SOUZA, B. B.; SILVA, I. J. O.; MELLACE, E. M.; SANTOS, R. F. S.; ZOTTI, C. A. Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em Novilhas leiteiras. *Agropecuária Científica no Semiárido*, Patos, v.6, n.2, p. 59-65, 2010.

SOUZA, S. R. L.; NÄÄS, I. A.; MARCHETO, F. G.; SALGADO, D. D. Análise das condições ambientais em sistemas de alojamento 'freestall' para bovinos de leite. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.8, n.2/3, p.299-303, 2004.

TITTO, E. A. L. Clima: Influência na produção de leite. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1., 1998, Piracicaba. *Anais... Piracicaba: FEALQ*, p.10-23, 1998.

VIANA, G; FERRAS, RPR. A cadeia produtiva do leite: um estudo sobre a organização da cadeia e sua importância para o desenvolvimento regional. *Revista Capital Científico*, Guarapuava, v.5, n.1, p23-40, 2007.

WELCH, J.G. Rumination, particle size and passage from the rumen. *Journal of Animal Science*, v.54, n.4, p.885-895, 1982.

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

ZANINE, A. M.; VIEIRA, B. R; FERREIRA, D. J.; VIEIRA, A. J. M.; LANA, R. P.; CECON, P. R. Comportamento ingestivo de vacas Girolandas em pastejo de *Brachiaria brizantha* e Coast-cross. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v.10, n.1, p.85-95, 2009.

ZWALD, A. Heifer Management Blueprints. Wisconsin: Copyright University of Wisconsin, Department of Dairy Science, 2007. Disponível em: <<http://www.uwex.edu/ces/heifermgmt/documents/heatstress.pdf>>. Acesso em: 17 de Abril. 2013.

**CAPÍTULO 1**  
**CLIMATIZAÇÃO NA PRÉ-ORDENHA DE VACAS GIROLANDO NO**  
**INVERNO DO SEMIÁRIDO**

## CLIMATIZAÇÃO NA PRÉ-ORDENHA DE VACAS GIROLANDO NO INVERNO DO SEMIÁRIDO

### RESUMO

Objetivou-se avaliar tempos de exposição dos animais à climatização no curral de espera sobre os índices de conforto, parâmetros fisiológicos e produção de leite de vacas da raça Girolando, no inverno do semiárido pernambucano. Foram utilizadas 16 vacas com composição genética de 7/8 Holandês-Gir, divididas em quatro grupos, submetidos a três tempos de climatização 10, 20, 30 min e controle (sem climatização), adotando-se delineamento em quadrado latino 4 x 4. Para determinação da eficiência térmica da climatização foram registradas as variáveis temperatura e umidade relativa do ar. Registraram-se as variáveis fisiológicas frequência respiratória, temperatura de pelame, temperatura retal e produção de leite, para os dois turnos de ordenha (manhã e tarde). A climatização por 10, 20 e 30 min, mostraram-se eficientes na redução da temperatura do ar no turno da tarde, com redução da ordem de 1,4, 2,3 e 2,7 °C, quando comparados com o controle, respectivamente. A climatização no curral de espera promoveu a manutenção do conforto térmico de bovinos leiteiros no inverno do semiárido pernambucano, no entanto sem efeito contundente nas respostas fisiológicas e de produção de leite, que não apresentaram alteração com o emprego do resfriamento adiabático evaporativo.

**Palavras-chave:** ambiência animal, conforto térmico, bovinos de leite

## ACCLIMATIZATION IN GIROLANDO COWS PRE-MILKING DURING THE WINTER IN THE SEMIARID

### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate animal's exposure periods to acclimatization in lairage on comfort indices, physiological parameters and milk production of Girolando cows, during the winter in the semiarid of Pernambuco. It was used 16 Girolando cows, with genetic composition of 7/8 Holstein-Gir, divided in four groups, subjected to three acclimatization periods 10, 20, 30 min and control (no acclimatization), adopting a 4 x 4 Latin square design. In order to determine

acclimatization thermal efficiency, temperature and relative air humidity were recorded. It was recorded the following physiological variables: respiratory frequency, haircoat temperature, rectal temperature and milk production, for both milking periods (morning and afternoon). Acclimatization for 10, 20 and 30 min were efficient in dropping air temperature during the afternoon, with a decrease around 1.4, 2.3 and 2.7 °C, when compared to control, respectively. Lairage acclimatization promoted thermal comfort maintenance of dairy cattle in the winter in the semiarid of Pernambuco, though there was no definite effect on physiological, behavioral, production and milk composition responses, which have not altered under the adiabatic evaporative cooling.

**Keywords:** animal environment, thermal comfort, dairy cattle

## INTRODUÇÃO

Os animais de uma maneira geral necessitam de condições ambientais ótimas para seu crescimento e desenvolvimento e para que esses processos ocorram dentro da normalidade, é fundamental que estejam dentro de sua zona de conforto térmico. Fisiologicamente, os animais reagem de formas distintas a exposições frequentes de radiação solar, dentre outros elementos meteorológicos, alterando seu comportamento e sua produtividade, além de sofrerem mudanças em vários parâmetros fisiológicos. (DELFINO et al., 2012).

Os fatores climáticos externos podem interferir no microclima gerado no interior das instalações, com impacto na produção e, consequentes prejuízos econômicos para os produtores de leite.

Uma forma de avaliar as respostas dos animais ao ambiente térmico é por meio da observação de alguns parâmetros fisiológicos, como a temperatura retal e a frequência respiratória. Esses parâmetros podem ser influenciados, tanto por fatores intrínsecos (idade, raça, estado fisiológico), quanto por fatores extrínsecos (hora do dia, ingestão de alimentos e de água, temperatura ambiente, velocidade do vento, estação do ano) (PERISSINOTTO et al., 2009).

A temperatura ótima para exploração leiteira depende da espécie, raça, idade, consumo alimentar, aclimatação, nível de produção, pelame e grau de tolerância do animal ao calor e ao frio. A raça holandesa, especializada em produção leiteira, possui zona de termoneutralidade situada entre 4 e 26 °C (HUBER, 1990), em que a homeotermia é mantida, indiretamente, pelos

processos de transferência de calor por radiação, convecção, condução e evaporação que ocorrem à superfície do animal (AZEVEDO et al., 2005).

Um ambiente é considerado confortável quando o animal está em equilíbrio térmico com ele, isto é, em que o calor produzido pelo metabolismo é perdido para o ambiente sem prejuízo da homeostase do animal (COSTA e SILVA et al., 2010).

Duas estratégias fundamentais podem ser utilizadas para controlar e melhorar as condições ambientais dos animais em estresse térmico: reduzir o ganho de calor, diminuindo a carga resultante de insolação e maximizar a perda de calor pela redução da temperatura do ar e do ambiente, ou promover a maior perda de energia por evaporação, diretamente pelos animais (BILBY et al., 2009).

As raças bovinas são geralmente exigentes quanto ao clima, necessitando-se, portanto, do oferecimento de instalações e de manejo que amenizem os efeitos estressantes do ambiente. É importante dar uma maior atenção aos locais com grande concentração de animais, como a sala de espera de ordenha (DELFINO et al., 2012).

Nesse contexto, objetivou-se avaliar diferentes tempos de exposição dos animais à climatização no curral de espera sobre os índices de conforto, parâmetros fisiológicos e produção de leite de vacas da raça Girolando, no inverno do semiárido pernambucano.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa foi realizada em uma propriedade comercial de produção de leite, Fazenda Roçadinho, localizada no município de Capoeiras, Mesorregião Agreste e Microrregião do Vale do Ipojuca, Estado de Pernambuco, Brasil, latitude de 8° 36' 33" S, longitude de 36° 37' 30" O e altitude de 733 m (Figura 1).

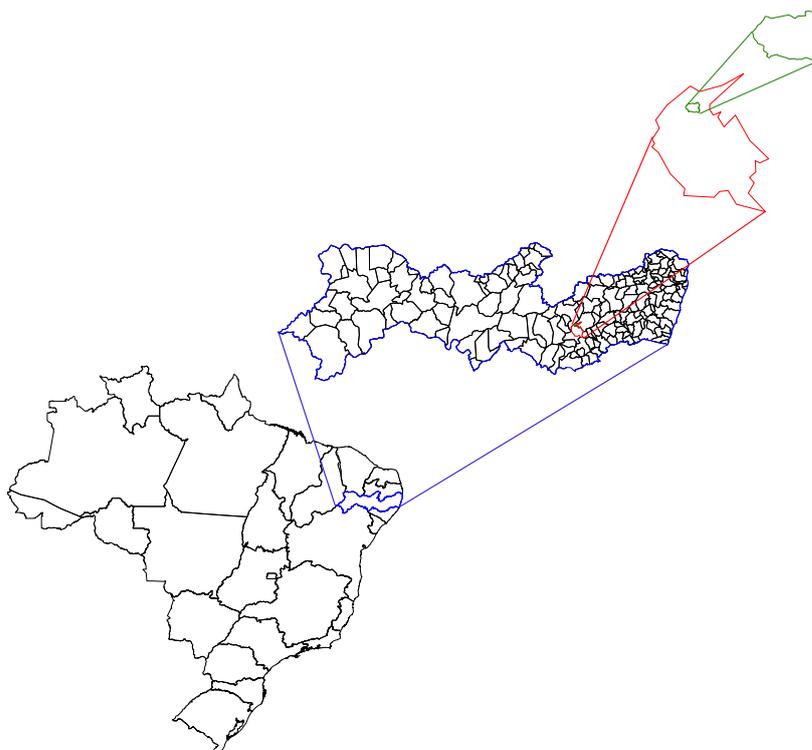


Figura 1 - Localização da propriedade no município de Capoeiras, Estado de Pernambuco, Brasil

A precipitação pluviométrica média da região é de 588 mm por ano, com temperatura média anual de 22,1 °C. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima é caracterizado como Bsh, semiárido (VIANELLO & ALVES, 2006).

O experimento foi realizado durante a estação de inverno (julho a agosto de 2010), com duração de 56 dias, divididos em 4 períodos de 14 dias, utilizando-se os sete primeiros dias de cada período para adaptação dos animais aos sistemas de climatização. No decorrer dos sete dias restantes de cada período, foram registradas as variáveis meteorológicas no curral de espera, submetido aos seus respectivos tempos de climatização e no ambiente externo.

Para determinação do efeito da climatização e do tempo de espera dos animais na pré-ordenha, foram avaliados três tempos de climatização 10, 20 e 30 min, em que os animais foram expostos ao sistema de resfriamento adiabático evaporativo (SRAE) e comparados com o controle (sem climatização).

Foram utilizadas 16 vacas Girolando múltiparas em lactação, com composição genética de 7/8 Holandês-Gir, peso médio de 500 kg e produção

média de leite de 18 kg dia<sup>-1</sup>, sendo então divididas, em quatro grupos, com quatro animais para cada grupo, marcados com cabrestos de cores diferentes, distribuídos por ordem de parto e estágio de lactação, o que garantiu maior homogeneidade entre os grupos (Figura 2).



Figura 2 - Animais selecionados para o estudo

As vacas receberam a mesma dieta alimentar em cocho coletivo, de acordo com o manejo empregado pela fazenda. As dietas de volumosos à base de palma forrageira e capim elefante foram fornecidas em cocho coletivo, duas vezes ao dia, sendo a primeira dieta fornecida após a primeira ordenha e a outra, após a segunda ordenha. Durante o intervalo das ordenhas, os animais permaneceram em área sombreada de bosque, com livre acesso a água.

Após os turnos de ordenha (manhã e tarde), os animais permaneceram em um curral de pós-ordenha (Figura 3 – Setor 1), aguardando junto, aos demais animais em lactação, até que todos fossem ordenhados, para em seguida serem liberados para a área sombreada de bosque e, posteriormente para a área de comedouros, onde recebiam as dietas de volumosos, em cocho coletivo.

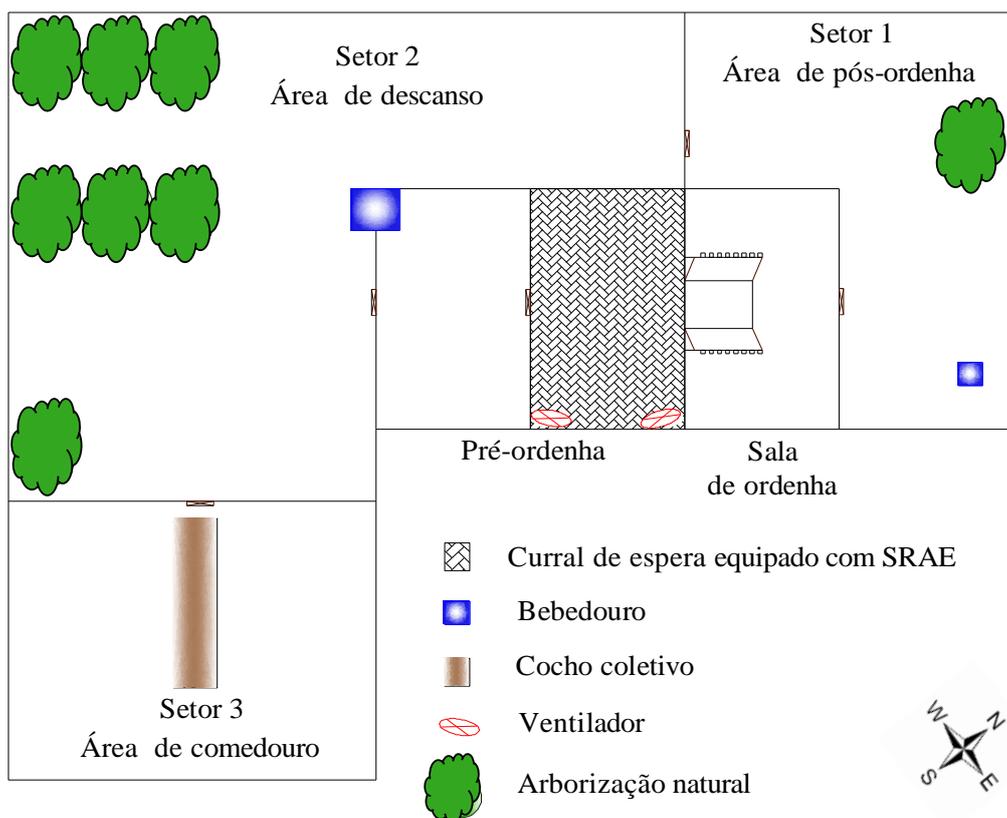


Figura 3 - Esquema de localização dos setores de pós-ordenha, área de descanso e comedouro

O concentrado era fornecido duas vezes ao dia, em uma proporção de 1 kg de ração para cada 3 kg de leite produzido por vaca, em cochos individuais, durante as ordenhas; a ração era composta basicamente de farelo de soja, farelo de algodão, farelo de milho, farelo de trigo e minerais.

O curral de pré-ordenha apresentava dimensões de 3,0 m de pé-direito, largura de 8,0 m e 6,0 m de comprimento (48 m<sup>2</sup>), com piso de pedra rejuntada com pasta de cimento (Figura 4). Estas dimensões estão de acordo com a EMBRAPA (2005), que recomenda curral de espera com área mínima de 47 m<sup>2</sup> para 20 animais adultos (2,35 m<sup>2</sup> animal<sup>-1</sup>). A cobertura do curral de espera foi feita com malha preta de sombreamento (80%), fixada em camada única sobre estrutura de madeira, sem fechamento lateral.

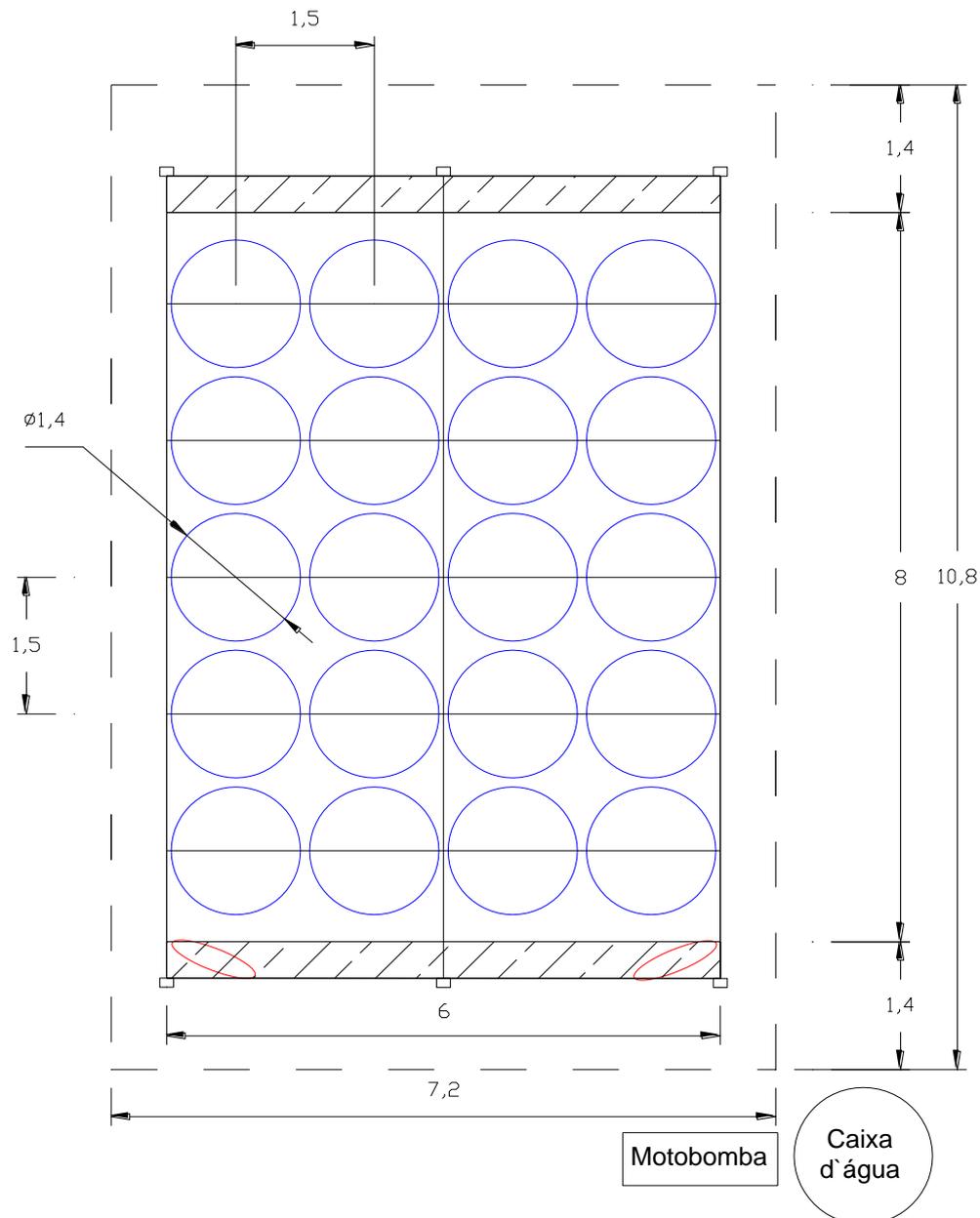


Figura 4 - Planta baixa do curral de espera e localização dos ventiladores e das linhas de nebulização

A ordenha era mecânica de circuito fechado, realizada nos horários das 5 e 14 h, em sistema tipo espinha de peixe com fosso central.

O SRAE foi composto por dois ventiladores axiais da marca Ventiave<sup>®</sup>, modelo P3D-Plus, equipados com motor trifásico de 0,5 HP, com diâmetro de 1,0 m, vazão de  $240 \text{ m}^3 \text{ min}^{-1}$ , 965 RPM e velocidade de deslocamento da massa de ar de até  $2,5 \text{ m s}^{-1}$ .

Os ventiladores foram fixados na face Sul, com espaçamento de 6 m entre os equipamentos, a uma altura de 2,5 m do piso (medido a partir do centro do equipamento) e com inclinação, em relação à vertical, de  $20^\circ$ ,

direcionados para o piso (Figura 5). O sistema de nebulização contava com cinco linhas (tubo de polietileno), com quatro bicos nebulizadores, marca Asbrasil, modelo Hadar 7110 em cada linha, com espaçamento de 1,5 m entre os bicos e entre as linhas, a uma altura de 3,0 m do piso (Figura 6). Esse sistema foi equipado com uma bomba centrífuga da marca Schneider<sup>®</sup>, modelo BC-92SK, de 0,75 CV e motor trifásico, cujo consumo de energia era equivalente a 0,65 KW h<sup>-1</sup>. A vazão de água nas linhas de nebulização foi de 240 L h<sup>-1</sup>. O SRAE era acionado manualmente e permanecia ligado ininterruptamente, durante a permanência das vacas no curral de espera. O consumo médio de água pelo SRAE foi 2,0; 4,0 e 6,0 L vaca<sup>-1</sup> ordenha<sup>-1</sup>, respectivamente, para 10, 20 e 30 min de exposição à climatização.

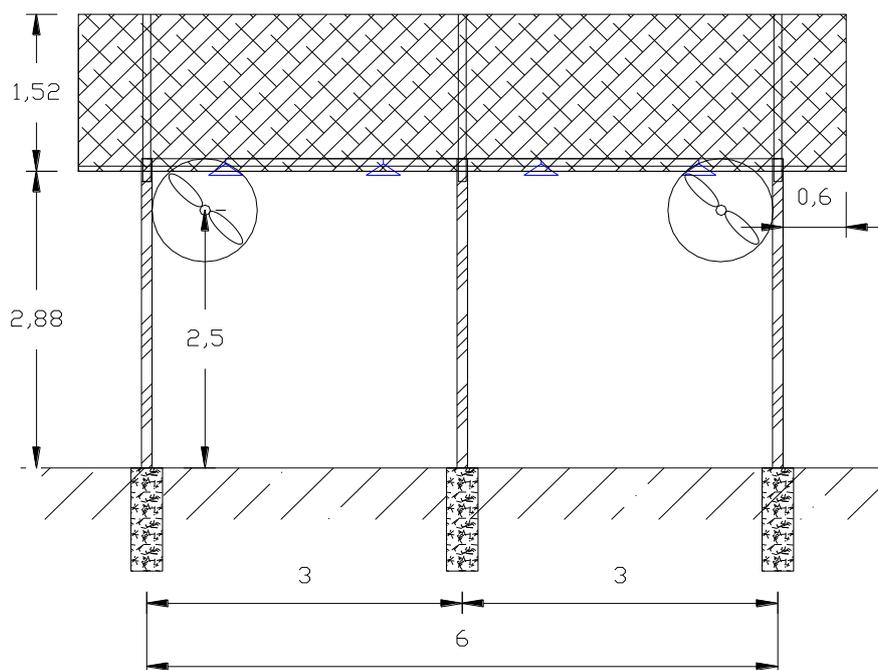


Figura 5 - Corte transversal do curral de espera e posicionamento dos ventiladores

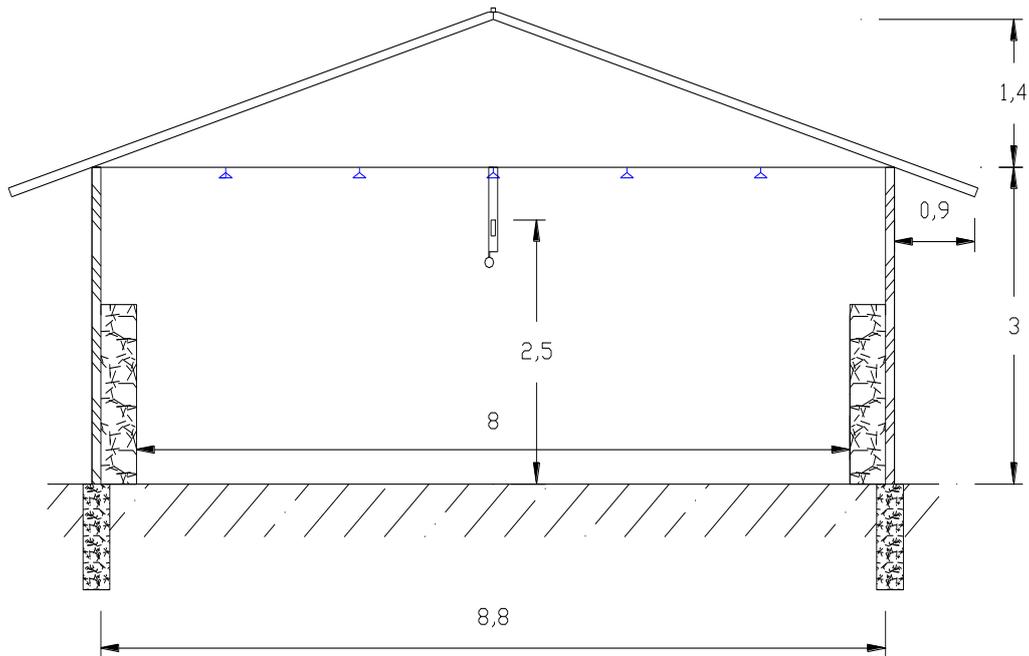


Figura 6 - Corte longitudinal do curral de espera e posicionamento das linhas de nebulização e disposição dos sensores

As variáveis meteorológicas foram registradas na pré-ordenha e no ambiente externo, por meio de dataloggers modelo HOBO U12-12, para o registro da temperatura do ar ( $T_a$ , °C), da umidade relativa do ar (UR, %) e da temperatura de globo negro ( $T_{gn}$ , °C). Os sensores foram posicionados no centro geométrico da instalação, a 2,5 m do piso (Figura 7A). No ambiente externo os sensores foram instalados em abrigo meteorológico a 1,50 m de altura do solo (Figura 7B).



Figura 7 - Sensores no interior do curral de espera (A); detalhe do abrigo meteorológico no ambiente externo (B).

Para determinação da eficiência térmica proporcionado pelo SRAE foram determinados o índice de temperatura e umidade (ITU) e entalpia específica (h; KJ kg<sup>-1</sup>) por meio das seguintes equações:

a) Índice de temperatura e umidade (ITU), proposta por Thom (1959) Eq. 1:

$$ITU = Ta + 0,36 \cdot Tpo + 4,15 \quad (1)$$

em que:

Ta - temperatura do ar (°C)

Tpo - temperatura de ponto de orvalho (°C)

b) Entalpia específica (h), proposta por Rodrigues et al. (2011) Eq. 2:

$$h = \left( 1,006 \cdot Ta + \left( \left( \frac{UR}{Patm} \right) \cdot 10^{\left( \frac{7,5 \cdot Ta}{237,3 + Ta} \right)} \right) \right) \cdot (71,28 + 0,052 \cdot Ta) \quad (2)$$

em que:

Ta - temperatura do ar (°C)

Patm - pressão atmosférica do local (mmHg)

Para avaliação dos parâmetros fisiológicos foram registrados os dados de temperatura retal (TR; °C), frequência respiratória (FR; mov min<sup>-1</sup>) e temperatura do pelame (TP; °C), realizados nos horários de 5 e 14 h, duas vezes por semana. Todos os animais foram submetidos a essas determinações, antes e depois da climatização, sendo previamente identificados, de maneira que permanecessem fixos durante o período de acompanhamento.

A verificação da FR se deu a partir da contagem do número de movimentos da região do flanco realizados pelo animal, no intervalo de 1 min. Após o registro da FR, foram tomadas as medidas da TR, com auxílio de termômetro digital de uso veterinário, escala entre 20 e 50 °C, introduzido no reto dos animais, durante o tempo de 1 min para estabilização e obtenção do valor da temperatura (Figura 8).



Figura 8 - Termômetro digital.

O registro da TP foi realizado mediante o uso de um termômetro de infravermelho, marca ETI Ltd<sup>®</sup>, modelo RayTemp<sup>™</sup> 3 (Figura 9).



Figura 9 - Registro de temperatura do pelame.

Determinou-se a temperatura média do pelame de acordo com Pinheiro et al. (2005), com registros de temperatura da cabeça, dorso, canela e úbere de cada animal, em seus respectivos tratamentos, Eq. 3:

$$TP = 0,1 \cdot T_{\text{cabeça}} + 0,7 \cdot T_{\text{dorso}} + 0,12 \cdot T_{\text{canela}} + 0,08 \cdot T_{\text{úbere}} \quad (3)$$

A produção de leite (PL, kg) foi quantificada individualmente para cada animal em seu respectivo tempo de climatização, para as duas ordenhas diárias (manhã e tarde).

O delineamento experimental adotado foi o quadrado latino 4 x 4, utilizando-se 16 animais, distribuídos aleatoriamente em 4 grupos, com 4 períodos experimentais e 4 tratamentos.

Para efeito de análise estatística das variáveis meteorológicas, índices de conforto, variáveis fisiológicas, produção foram considerados os dados registrados nos quatro períodos, totalizando 28 dias de registro efetivo de dados.

A análise estatística foi realizada por meio do software Statistical Analysis System (SAS, 2009) e as inferências obtidas foram avaliadas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

As variáveis foram analisadas segundo o modelo estatístico Eq. 4:

$$Y_{ijk} = \mu + a_i + t_j + b_k + e_{ijk} \quad (4)$$

em que:

$Y_{ijk}$  - observação da i-ésima linha e k-ésima coluna para o j-ésimo tratamento

$\mu$  - média geral

$a_i$  - efeito da i-ésima linha

$t_j$  - efeito do j-ésimo tratamento

$b_k$  - efeito da k-ésima coluna

$e_{ijk}$  - erro aleatório

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se, na Tabela 1, que os valores médios para temperatura do ar ( $T_a$ ), registrados no curral de espera submetido aos diferentes tempos de climatização e controle, no turno da manhã, não apresentaram diferença significativa ( $P < 0,05$ ), portanto, todas as condições de alojamento dos animais mantiveram-se dentro da zona de conforto térmico (ZCT), entre 4 e 26 °C (HUBER, 1990). No turno da tarde, nota-se que o sistema de climatização foi eficiente na redução da  $T_a$ , que apresentou efeito significativo ( $P < 0,05$ ) entre os tempos de climatização de 10, 20 e 30 min, que permaneceram abaixo de 26 °C. Os tempos de exposição ao sistema de resfriamento adiabático evaporativo (SRAE) por 10, 20 e 30 min mostraram-se eficientes na redução dessa variável, com redução da ordem de 1,4, 2,3 e 2,7 °C, quando comparados com o controle, respectivamente.

A  $T_a$  observada no curral de espera climatizado corrobora estudos realizados por Almeida et al. (2011) e Silva et al. (2011) que verificaram

redução na Ta de 4,9 e 4,6 °C no curral de espera equipado com SRAE, quando comparado com o ambiente sem climatização. A magnitude de redução na Ta está relacionada com a eficiência do SRAE, que no presente estudo, a demanda atmosférica para evaporação foi comprometida pela condição climática apresentada na estação de inverno, com características determinadas por temperatura amenas e umidade relativa do ar elevada.

Tabela 1 - Valores médios e desvio padrão das variáveis ambientais e dos índices de conforto térmico registrados no interior do curral de espera nos turnos da manhã e da tarde

Variáveis	Tratamentos				CV (%)
	controle	10 min	20 min	30 min	
Turno da manhã					
Ta (°C)	19,5 a± 0,69	18,4 a± 1,52	17,9 a± 1,44	18,2 a± 0,52	6,52
UR (%)	87,5 a± 0,70	86,0 a± 6,58	88,5 a± 6,78	93,2 a± 0,35	5,66
ITU	67,0 a± 0,91	66,0 a± 1,62	65,8 a± 1,52	65,8 a± 0,68	1,98
h (KJ kg <sup>-1</sup> )	54,4 a± 2,05	50,6 a± 6,61	49,7 a± 6,42	52,3 a± 1,55	9,01
Turno da tarde					
Ta (°C)	25,9 a± 0,57	24,5 b± 0,71	23,6 c± 0,58	23,2 d± 0,56	5,01
UR (%)	67,5 c± 2,49	74,3 b± 1,90	76,0 ab± 5,48	81,0 a± 1,83	7,87
ITU	74,5 a± 0,67	73,0 b± 0,91	72,3 bc± 0,79	72,0 c± 0,79	1,73
h (KJ kg <sup>-1</sup> )	65,9 a± 1,72	64,8 ab± 2,37	62,7 b± 2,52	64,0 ab± 2,32	3,65

Médias seguidas das mesmas letras nas mesmas linhas não diferem entre si no nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Os valores de umidade relativa do ar (UR; %) registrados no turno da manhã (Tabela 1) não apresentaram diferenças ( $P < 0,05$ ), entretanto, todas as condições de alojamento apresentaram valores acima de 70%, considerado como valor limite de conforto para vacas lactantes em clima quente (NÄÄS & ARCARO JÚNIOR, 2001). No turno da tarde, a UR registrada nas condições de climatização, aumentou significativamente ( $P < 0,05$ ) em decorrência do tempo de funcionamento do SRAE, quando comparados com o controle. Nota-se que os tempos de exposição de 10, 20 e 30 min excederam o valor limite para vacas em lactação, portanto, acima da zona de conforto térmico; apesar disto, para Perissinotto & Moura (2007) quando a Ta se encontra próximo ao limite superior da zona de termoneutralidade (26 °C), independente dos valores de UR, a sensação de conforto térmico para vacas em lactação é muito boa.

Almeida et al. (2011) verificaram umidade relativa elevada com emprego do SRAE no curral de espera. Os valores encontrados foram 69,5; 74,8 e 77,5%, respectivamente, para os tratamentos 10, 20 e 30 min de climatização, para o verão do semiárido pernambucano.

Observou-se que não houve redução significativa ( $P < 0,05$ ) entre o controle e os tempos de climatização para o índice de temperatura e umidade (ITU), no turno da manhã (Tabela 1), o ambiente apresentou condições ideais para vacas mestiças em lactação de composição genética 7/8 Holandês-Gir que, segundo Azevedo et al. (2005) o ITU deve ser  $< 75$ .

No turno da tarde, a climatização do ambiente por 10, 20 e 30 min proporcionaram redução significativa ( $P < 0,05$ ) para o ITU, quando comparados com o controle (Tabela 1). A climatização por 30 min apresentou redução significativa ( $P < 0,05$ ), quando comparado com 10 min; no entanto, todas as condições de alojamento estiveram abaixo do valor considerado crítico ( $ITU < 75$ ) para vacas 7/8 Holandês-Gir (AZEVEDO et al., 2005). Os resultados apontados no turno da tarde estão abaixo daqueles observados por Silva et al. (2011), que verificaram, às 14 h, valores de 78,6; 74,9; 74,4 e 74,1  $KJ\ kg^{-1}$  de ar seco, para o curral de espera sem climatização, 20, 30 e 40 min de climatização, com acionamento automatizado.

Os valores médios expressos pela entalpia específica (h), não apontam redução significativa ( $P < 0,05$ ) no turno da manhã para 10, 20 e 30 min de climatização e o controle (Tabela 1). Todas as condições de estudo apresentaram entalpia abaixo do limite de conforto de  $67,4\ KJ\ kg^{-1}$  de ar seco, obtido a partir da  $T_a$  de  $26\ ^\circ C$  e UR de 70 %. O sistema de climatização, no turno da tarde, promoveu redução significativa ( $P < 0,05$ ) na entalpia entre o controle e 20 min de climatização; no entanto, todas as condições de estudo permaneceram abaixo do valor crítico ( $67,4\ KJ\ kg^{-1}$  de ar seco). As médias de entalpia observadas neste estudo para o turno da tarde estão abaixo das obtidas por Almeida et al. (2011) que apresentaram valores da ordem de 70,5, 68,7, 66,9 e 65,8 para o controle, 10, 20 e 30 min de climatização, no verão do semiárido pernambucano.

Segundo Carvalho et al., (2009) regiões com altos valores de temperatura do ar associados as altas umidades relativas, são limitantes ao uso de sistemas de resfriamento evaporativo. Porém, durante os meses mais quentes e menos úmidos, os sistemas de resfriamento evaporativo apresentam melhor desempenho.

Observa-se na Figura 10A, que a variação da  $T_a$  em todos os tratamentos, incluindo o ambiente externo, atenderam a exigência térmica dos

animais, permanecendo entre os limites de conforto térmico de 21 °C (Pereira, 2005) e 26 °C (Huber, 1990), o que demonstra que a condição de conforto no curral de espera foi atendida, independente da climatização e do tempo de exposição dos animais ao SRAE. No entanto, verifica-se na Figura 10B que o controle e a climatização por 10 min apresentaram, respectivamente, valores da ordem de 50 e 3,7% dos dias de estudo fora da faixa de conforto recomendada, enquanto nos tratamentos 20 e 30 min as temperaturas registradas no interior do curral de espera estiveram abaixo do limite crítico de 26 °C.

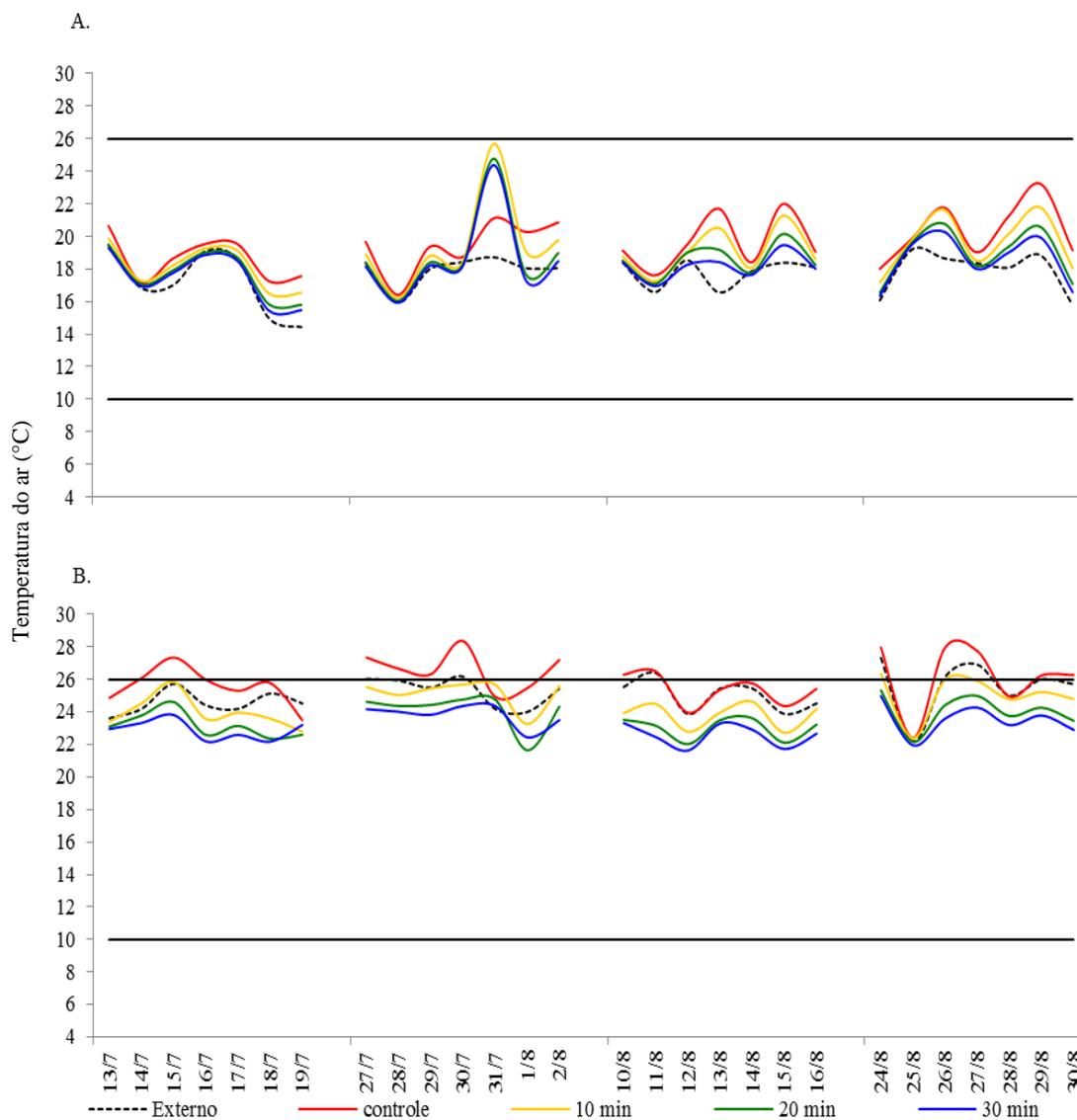


Figura 10 - Variação da temperatura do ar nos diferentes tratamentos e no abrigo meteorológico (ambiente externo) no turno da manhã (A) e da tarde (B)

Verifica-se na Figura 11A, que a variação da umidade relativa em todas as condições de estudo, incluindo o ambiente externo, encontrava-se acima de 70%, considerado como valor limite para o conforto de vacas lactantes em clima quente (NÄÄS & ARCARO JÚNIOR, 2001). No turno da tarde a UR ficou abaixo dos 70% para o ambiente com 10 min de climatização em apenas 21% dos dias de estudo. Para as demais condições de climatização não ocorreu valores menores que o limite de conforto. Para o controle e ambiente externo a UR não atingiu o limite inferior de 50% (Figura 11B).

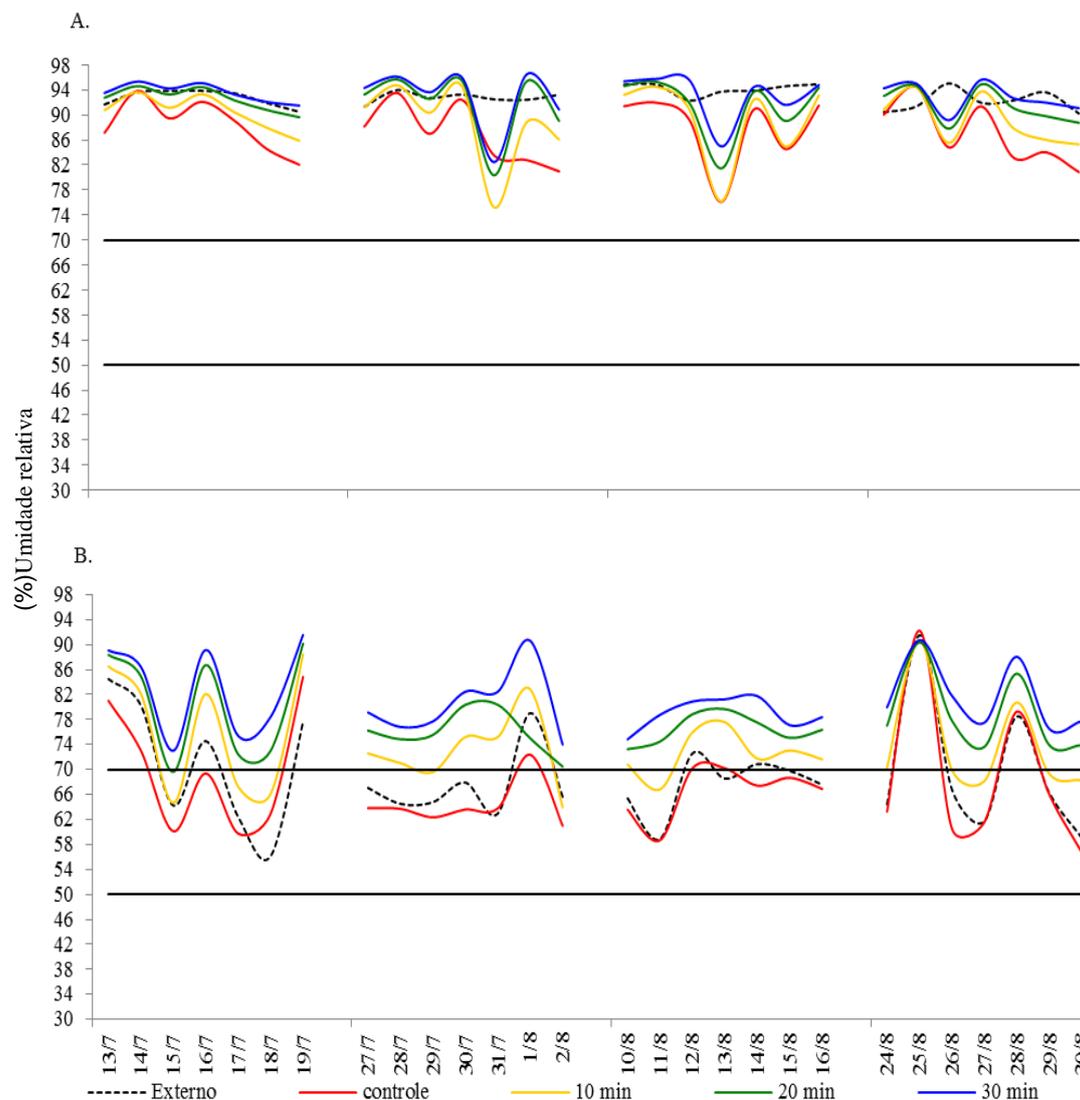


Figura 11 - Variação da umidade relativa nos diferentes tratamentos e no abrigo meteorológico (ambiente externo) no turno da manhã (A) e da tarde (B)

Observa-se na Figura 12, a variação do índice de temperatura e umidade nos turnos da manhã (A) e da tarde (B). Esses indicativos demonstram que a condição de conforto no curral de espera foi atendida em todos os tratamentos no turno da manhã; no entanto, para o turno da tarde, nota-se no controle, que em 25% dos dias estudados o valor de ITU esteve acima de 75, enquanto, que nas condições de 10, 20 e 30 min de climatização o ITU se manteve abaixo do limite estabelecido.

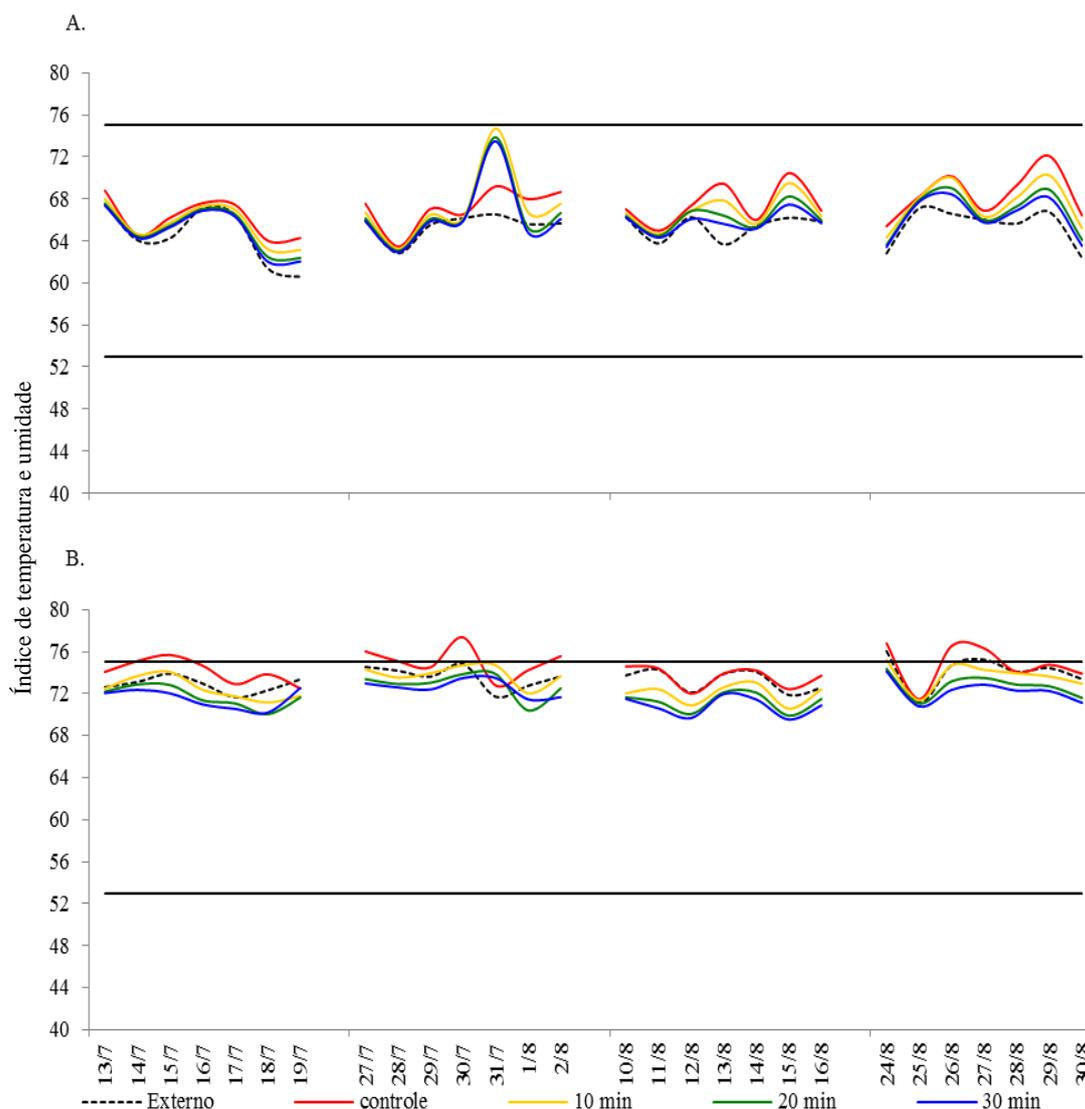


Figura 12 - Variação do índice de temperatura e umidade nos diferentes tratamentos e no abrigo meteorológico (ambiente externo) no turno da manhã (A) e da tarde (B)

Os resultados da variação de entalpia apontam que a condição de conforto no curral de espera foi atendida no turno da manhã (Figura 13 A); embora, os tratamentos com climatização (10, 20 e 30 min), em 3,57% dos dias estudados, apresentaram valores de entalpia acima do limite crítico. Para o turno da tarde (Figura 13 B), os tratamentos controle e 10 min, em 28,57% dos dias estudados, o valor da entalpia esteve acima do limite crítico (67,4 KJ kg<sup>-1</sup> de ar seco); nas condições com 20 e 30 min de climatização 17,86% dos dias, a condição de conforto esteve acima do limite recomendado.

A variação da entalpia observada neste estudo, no turno da tarde, corrobora Araújo (2001), que verificou no turno da tarde (13 h) 27,8% dos dias

avaliados valores acima do limite crítico ( $67,4 \text{ KJ kg}^{-1}$  de ar seco) para instalações do tipo freestall com sistema de climatização, para vacas da raça holandesa em lactação.

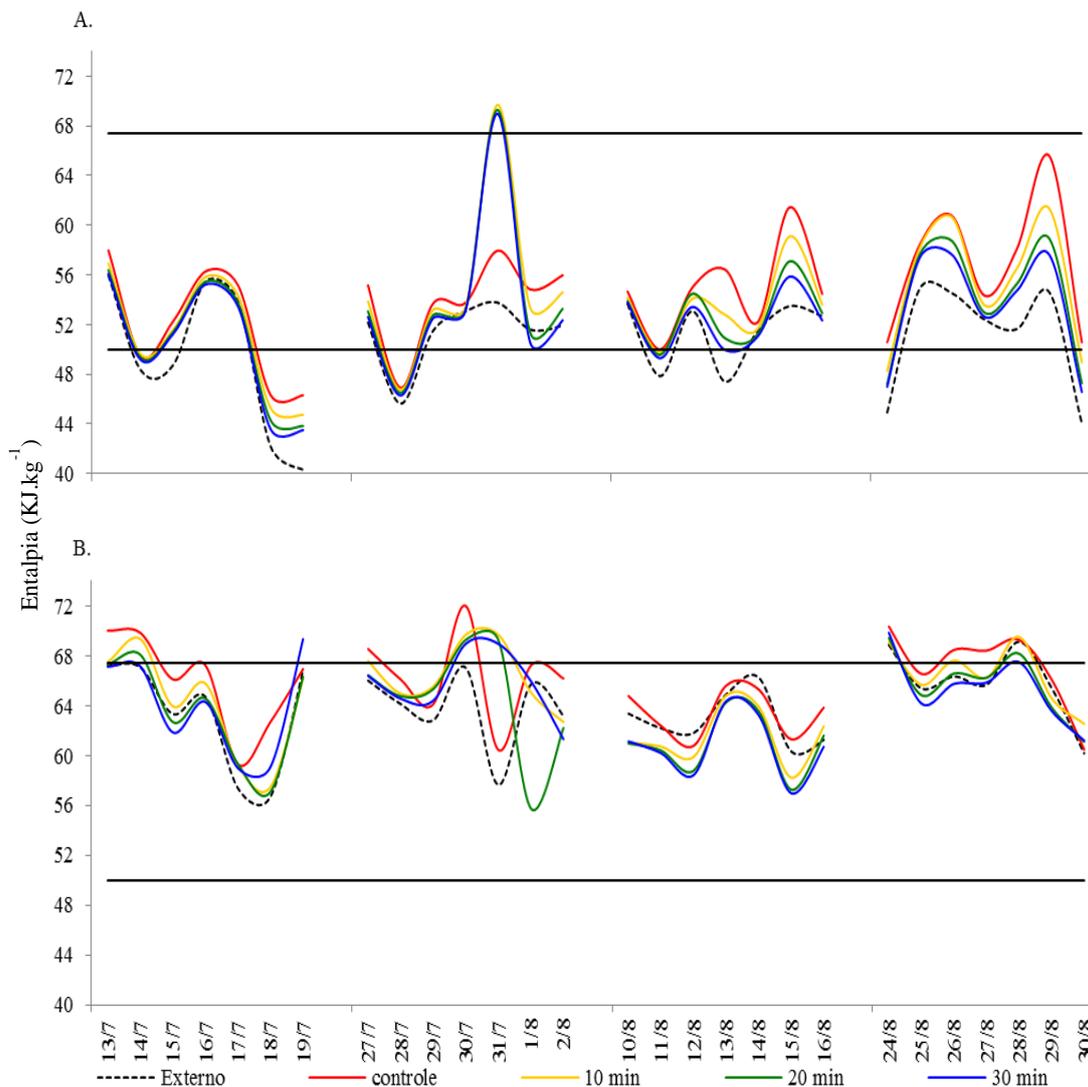


Figura 13 - Variação da entalpia nos diferentes tratamentos e no abrigo meteorológico (ambiente externo) no turno da manhã (A) e da tarde (B)

A análise das médias para frequência respiratória (FR) no turno da manhã (Tabela 2) apontou diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os animais submetidos ao controle e 30 min de climatização; apresentando valores da ordem de  $28,0$  e  $26,0 \text{ mov min}^{-1}$ , respectivamente, tais valores de FR para vacas em lactação são considerados normais, entre  $18$  e  $60 \text{ mov min}^{-1}$ , de acordo com Hahn et al. (1997), o que indica que os animais se mantiveram livre de estresse térmico, mesmo sem climatização.

No turno da tarde também se constataram diferenças ( $P < 0,05$ ) na FR entre os animais submetidos à climatização (10, 20 e 30 min) comparados ao controle, apresentando valores da ordem de 38,8, 33,8, 31,5 e 51,8  $\text{mov min}^{-1}$ , respectivamente (Tabela 2). Esses resultados estão de acordo com os estudos realizados por Arcaro Júnior et al. (2005) que também verificaram redução na FR de 42,0 para 38,0  $\text{mov min}^{-1}$ , para vacas lactantes da raça holandesa, que tiveram acesso ao curral de espera equipado com SRAE, durante 30 min de exposição, na pré-ordenha da tarde.

Tabela 2 - Valores médios e desvio padrão dos parâmetros fisiológicos avaliados nos diferentes tratamentos, nos turnos da manhã e da tarde

Variáveis	Tratamentos				CV (%)
	controle	10 min	20 min	30 min	
Turno da manhã					
FR ( $\text{mov min}^{-1}$ )	28,0 $a \pm 1,32$	26,8 $ab \pm 2,42$	26,5 $ab \pm 2,33$	26,0 $b \pm 2,71$	8,05
TP ( $^{\circ}\text{C}$ )	26,7 $a \pm 1,48$	26,6 $a \pm 1,13$	25,7 $a \pm 0,07$	25,0 $a \pm 2,24$	5,76
TR ( $^{\circ}\text{C}$ )	38,0 $a \pm 0,20$	38,2 $a \pm 0,11$	38,1 $a \pm 0,17$	38,0 $a \pm 0,10$	0,42
PL (kg)	11,691 $a \pm 0,73$	11,765 $a \pm 0,37$	11,770 $a \pm 0,96$	11,742 $a \pm 0,96$	6,06
Turno da tarde					
FR ( $\text{mov min}^{-1}$ )	51,8 $a \pm 9,84$	38,8 $b \pm 7,08$	33,8 $b \pm 3,03$	31,5 $b \pm 3,30$	25,77
TP ( $^{\circ}\text{C}$ )	34,2 $a \pm 2,21$	30,2 $b \pm 0,69$	29,5 $b \pm 0,62$	28,4 $b \pm 0,88$	8,31
TR ( $^{\circ}\text{C}$ )	39,0 $a \pm 0,23$	38,7 $a \pm 0,17$	38,8 $a \pm 0,30$	38,6 $a \pm 0,15$	0,58
PL (kg)	7,666 $a \pm 0,61$	7,609 $a \pm 0,36$	7,610 $a \pm 0,35$	7,696 $a \pm 0,54$	5,68

Médias seguidas das mesmas letras nas mesmas linhas não diferem entre si no nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Constatou-se que os valores médios da temperatura de pelame (TP) não apresentaram diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre as condições de estudo, para o turno da manhã (Tabela 2); no turno da tarde as médias da TP indicaram redução significativa ( $P < 0,05$ ) entre os animais submetidos a 10, 20 e 30 min de climatização, quando comparados com o controle, que apresentaram valores da ordem de 30,2, 29,5, 28,4 e 34,2  $^{\circ}\text{C}$ , respectivamente, sem efeito significativo entre os animais com climatização. Os valores médios obtidos de TP obtidos para 10, 20 e 30 min de climatização no turno da tarde estão abaixo de 32,5  $^{\circ}\text{C}$ , obtido por Perissinotto et al. (2006), para bovinos leiteiros submetidos a climatização.

A temperatura de superfície corporal depende, principalmente, das condições ambientais de umidade, temperatura do ar e vento, e das condições fisiológicas, como vascularização e evaporação pelo suor. Assim, contribui para a manutenção da temperatura corporal mediante trocas de calor com o ambiente em temperaturas amenas, e sob condições de estresse pelo calor, as

perdas sensíveis são diminuídas e a evaporação torna-se o principal processo de perda de calor (FERREIRA et al., 2006).

A temperatura retal (TR) se manteve dentro dos valores fisiológicos normais (38 a 39 °C) no turno da manhã e tarde, conforme Du Preez (2000), e não se verificaram diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) para os valores médios nos animais do controle, 10, 20 e 30 min de climatização.

Avaliando-se a produção do turno da manhã (Tabela 2) verifica-se que não houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os animais do controle, 10, 20 e 30 min, que apresentaram valores da ordem de 11,691, 11,765, 11,770 e 11,742, respectivamente. Resultado similar também foi observado no turno da tarde, que apresentou valores da ordem de 7,666, 7,609, 7,610 e 7,696 kg dia<sup>-1</sup>, para controle, 10, 20 e 30 min de climatização, respectivamente.

Os resultados apontam que os animais estavam submetidos a sua condição de conforto, independente da climatização. Essa resposta produtiva se respalda, principalmente, quando se compara a produção de leite verificada no verão, que apresentou valor médio para o controle de 17,53 kg dia<sup>-1</sup> (Almeida et al., 2013), portanto, nota-se incremento de 10,4% na produção de leite para estação de inverno (19,36 kg dia<sup>-1</sup>). A produção de leite no turno da tarde não apresentou diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos.

## **CONCLUSÕES**

A climatização no curral de espera promoveu a manutenção do conforto térmico de bovinos leiteiros no inverno do semiárido pernambucano, no entanto sem efeito contundente nas respostas fisiológicas e de produção de leite, que não apresentaram alteração com o emprego do resfriamento adiabático evaporativo.

## **REFERÊNCIAS**

ALMEIDA, G. L. P.; PANDORFI, H.; BARBOSA, S.B.P.; GUISELINI, C.; ALMEIDA, G. A. P. Comportamento, produção e qualidade do leite de vacas Holandês-Gir com climatização no curral. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 17, n. 8, p. 892-899, 2013.

ALMEIDA, G. L. P.; PANDORFI, H.; GUISELINI, C.; HENRIQUE, H. M.; ALMEIDA, G. A. P. Uso do sistema de resfriamento adiabático evaporativo no conforto térmico de vacas da raça girolando. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.15, n.7, p.754–760, 2011.

ARAÚJO, A. P. Estudo comparativo de diferentes sistemas de instalações para produção de leite tipo B, com ênfase nos índices de conforto térmico e na caracterização econômica. 2001. 94p. Pirassununga: Universidade de São Paulo. Dissertação Mestrado.

ARCARO JÚNIOR, I.; ARCARO, J. R. P.; POZZI, C. R.; FAVA, C. D.; FAGUNDES, H.; MATARAZZO, S. V.; OLIVEIRA, J. E. Respostas fisiológicas de vacas em lactação à ventilação e aspersão na sala de espera. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.35, n.3, p. 639-643, 2005.

AZEVEDO, M.; PIRES, M. F. A.; SATURNINO, H. M.; LANA, A. M. Q.; SAMPAIO, I. B. M.; MONTEIRO, J. B. N.; MORATO, L. E. Estimativas de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras 1/2, 3/4 e 7/8 Holandês-Zebu, em lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.6, p.2000-2008, 2005.

BILBY, T. R.; TATCHER, W.W.; HANSEN, P.J. Estratégias farmacológicas, nutricionais e de manejo para aumentar a fertilidade de vacas leiteiras sob estresse térmico. In: XIII CURSO NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 2009, Uberlândia, Anais... 2009, p. 59-71.

CARVALHO, V. F.; YANAGI JÚNIOR, T.; FERREIRA, L.; DAMASCENO, F. A.; SILVA, M. P. Zoneamento do potencial de uso de sistemas de resfriamento evaporativo no sudeste brasileiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, n.3, p.358-366, 2009.

COSTA E SILVA, E. V.; KATAYAMA, K. A.; MACE, G. G.; RUEDA, P. M.; ABREU, U. G. P.; ARI, C. E. S. N. Z. Efeito do manejo e de variáveis bioclimáticas sobre a taxa de gestação em vacas receptoras de embriões. *Ciência Animal Brasileira*, v.11, n.2, p.280-291, 2010.

DELFINO, L. J. B.; SOUZA, B. B.; ROSANGELA, M. N.; SILVA, W.W. Influência bioclimatológica sobre os parâmetros hematológicos de bovinos leiteiros. *Revista Agropecuária Científica no Semiárido*, v.8, n.1, p. 23-27, 2012.

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

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Criação de gado leiteiro na zona bragantina. Embrapa Amazônia Oriental, RODRIGUES FILHO, J. A.; AZEVEDO, G. P. C., 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/GadoLeiteiro/ZonaBragantina/paginas/instalacoes.htm>>. Acesso em: 27 Abr. 2013.

FERREIRA, F.; PIRES, M. F. A.; MARTINEZ, M. L. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.58, n.5, p.732-738, 2006.

HAHN, G. L.; PARKHURST, A. M.; GAUGHAN, J. B. Cattle respiration rate as a function of ambient temperature. *Transactions of American Society of Agricultural Engineering*, v.40, p.97-121, 1997.

HUBER, J. T. Alimentação de vacas de alta produção sob condições de stress térmico. In: *Bovinocultura leiteira*. Piracicaba: FEALQ, 1990. p. 33-48.

NÄÄS, I. A.; ARCARO JÚNIOR, I. Influência de ventila 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.

PEREIRA, J. C. C. Fundamentos da bioclimatologia aplicada à produção animal. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005. 195p.

PERISSINOTTO, M.; MOURA, D. J.; CRUZ V. F.; SOUZA, S. R. L.; LIMA, K. A. O.; MENDES, A. S. Conforto térmico de bovinos leiteiros confinados em clima subtropical e mediterrâneo pela análise de parâmetros fisiológicos utilizando a teoria dos conjuntos fuzzy. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.39, n.5, 2009.

PERISSINOTTO, M.; MOURA, D. J. Determinação do conforto térmico de vacas leiteiras utilizando a mineração de dados. *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas*, v.1, p.117-126, 2007.

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

PINHEIRO, M. G.; NOGUEIRA, J. R.; LIMA, M.L.P.; LEME, P.R.; MACARI, M.; NÄÄS, I.A.; LALONI, L.A.; TITTO, E.A.L.; PEREIRA, A. F. Efeito do ambiente préordenha (sala de espera) sobre a temperatura da pele, a temperatura retal e a produção de leite de bovinos da raça Jersey. *Revista Portuguesa de Zootecnia*. Vila Real, v.12, n.2, p.37-43, 2005.

RODRIGUES, V.C.; SILVA, I.J.O.; VIEIRA, F.M.C.; NASCIMENTO, S.T. A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock. *International Journal of Biometeorology*, v. 55, ed. 3: Springer Berlin, Heidelberg, p. 455-459, 2011.

SAS STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, User's guide: Statistics, Version 9,0, NC; SAS Institute, 2009.

SILVA, I. M.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G. L. P.; GUISELINI, C.; HENRIQUE, H. M. Benefits of automated acclimatization during the pre-milking phase of lactating girolando cows. *Engenharia Agrícola*, v. 31, n. 5, p. 847-856, 2011.

THOM, E. C. The discomfort index. *Weatherwise*, Philadelphia, v.12, n.1, p.57-59, 1959.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. Climatologia. In: *Meteorologia Básica e Aplicada*. Viçosa: UFV Editora, 2006. p.377-444.

**CAPÍTULO 2**  
**CLIMATIZAÇÃO DE BOVINOS DE LEITE NO INVERNO DO SEMIÁRIDO:**  
**COMPORTAMENTO, PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE**

## **CONFORTO TÉRMICO DE BOVINOS DE LEITE NO INVERNO DO SEMIÁRIDO: COMPORTAMENTO, PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE**

### **RESUMO**

Objetivou-se, avaliar tempos de exposição dos animais ao sistema de resfriamento adiabático evaporativo no curral de espera sobre as variáveis meteorológicas (temperatura e umidade relativa do ar), comportamento animal, produção de leite e aspectos qualitativos do leite de vacas da raça Girolando, no inverno do semiárido pernambucano. Foram utilizadas 16 vacas Girolando, com composição genética de 7/8 Holandês-Gir, divididas em quatro grupos, submetidas a três tempos de climatização 10, 20, 30 min e controle (sem climatização), adotando-se delineamento em quadrado latino 4 x 4. A climatização por 10, 20 e 30 min, mostraram-se eficientes na redução da temperatura do ar no turno da tarde, quando comparados com o controle. Verificou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos, no percentual dos dados comportamentais dos animais. Não se verificou efeito significativo na composição do leite, entre os tratamentos.

**Palavras-chave:** conforto térmico animal, bem-estar animal, Girolando

## **DAIRY CATTLE THERMAL COMFORT DURING THE WINTER IN THE SEMIARID: BEHAVIOR, PRODUCTION AND MILK QUALITY**

### **ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate animal's exposure periods to adiabatic evaporative cooling system in lairage on meteorological variables (air temperature and relative humidity), animal behavior and production and qualitative aspects of Girolando cows' milk, during the winter in Pernambuco semiarid region. It was used 16 Girolando cows, with genetic composition of 7/8 Holstein-Gir, divided in four groups, subjected to three acclimatization periods 10, 20, 30 min and control (no acclimatization), adopting a 4 x 4 Latin square design. Acclimatization for 10, 20 and 30 min were efficient in dropping air temperature during the afternoon, when compared to control. It was found that there was no significant difference among treatments on the percentage of

animals' behavioral data. Significant effect, among treatments, was not found in milk composition.

**Keywords:** animal thermal comfort, animal welfare, Girolando

## INTRODUÇÃO

Os animais homeotermos em geral são adaptáveis, capazes de manter a vida, o desempenho produtivo e reprodutivo em uma ampla gama de ambientes físicos, químicos, biológicos e sociais. Entretanto, condições térmicas adversas ocorrem no ambiente normal dos animais, causando-lhes estresse e levando-os a reduções no desempenho, como resultado da diminuição na saúde e na higidez (BERTIPAGLIA et al., 2007).

A identificação dos fatores que influenciam a produção animal, como o estresse imposto pelo ambiente, permite auxiliar a definição dos sistemas de produção e práticas de manejo, o que possibilita sustentabilidade e viabilidade econômica a atividade.

As condições ambientais estão intimamente relacionadas com a produção de leite. O comprometimento da homeostase e da produção de leite pelo estresse térmico ao calor deve-se, principalmente pela redução na ingestão de alimentos, à hipofunção da tireóide e pela energia despendida para eliminar o excesso de calor corporal (DIAS e SILVA et al., 2012).

O manejo do microclima no interior das instalações zootécnicas tem sido amplamente difundido, na busca pela adequação das condições de conforto térmico dos animais alojados, devido à influência dos elementos meteorológicos que favorecem ou prejudicam seu desempenho. Este manejo engloba estratégias usadas para reduzir os efeitos negativos dos agentes estressores da relação animal-ambiente (SILVA et al., 2012).

O estudo do comportamento animal tem grande importância para racionalizar a exploração zootécnica, empregar técnicas de manejo, instalações e alimentação. (ÍTAVO et al., 2008). O fato de um animal apresentar alterações de comportamento fornece informações sobre a o seu estado de conforto e, conseqüentemente, sobre seu bem-estar (BROOM & MOLENTO, 2004).

O conhecimento da composição do leite é essencial para a determinação de sua qualidade, pois define seu valor nutricional e industrial. Os parâmetros de qualidade são cada vez mais utilizados para encontrar falhas nas práticas de manejo, servindo como referência na valorização da matéria-prima (DÜRR, 2004).

A presença dos teores de proteína, gordura, lactose, sais minerais e vitaminas determinam a qualidade e a composição do leite, que, por sua vez, é influenciada por diversos fatores, como: espécie, raça, estágio de lactação, número de lactações, idade; fatores ambientais, como temperatura, umidade, radiação solar; fatores fisiológicos e patológicos, como porção da ordenha, presença de mastite; fatores nutricionais e relacionados ao manejo, como intervalo entre ordenhas, persistência de lactação. (MILANI, 2011).

A contagem celular somática (CCS) tem sido considerada como medida padrão de qualidade, pois está relacionada com a composição, rendimento industrial e segurança do alimento. Para os produtores, é importante, pois indica o estado sanitário das glândulas mamárias das vacas, o que pode sinalizar perdas significativas na produção e alterações da qualidade do leite (BUENO et al., 2005). Para a indústria, elevada contagem de células somáticas (CCS) está associada à queda do rendimento na produção de derivados, alterações organolépticas do leite e derivados e redução de vida na prateleira (ANDRADE et al., 2007).

Nesse contexto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o tempo de exposição dos animais ao sistema de resfriamento adiabático evaporativo no curral de espera sobre as variáveis meteorológicas (temperatura e umidade relativa do ar), comportamento animal, produção e aspectos qualitativos do leite de vacas Girolando.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi realizado em uma propriedade comercial de produção de leite, localizada no município de Capoeiras, PE, latitude de 8° 36' 33" S, longitude de 36° 37' 30" O e altitude de 733 m. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é caracterizado como Bsh, semiárido (VIANELLO & ALVES, 2006).

O experimento foi realizado durante a estação de inverno (julho a agosto de 2010), com duração de 56 dias, divididos em quatro períodos de 14 dias, utilizando-se os sete primeiros dias para adaptação dos animais ao sistema de resfriamento adiabático evaporativo (SRAE). Durante os sete dias restantes foram registradas as variáveis meteorológicas, comportamentais, produção e aspectos qualitativos do leite em cada tratamento.

Utilizou-se 16 vacas Girolando múltíparas, em lactação, com composição genética de 7/8 Holandês-Gir, com produção média de leite de 18 kg dia<sup>-1</sup>. Esses animais foram divididos em quatro grupos de quatro animais, distribuídos aleatoriamente em quatro períodos experimentais. Foram testados quatro tempos de utilização do SRAE: controle (sem uso do sistema), 10, 20 e 30 min.

As vacas receberam a mesma dieta alimentar em sistema de criação intensivo de acordo com o manejo da propriedade. A ordenha era mecânica de circuito fechado, realizada nos horários das 5 e 14 h, em sistema tipo espinha de peixe com fosso central (Figura 14).



Figura 14 - Detalhe da sala de ordenha.

Após as ordenhas (manhã e tarde), os animais permaneceram em curral de pós-ordenha, em seguida os animais foram liberados para área sombreada de bosque com livre acesso a água e, posteriormente, para a área de comedouros, onde recebiam as dietas de volumosos, em cocho coletivo.

As dietas de volumosos eram à base de palma forrageira e capim elefante, fornecidas duas vezes ao dia, sendo a primeira dieta fornecida após a primeira ordenha (turno da manhã), e a outra, após a segunda ordenha (turno

da tarde). As dietas de concentrado eram fornecidas duas vezes ao dia, em proporção de 1 kg de ração para cada 3 kg de leite produzido por vaca, em cochos individuais, durante as ordenhas; a ração era composta basicamente de farelo de soja, farelo de algodão, farelo de milho, farelo de trigo e minerais.

O curral de espera apresentava dimensões de 3 m de pé-direito, 8 m de largura e 6 m de comprimento, totalizando 48 m<sup>2</sup>, com piso de pedra rejuntada com argamassa de cimento. A cobertura foi feita com malha preta de sombreamento (70%), disposta em camada única sobre estrutura de madeira, sem fechamento lateral (Figura 15).



Figura 15 - Vista externa do curral de espera equipado com sistema de resfriamento adiabático evaporativo.

A composição do sistema de resfriamento adiabático evaporativo contou com dois ventiladores axiais, equipados com motor trifásico de 0,5 HP, com diâmetro de 1,0 m, vazão de 240 m<sup>3</sup> min<sup>-1</sup>, 965 RPM, e capacidade de produzir movimentação de ar de até 2,5 m s<sup>-1</sup>, instalados com espaçamento de 6 m entre equipamentos; a altura de 2,5 m do piso e inclinação, em relação à vertical, de 20 graus.

O sistema de nebulização foi composto por cinco linhas (tubo de polietileno) com quatro bicos nebulizadores por linha, com espaçamento de 1,5 m entre bicos e entre linhas a 3,0 m de altura do piso. Este sistema foi equipado com uma bomba centrífuga, motor trifásico de 0,75 CV, consumo de energia de 0,65 kWh e vazão de 240 L h<sup>-1</sup>. O sistema de resfriamento

adiabático evaporativo foi acionado manualmente e permanecia ligado ininterruptamente, durante a permanência dos animais no curral de espera.

As variáveis meteorológicas foram registradas na pré-ordenha e no ambiente externo, por meio de dataloggers modelo HOBO U12-12, para o registro da temperatura do ar ( $T_{ar}$ ; °C) e da umidade relativa do ar (UR; %). Os sensores foram posicionados no centro geométrico da instalação, a 2,5 m do piso. No ambiente externo os sensores foram instalados em abrigo meteorológico a 1,50 m de altura do solo. A taxa de redução de temperatura foi determinada pela redução percentual entre a temperatura do ar antes do resfriamento e a resultante após o resfriamento, Eq. 5.

$$T_{red} = \frac{(T_{ac} - T_{ar})}{T_{ac}} * 100 \quad (5)$$

em que:

$T_{red}$  = Taxa de redução da temperatura, %

$T_{ac}$  = temperatura do ar controle, °C

$T_{ar}$  = temperatura do ar resfriado, °C

Os comportamentos foram registrados pela adaptação do método de varredura instantânea (Altmann, 1974), considerando-se todos os animais do experimento, em intervalos de 10 min, nos horários das 7 às 13 h e das 15 às 17 h. A descrição dos comportamentos foi organizada de acordo com as atividades desenvolvidas pelos animais (Tabela 3).

Tabela 3 - Descrição do catálogo de atividades na determinação do comportamento

Atividades	Descrição	Código
Comendo	Comendo alimento no cocho	C
Bebendo	Acesso ao bebedouro e consumo de água	B
Ruminando deitado	Regurgitação, mastigação e deglutição deitado	RD
Ruminando em pé	Regurgitação, mastigação e deglutição em pé	RP
Andando	Caminhando sem apreensão de forragem	A
Deitada	Sobre as patas ou em decúbito dorsal	D
Em pé	Em pé	P

A produção de leite dos animais foi determinada em cada tratamento, nos períodos avaliados, para os dois turnos diários de ordenha (manhã e tarde). Para análise da composição química (teores de gordura, proteína, lactose e

sólidos totais) e contagem de células somáticas do leite, foram realizadas duas coletas para cada período, com amostras individuais do leite de cada animal, em seus respectivos tratamentos, e analisadas no laboratório do Programa de Gerenciamento de Rebanhos Leiteiros do Nordeste (PROGENE), do Departamento de Zootecnia, da UFRPE.



Figura 16 - Amostras de leite coletadas para análise.

Para a análise estatística da produção, composição e qualidade do leite o delineamento experimental adotado foi o quadrado latino 4 x 4, utilizando-se 16 animais, distribuídos aleatoriamente em 4 grupos (G1, G2, G3 e G4), com 4 períodos experimentais (P1, P2, P3 e P4) e 4 tratamentos (controle, 10 min, 20 min e 30 min), conforme esquema ilustrado na Figura 17.

	P1		P2		P3		P4	
	7 dias	7 dias						
G1	Adaptação	10 min	Adaptação	controle	Adaptação	30 min	Adaptação	20 min
G2		20 min		10 min		controle		30 min
G3		30 min		20 min		10 min		controle
G4		controle		30 min		20 min		10 min

Figura 17 - Representação esquemática do delineamento estatístico utilizado no experimento

Os dados referentes às variáveis comportamentais foram submetidos à análise de distribuição de frequência e porcentagem do tempo despendido pelo teste de qui-quadrado e probabilidade, adotando-se o programa estatístico Statistical Analysis System (SAS, 2009).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o turno da manhã não foram constatadas diferenças ( $P < 0,05$ ) entre os tempos de climatização e o ambiente externo para temperatura do ar ( $T_a$ ). Observa-se também, que a taxa de redução da  $T_a$  do controle, em função dos tempos de climatização apresentou valores da ordem de 5,6% (10 min), 6,7% (20 min) e 7,2% (30 min). A eficiência de saturação do sistema de resfriamento adiabático evaporativo (SRAE) para o turno da manhã (5 h) foi de 78,0; 92,2 e 99,3, para 10, 20 e 30 min de climatização, respectivamente (Figura 18A). Comparativamente a estação de verão (turno da manhã), verifica-se valores inferiores de taxa de redução e eficiência de saturação de 3,7, 6,1 e 7,0%; 50,0, 81,2 e 93,8%, para 10, 20 e 30 min de climatização, respectivamente (ALMEIDA et al., 2013).

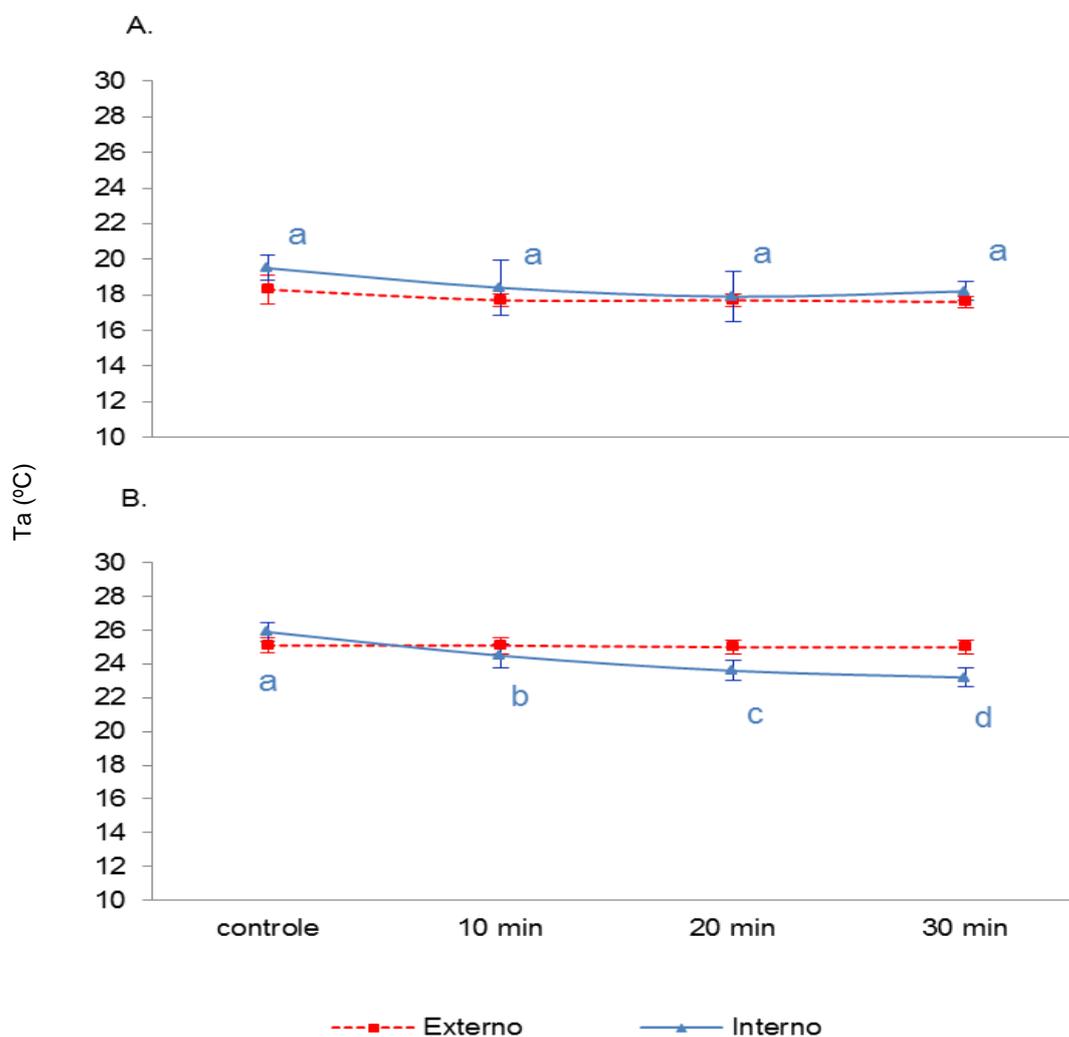


Figura 18 - Médias e desvio padrão da temperatura do ar nos diferentes tratamentos e no ambiente externo no turno da manhã (A) e tarde (B)

Para o turno da tarde (14 h), verifica-se que o sistema de climatização foi eficiente na redução da  $T_a$ , o que pode repercutir no menor gasto de energia para manutenção dos animais, ficando, em média, abaixo da temperatura de 26 °C, considerada por Perissinotto et al. (2007) como limite superior da zona de conforto térmico (ZCT) para vacas em lactação, com redução média de 0,6; 1,4 e 1,8 °C em relação ao ambiente externo, para os tempos de climatização de 10, 20 e 30 min, respectivamente (Figura 18B). A  $T_a$  apresentou redução significativa ( $P < 0,05$ ) para o controle, 10, 20 e 30 min de funcionamento da climatização. Nota-se que, a taxa de redução da  $T_a$  foi superior para condições de temperatura do ar controle maior e umidade relativa (UR) menor (turno da tarde), mas à medida que a UR aumenta, a taxa de redução diminui significativamente. Os potenciais de redução da  $T_a$  controle em função dos tempos de climatização foram de 5,4% (10 min), 8,9% (20 min) e 10,4% (30 min). A eficiência de saturação do SRAE apresentou valores da ordem de 31,2, 51,2 e 60,1% para 10, 20 e 30 min de climatização, respectivamente. Comparativamente a estação de verão (turno da tarde), verifica-se valores superiores de taxa de redução e eficiência de saturação de 9,6, 14,4 e 16,8%; 42,9, 64,3 e 75%, para 10, 20 e 30 min de climatização, respectivamente (ALMEIDA et al., 2013).

Quanto maior o valor da UR, mais próximo da saturação se encontra o ar ambiente e, por conseguinte, menores volumes de vapor d'água poderão ser inseridos, visando à redução adiabática da temperatura. Resultados semelhantes foram obtidos por Silva et al. (2011) atingindo a zona de conforto térmico na pré-ordenha (25,1; 25,4 °C), com exposição dos animais ao SRAE por 40 e 30 min, respectivamente. A UR mostrou-se mais elevada no tratamento 30 min (93,2%), quando comparada ao controle (87,5%) e ao ambiente externo (93,0%), no turno da manhã (Figura 19A).

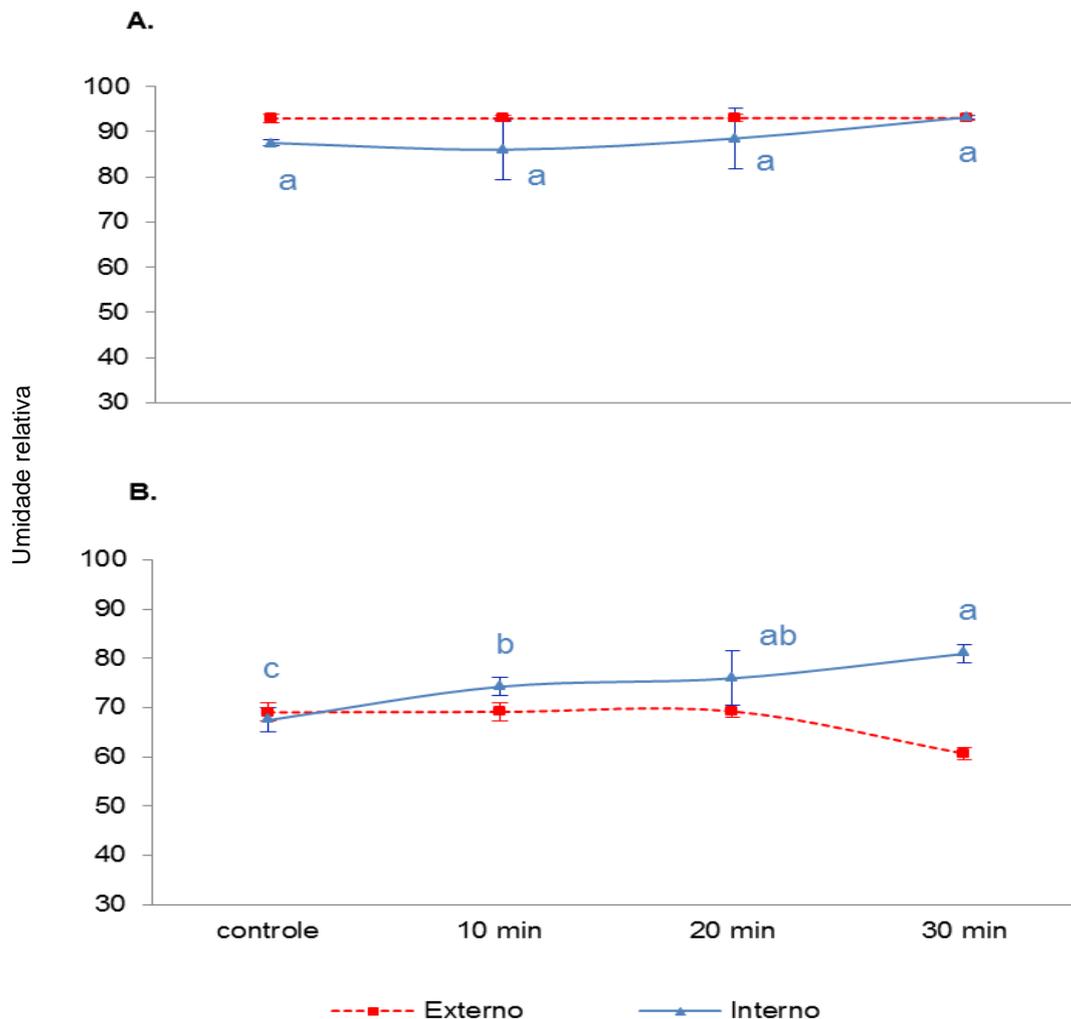


Figura 19 - Médias e desvio padrão da umidade relativa do ar nos diferentes tratamentos e no ambiente externo no turno da manhã (A) e da tarde (B)

A UR registrada no turno da tarde aumentou significativamente ( $P < 0,05$ ) nos tempos de 10, 20, 30 min de climatização, quando comparados com o controle (Figura 19B). Os valores médios foram da ordem de 74,3 (10 min), 76 (20 min), 81% (30 min) de UR, superando o ambiente externo em 5,1; 6,7; e 20,3%, respectivamente, enquadrando o ambiente com climatização acima da zona de conforto térmico que, segundo recomendações de Silva et al. (2011), devem ficar entre 50 e 70%. No entanto, para Perissinotto & Moura (2007), quando a  $T_a$  se encontra próximo do limite superior da zona de conforto (26 °C), independente dos valores de UR a sensação de conforto térmico para vacas em lactação é muito boa.

O valor do potencial de redução de  $T_a$  apresentou variação inversamente proporcional aos verificados para a UR do ar, principalmente no turno da tarde,

uma vez que o processo implica em incremento de umidade no ambiente. De acordo com Almeida et al. (2011), uma vez que o resfriamento evaporativo implica em redução da temperatura do ar, com conseqüente aumento da sua umidade relativa, pressupõe-se que este sistema seja mais eficiente em regiões de clima quente e seco, como é o caso da região em estudo.

Arcaro Junior et al. (2005) verificaram umidade relativa elevada com emprego do SRAE no curral de espera. Os valores encontrados foram 45,6; 38,9 e 79,8%, respectivamente, para os tratamentos controle, ventilação e ventilação associada à aspersão.

A Tabela 4 mostra os valores de frequência das observações e o percentual dos dados comportamentais dos animais em cada tratamento, no turno das 7 às 17 h, com exceção do intervalo entre o horário do segundo turno de ordenha (13 às 15 h). As atividades observadas apresentaram efeito significativo entre tratamentos ( $P < 0,1$ ), considerando-se as seguintes variáveis comportamentais: andando, bebendo, comendo, deitado, em pé, ruminando deitado e ruminando em pé.

Tabela 4 - Frequência (Freq) e percentual (Perc) em que os animais permaneceram em cada atividade, nos tratamentos avaliados

Tratamentos	Comportamentos							Total	
	A	B	C	D	P	RD	RP		
controle	Freq	131	29	630	184	196	286	144	1600
	Perc	8,19	1,81	39,38	11,50	12,25	17,88	9,00	100
10 min	Freq	121	25	638	192	197	282	145	1600
	Perc	7,56	1,56	39,88	12,00	12,31	17,63	9,06	100
20 min	Freq	121	30	626	223	224	241	135	1600
	Perc	7,56	1,88	39,13	13,94	14,00	15,06	8,44	100
30 min	Freq	139	36	627	220	227	219	132	1600
	Perc	8,69	2,25	39,19	13,75	14,19	13,69	8,25	100
Total	Freq	512	120	2521	819	844	1028	556	6400
	Perc	8,00	1,88	39,39	12,80	13,19	16,06	8,69	400
Qui-quadrado	G.L.							Probabilidade	
26,883	18							0,081	

Atividades comportamentais desenvolvidas pelos animais: andando (A); bebendo (B); comendo (C); deitado (D); pé (P); ruminando deitado (RD) e ruminando em pé (RP).

Verificou-se que a atividade de deslocamento dos animais (A), apresentou valores percentuais próximos, para o controle, 10, 20 e 30 min, com valores da ordem de 8,19; 7,56; 7,56 e 8,69%, respectivamente (Tabela 4). A proximidade

dos valores deve-se ao fato dos animais se encontrarem confinados, não sendo necessária intensa locomoção para que tivessem acesso às áreas de descanso, cochos de alimentação e bebedouros.

O acesso dos animais aos bebedouros foi mais expressivo pelas vacas submetidas a 30 min de climatização, com frequência de 36 observações, correspondendo a 2,25% do percentual de tempo despendido pela atividade. Para o controle, 10 e 20 min de climatização, os valores foram 1,81; 1,56 e 1,88%, respectivamente (Tabela 4). Essa resposta comportamental está de acordo com os resultados obtidos por Matarazzo et al. (2007), que observaram animais submetidos a sistema de resfriamento por ventilação e nebulização se mantiveram mais ativos e passam mais tempo na área de alimentação (72,5 e 60,7 min) e de bebedouro (12,7 e 8,3 min), correspondendo a 3,3 e 2,2% do tempo total, quando comparados com animais que não receberam resfriamento, respectivamente.

A baixa ingestão de água pelos animais em estudo está relacionada ao consumo de palma forrageira em sua dieta volumosa. Segundo Pessoa et al. (2004), a palma forrageira é um alimento succulento, além de ser um alimento verde, atende grande parte da exigência dos animais por água.

O hábito do consumo de água segue o de consumo de alimentos, sendo que o pico de consumo coincide com o de consumo de matéria seca, mesmo quando o alimento é oferecido várias vezes ao dia. Verifica-se, também, maior consumo de água após as ordenhas, representando de 40 a 50% do consumo total diário (PEREIRA, 2005).

Os animais do controle, 10, 20, 30 min de climatização apresentaram valores similares de frequência se alimentando (C), em que o grupo de animais submetidos a 10 min de climatização apresentou 39,88% do tempo despendido na atividade, sendo que no controle, 20 e 30 min, os valores foram da ordem de 39,38; 39,13 e 39,19%, correspondendo às diferenças de 0,50; 0,75 e 0,69%, respectivamente (Tabela 4). Essa ocorrência se deu pelo fato dos animais estarem em condição de conforto, independente do sistema de climatização. Segundo Matarazzo et al. (2007) vacas lactantes alojadas em freestall climatizado (ventilação e nebulização) apontaram que os animais permaneceram 18,8% do tempo se alimentando, enquanto os animais sem climatização despenderam 16,3% do tempo se alimentando, diferença de 2,5%.

Arcaro et al. (2006) também observaram animais que tiveram acesso a freestall climatizado e passaram 51 min a mais se alimentando, em comparação aos animais que não tiveram acesso à climatização.

Matarazzo et al. (2007) observaram aumento no tempo despendido no comedouro por vacas que receberam resfriamento por aspersão, reduzindo, conseqüentemente, o tempo em ócio. O ócio é a atividade que não inclui nem ruminação nem ingestão de alimentos e água. Os animais procuram a sombra e reduzem suas atividades nas horas mais quentes do dia, permanecendo deitados, na área de descanso (BLACKSHAW & BLACKSHAW, 1994).

Verifica-se, na Tabela 4, que o tempo em ócio, deitado (D) e em pé (P), apresentou variação crescente nos animais submetidos ao controle, 10, 20 e 30 min de climatização, com frequências de 380; 389; 447 e 447 observações, respectivamente, e percentual da ordem de 23,75; 24,31; 27,94 e 27,94% do tempo total, correspondendo a uma diferença de 0,56; 4,19 e 4,19% para os tratamentos 10, 20 e 30 min, respectivamente, quando comparados com o tratamento controle (Tabela 4).

A permanência das vacas em pé (P) foi mais frequente no tratamento 30 min, 227 observações, correspondente a 14,19% do percentual total, quando comparados aos tratamentos controle, 10 e 20 min, com valores da ordem de 196; 197 e 224 observações, correspondentes a 12,25; 12,31 e 14,0% do tempo despendido nesta postura comportamental, respectivamente (Tabela 4). O posicionamento do bovino, em pé ou deitado, pode revelar se o animal está em situação de conforto. De acordo com Fraser & Broom (1990), o bovino tem quatro atividades básicas: deslocamento, pastejo, ruminação e ócio. Nas atividades de ócio e ruminação os animais preferem a posição deitada. A permanência do animal em pé quando em ócio ou ruminando, pode significar desconforto térmico (KENDALL et al., 2006).

Em relação ao comportamento de ruminação (RD e RP), os animais submetidos à climatização durante 30 min apresentaram menor frequência nesta atividade, 351 observações, correspondendo a 21,94% do percentual total das atividades. Os animais submetidos aos tratamentos controle, 10 e 20 min, apresentaram valores da ordem de 430; 427 e 376 observações, correspondentes a 26,88; 26,69 e 23,5% do percentual total, com diferença de 4,94; 4,75 e 1,56%, respectivamente, em relação ao tratamento 30 min (Tabela

4). Verifica-se, que com o aumento do tempo de exposição dos animais a climatização há uma redução na frequência na atividade ruminção.

Os resultados deste trabalho diferem dos de Laganá et al. (2005), que observaram maior tempo despendido (1,78%) para a atividade de ruminção nas vacas com acesso ao SRAE nos horários mais quentes do dia, alojadas em sistema de estabulação livre, com cobertura de palha de coqueiro, quando comparadas com vacas que não tiveram acesso ao sistema de resfriamento.

Avaliando-se a postura do animal na atividade de ruminção, ou seja, deitado ou em pé, verificou-se tendência de diminuição da atividade de ruminção na posição deitada, predominantemente no tratamento 30 min, em que os animais permaneceram 13,69% do percentual total nesta atividade, quando comparados aos tratamentos controle, 10 e 20 min com percentuais da ordem de 17,88; 17,63 e 15,06%, respectivamente, correspondendo à diferença de 4,19; 3,94 e 1,37%, quando comparados ao tratamento 30 min de climatização (Tabela 4).

Geralmente, os bovinos preferem ruminar deitados, embora em condições ambientais desfavoráveis (ventos, chuvas) possam permanecer em pé ou caminhar lentamente. Quando deitados, utiliza a lateralidade esquerda como estratégia para otimizar o posicionamento do rúmen e obter, assim, uma ruminção mais eficiente. O tempo total de ruminção pode variar de 4 a 9 h, sendo dividido em períodos com duração de poucos minutos à uma hora ou mais (ALBRIGTH, 1993).

A ruminção em pé no tratamento 30 min apresentou menor frequência, 132 observações, quando comparados com os tratamentos controle, 10 e 20 min, com 144, 145 e 135 observações (Tabela 4). Laganá et al. (2005) esclareceram que há uma preferência dos animais em ruminar deitados, principalmente nos períodos fora das horas mais quentes do dia, passando a ruminar mais tempo em pé, durante períodos quentes, devido ao estresse pelo calor.

Na Figura 20A os valores médios da produção de leite (PL) diária e suas diferenças estatísticas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ), obtidas a partir da comparação entre as médias de produção nos tratamentos com climatização (10, 20 e 30 min) e sem climatização (controle).

Os animais submetidos à climatização (10, 20 e 30 min), no turno da manhã, mesmo com o aumento da produção, não apresentaram diferença significativa ( $P > 0,05$ ) para produção de leite (PL) quando comparados com o tratamento controle (Figura 20B).

A PL no turno da tarde (Figura 20B) não apresentou diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos com climatização e sem climatização. Pinheiro et al. (2005), em pesquisa com vacas da raça Jersey, em sala de espera climatizada, não observaram efeito significativo na PL, apesar do aumento de 0,560 kg na PL diária. Arcaro et al. (2013), ao avaliar a eficiência do sistema de resfriamento adiabático evaporativo, acionado em diferentes horários, em instalação do tipo free-stall, não observaram diferenças entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ) para a produção de leite.

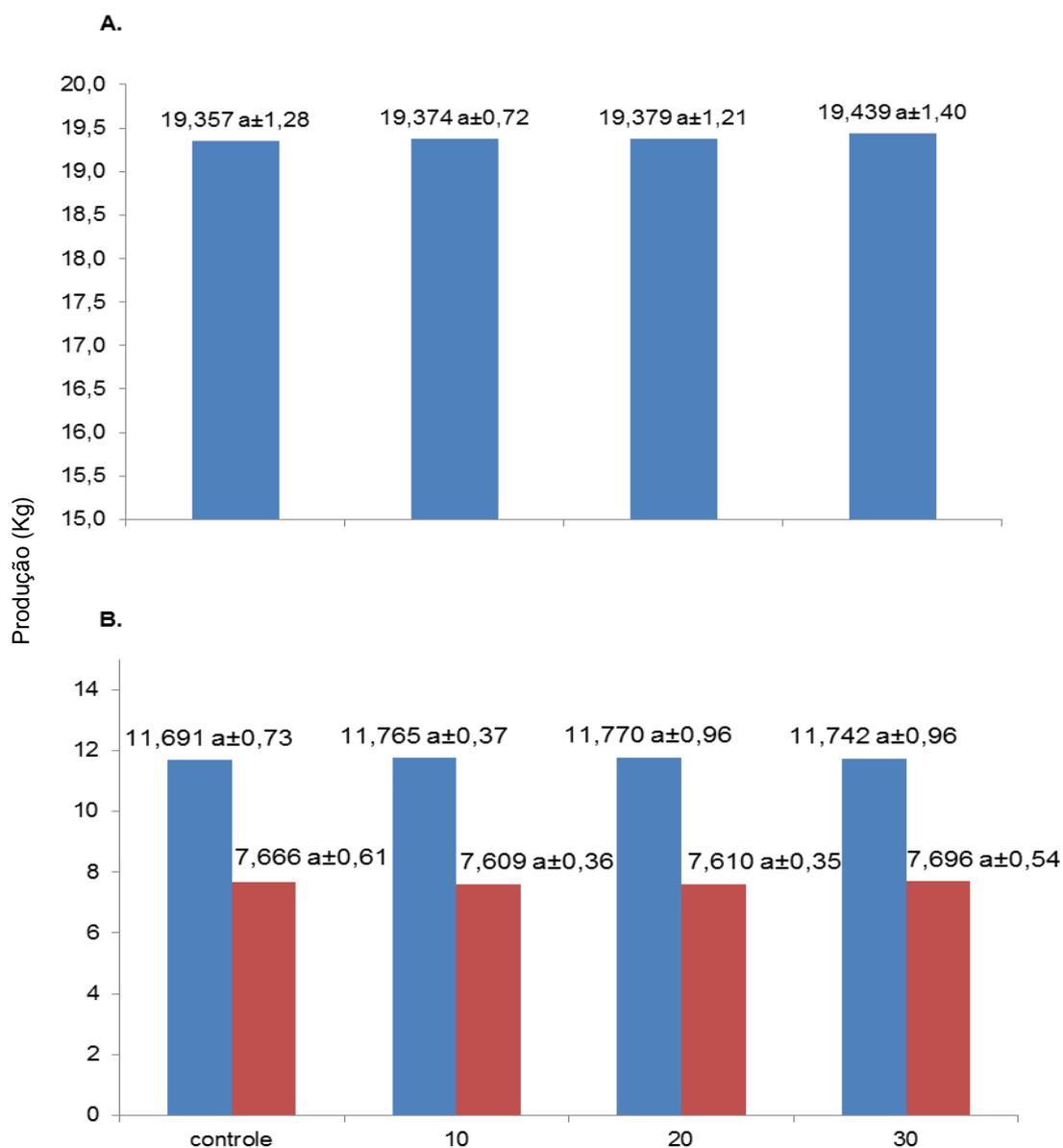


Figura 20 - Médias diárias e desvio padrão da produção de leite, nos diferentes tratamentos analisados (A) e médias e desvio padrão da produção, nos diferentes tratamentos analisados no turno da manhã e tarde (B)

Médias seguidas das mesmas letras no mesmo turno, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os valores médios dos componentes do leite analisado (gordura, lactose, proteína sólidos totais e contagem de células somáticas) não apresentaram diferença significativa ( $P > 0,05$ ) nas amostras provenientes dos diferentes tratamentos (controle, 10, 20 e 30 min), para os turnos avaliados (Tabela 5). Esse resultado corroboram os observados por Arcaro et al. (2013), que trabalharam com vacas em lactação expostas ao sistema de resfriamento acionado em diferentes horários e Costa et al. (2006) com vacas em freestall

climatizado. Ambos os autores não encontraram diferenças significativas na porcentagem de gordura, proteína, lactose e sólidos totais do leite, quando comparado com o leite de animais que não receberam climatização. Almeida et al. (2013) ao avaliar o tempo de exposição dos animais ao sistema de resfriamento adiabático evaporativo no curral de espera, não verificou efeito significativo na composição do leite, entre os tratamentos.

A instrução normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011, aponta regulamento técnico de identidade e qualidade de leite cru refrigerado, requisitos físicos, químicos e microbiológicos que admitem teor mínimo de gordura de 3,0%, proteína de 2,9% e contagem de células somáticas máximo de 6 (x100000) células mL<sup>-1</sup> de leite (BRASIL, 2011). Apesar dos valores de referência encontrados na pesquisa, não apresentarem efeito significativo entre os tratamentos avaliados, o produto final atendeu aos requisitos mínimos de qualidade estabelecidos pela legislação brasileira.

Pinarelli (2003) observou que, para vacas mantidas em baixas temperaturas, as médias dos teores de gordura, proteína e lactose foram de 3,47, 3,07 e 5,08% respectivamente; para vacas em temperatura intermediária foram de 3,46, 3,02 e 5,06% e de 3,17, 2,89 e 5,01% para vacas mantidas em altas temperaturas.

Para a contagem de célula somáticas (CCS), também não foi observada diferença significativa para o turno da manhã, cujos resultados estão de acordo com os de Silva et al. (2009), que não encontraram diferença na CCS em vacas com acesso à sombra, quando comparadas com vacas sem acesso à sombra.

Os resultados do turno da tarde também não evidenciaram diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos (controle, 10, 20 e 30 min), para a composição do leite e a CCS (Tabela 5). Segundo Rodriguez et al. (1985) a falta de resposta significativa para a composição do leite pode ser atribuída ao curto espaço de tempo em que os animais foram expostos ao ambiente climatizado.

Os teores de lactose não foram afetados de forma significativa ( $P > 0,05$ ) pelos tratamentos (Tabela 5).

No turno da tarde, observou-se em todos os tratamentos, CCS superior quando comparado ao turno da manhã (Tabela 5), devendo-se ao fato de que

as aglomerações dos animais em áreas sombreadas, resultam em maior concentração de patógenos ambientais, superior a 10.000.000 germes/grama de matéria seca do solo, considerando que o aumento da temperatura ambiente e da umidade relativa tendem a acelerar o seu desenvolvimento (HARMON et al., 1992).

No intervalo entre a primeira e a segunda ordenha, horários de elevadas temperaturas e que antecedem a ordenha da tarde, os animais buscavam mais as áreas sombreadas, no intuito de evitar maior incidência de radiação solar. Com isso, houve maior possibilidade de contato com patógenos, contribuindo para CCS superior no leite da ordenha da tarde.

Barbosa et al. (2004) verificaram que animais com acesso à sombra apresentaram CCS superior aos que não tinham acesso à sombra com valores da ordem de 393.000 e 216.000 células mL<sup>-1</sup> de leite, devendo-se ao fato de que as aglomerações de animais em áreas sombreadas resultam em uma maior concentração de patógenos. Almeida et al. (2013), apontam que animais expostos ao diferentes tempos de climatização apresentaram, no turno da tarde, em todos os tratamentos, CCS superior quando comparado ao turno da manhã.

Para Porcionato et al. (2009), a influência da estação do ano sobre escores durante a lactação provavelmente não é causada por mudanças de temperatura e umidade, mas por exposição das extremidades dos tetos aos patógenos do ambiente, resultando em novas infecções. As condições do ambiente que favorecem a menor CCS tendem a favorecer a maior produção de leite. Adicionalmente, no início e no fim da lactação as células estão concentradas em menor volume de leite (TEIXEIRA et al., 2003).

Tabela 5 - Valores médios e desvio padrão da produção, porcentagem de gordura, lactose, proteína, sólidos totais e contagem de células somáticas referentes aos tratamentos avaliados no turno da manhã e tarde

Variáveis	Tratamentos				CV (%)
	controle	10 min	20 min	30 min	
Turno da manhã					
Produção (kg)	11,691 a± 0,73	11,765 a± 0,37	11,770 a± 0,96	11,742a± 0,96	6,06
Gordura (%)	3,008 a± 0,26	3,000 a± 0,39	2,989 a± 0,34	3,097 a± 0,248	9,55
Lactose (%)	4,557 a± 0,10	4,605 a± 0,06	4,597 a± 0,04	4,606 a± 0,11	1,75
Proteína (%)	2,752 a± 0,08	2,741 a± 0,09	2,759 a± 0,06	2,789 a± 0,05	2,54
Sólidos T. (%)	12,540 a± 0,14	12,571 a± 0,40	12,715 a± 0,34	12,711 a± 0,18	2,37
CCS (x1000)	395,0 a± 484,82	169,3 a± 94,34	192,0 a± 135,98	137,4 a± 33,07	112,85
Turno da tarde					
Produção (kg)	7,666 a± 0,61	7,609 a± 0,36	7,610 a± 0,35	7,696 a± 0,54	5,68
Gordura (%)	4,339 a± 0,26	4,307 a± 0,44	4,459 a± 0,14	4,441 a± 0,58	8,26
Lactose (%)	4,473 a± 0,03	4,525 a± 0,03	4,515 a± 0,04	4,505 a± 0,07	1,08
Proteína (%)	2,785 a± 0,08	2,787 a± 0,08	2,793 a± 0,03	2,816 a± 0,08	2,47
Sólidos T. (%)	11,249 a± 0,33	11,281 a± 0,52	11,277 a± 0,22	11,428 a± 0,68	3,41
CCS (x1000)	666,1 a± 647,36	337,7 a± 203,04	355,3 a± 174,17	289,7 a± 115,65	85,54

Médias seguidas das mesmas letras nas mesmas linhas não diferem entre si ao nível de 0,05 de probabilidade, pelo teste de Tukey. Sólidos T. – sólidos totais; CCS – contagem de células somáticas (x 1000 células mL<sup>-1</sup> de leite)

Verificou-se, também, maior percentual de gordura no leite no turno da tarde, quando comparado com o turno da manhã (Tabela 5). De acordo com a Stelzer et al. (2009), na primeira ordenha as vacas produzem maior volume de leite, com menor teor de gordura. Ao contrário, na segunda ordenha o leite é rico em gordura e a produção diminui. Portanto, o descanso no período noturno promove aumento na quantidade de leite consequentemente menor concentração do teor de gordura. No período diurno há maior concentração do teor de gordura devido à menor quantidade de leite produzido pelo animal.

Entre os componentes do leite o teor de gordura é o que mais pode sofrer variações, diminuindo seu teor com o aumento do volume de leite produzido, ou seja, quanto maior a produção, menor é o teor de gordura (STELZER et al., 2009). Os fatores ambientais, a genética e o manejo nutricional, podem exercer uma forte influência na composição da gordura do leite, uma vez que influencia diretamente os sólidos totais (DEITOS et al., 2010).

## CONCLUSÕES

1. A exposição dos animais à climatização no curral de espera possibilitou a manutenção do condicionamento térmico de bovinos leiteiros, porém sem respostas significativas nas variáveis comportamentais.

2. Os diferentes tempos de exposição das vacas à climatização não proporcionaram alterações significativas na produção, composição química e

qualidade do leite, quando comparadas com as vacas que não foram submetidas ao sistema de resfriamento adiabático evaporativo.

## REFERÊNCIAS

ALBRIGHT, J. L. Feeding behavior of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.76, p.485-498, 1993.

ALMEIDA, G. L. P.; PANDORFI, H.; BARBOSA, S. B. P.; PEREIRA, D. F.; GUISELINI, C.; ALMEIDA, G. A. P. Comportamento, produção e qualidade do leite de vacas Holandês-Gir com climatização no curral. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.17, n.8, p.892-899, 2013.

ALMEIDA, G. L. P.; PANDORFI, H.; GUISELINI, C.; HENRIQUE, H. M.; ALMEIDA, G. A. P. Uso do sistema de resfriamento adiabático evaporativo no conforto térmico de vacas da raça girolando. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.7, p.754-760, 2011.

ALTMANN, J. Observational study of behavior sampling methods. *Behaviour*, v.49, p.227-267, 1974.

ANDRADE, L. M.; EL FARO, L.; CARDOSO, V. L. Efeitos genéticos e de ambiente sobre a produção de leite e a contagem de células somáticas em vacas holandesas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.36, p.343-349, 2007.

ARCARO, J. R. P.; MATARAZZO, S. V.; POZZI, C. R.; ARCARO JUNIOR, I.; TOLEDO, L. M.; COSTA, E. O.; MIRANDA, M. S. Effects of environmental modification on mastitis occurrence and hormonal changes in Holstein cows. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, Ilhéus, v.33, n.6, p.826-830, 2013.

ARCARO, J. R. P.; ARCARO JUNIOR, I.; POZZI, C. R.; MATARAZZO, S. V.; FAGUNDES, H.; ZAFALON, L. F.; COSTA, E. O. Climatização em instalações do tipo free-stall: comportamento animal e ocorrência de mastite em vacas em lactação. *Revista Napgama*, v.2, p.3-9, 2006.

ARCARO JÚNIOR, I.; ARCARO, J. R. P.; POZZI, C. R.; FAVA, C. D.; FAGUNDES, H.; MATARAZZO, S. V.; OLIVEIRA, J. E. Respostas fisiológicas de vacas em lactação à ventilação e aspersão na sala de espera. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.35, n.3, p. 639-643, 2005.

ASHRAE SANDART, 133. Method of testing direct evaporative air coolers. 2008. 24 p.

BARBOSA, O. R.; BOZA, P. R.; SANTOS, G. T. Efeitos da sombra e da aspersão de água na produção de leite de vacas da raça Holandesa durante o verão. *Acta Scientiarum: Animal Science*, v.26, p.115-122, 2004.

BERTIPAGLIA, E. C. A.; SILVA, R. G.; VANIA CARDOSO, V.; MAIA, A. S. C. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de características do pelame e de desempenho reprodutivo de vacas holandesas em clima tropical. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.36, n.2, p.350-359, 2007.

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*, v.34, p.285-295, 1994.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62 de 29 de dezembro de 2011. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF, p. 6-11, seção 1, 30 de dezembro de 2011.

BROOM, D. M.; MOLENTO, C. F. M. Animal welfare: concept and related issues – Review. *Archives of Veterinary Science*, v.9, p.1-11, 2004.

BUENO, V. F. F.; MESQUITA, A. J. M.; NICOLAU, E. S.; OLIVEIRA, A. N.; OLIVEIRA, J. P.; NEVES, R. B. S.; MANSUR, J. R. G.; THOMAZ, L. W. Contagem celular somática: relação com a composição centesimal do leite e período do ano no Estado de Goiás. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.35, n.4, p.848-854, 2005.

COSTA, E. O.; SANTOS, F. G. B.; MARMORE, C.; ARCARO, J.; PERES, A. A. C.; RAIÁ, R. Influência da intensidade da mastite subclínica por microrganismos do gênero *staphylococcus* estimada pelos escores de CMT, CCS e na composição do leite: gordura, proteína e lactose. *Revista Napgama*, v.9, p.13-18, 2006.

DEITOS, A. D.; MAGGIONI, D.; ROEMRO E. A. Produção e qualidade de leite de vacas de diferentes grupos genéticos. *Revista Campo Digital*, v.5, p.26-33, 2010.

DIAS E SILVA, T. P.; OLIVEIRA, R. G.; SOUSA JÚNIOR, S. C.; SANTOS, K. R. Efeito da exposição à radiação solar sobre parâmetros fisiológicos e estimativa do declínio na produção de leite de vacas mestiças (Holandês X Gir) no sul do estado do Piauí. *Comunicata Scientiae*, v.3, n.4, p.299-305, 2012.

DÜRR, J. W. Programa nacional de melhoria da qualidade do leite: Uma oportunidade única. In: Dürr, J. W.; Carvalho, M. P.; Santos, M. V. (ed.). *O compromisso com a qualidade do leite no Brasil*. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2004. p.38-55.

FRASER, A. F.; BROOM, D. M. *Farm animal behaviour and welfare*. 3.ed. London: Bailliere Tindall, 1990. 437p.

HARMON, R. J.; CLARK, T.; RAMESH, W. L.; CRIST, B. E.; LANGLOIS, K. A.; SMITH, B. Environmental pathogen numbers in pastures at bedding of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.75, p.256, 1992.

ÍTAVO, L. C. V.; SOUZA, S. R. M. B. O.; RÍMOLI, J.; ÍTAVO, C.C. B. F.; DIAS, A. M. Comportamento ingestivo diurno de bovinos em pastejo contínuo e rotacionado. *Archivos de zootecnia*, vol. 57, n. 217, p.43-52, 2008.

KENDALL, P. E.; NIELSEN, P. P.; WEBSTER, J. R.; VERKERK, G. A.; LITTLEJOHN, R. P.; MATTHEWS, L. R. The effects of providing shade to lactating dairy cows in a temperate climate. *Livestock Science*, v.103, p.148–157, 2006.

LAGANÁ, C.; BARBOSA JÚNIOR, A. M.; MÉLO, D. L. M. F.; RANGEL, J. H. A Respostas comportamentais de vacas holandesas de alta produção criadas em ambientes quentes, mediante ao sistema de resfriamento adiabático evaporativo. *Revista Brasileira de Saúde Produção Animal*, v.6, p.67-76, 2005.

MATARAZZO, S. V.; SILVA, I. J. O; PERISSINOTTO, M.; FERNANDES, S. A.; MOURA, D. J.; ARCARO JUNIOR, I.; ARCARO, J. R. P. Monitoramento eletrônico das respostas comportamentais de vacas em lactação alojadas em freestall climatizado. *Revista Brasileira de Biosistemas*, v.1, p.40-49, 2007.

MILANI, M. P. Qualidade do leite em diferentes sistemas de produção, anos e estações climáticas no noroeste do rio grande do sul. 2011. 67f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

PEREIRA, J. C. C. Fundamentos da bioclimatologia aplicada à produção animal. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005. 195p.

PERISSINOTO, M.; MOURA, D. J.; CRUZ, V. F. Avaliação da produção de leite em bovinos utilizando diferentes sistemas de climatização. *Revista de Ciências Agrárias*, v.30, p.135-142, 2007.

PERISSINOTTO, M.; MOURA, D. J. Determinação do conforto térmico de vacas leiteiras utilizando a mineração de dados. *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas*, v.1, p.117-126, 2007.

PESSOA, R. A. S.; FERREIRA, M. A.; LIMA, L. E.; LIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C.; SILVA, A. E. V. N.; SOSA, M. Y.; AZEVEDO, M.; MIRANDA, K. F.; SILVA, F. M.; MELO, A. A. S.; LÓPEZ, O. R. M. Desempenho de vacas leiteiras submetidas a diferentes estratégias alimentares. *Archivos de Zootecnia*, v.53, p.309-320, 2004.

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

PINHEIRO, M. G.; NOGUEIRA, J. R.; LIMA, M.L.P.; LEME, P.R.; MACARI, M.; NÄAS, I.A.; LALONI, L.A.; TITTO, E.A.L.; PEREIRA, A. F. Efeito do ambiente pré-ordenha (sala de espera) sobre a temperatura da pele, a temperatura retal e a produção de leite de bovinos da raça jersey. *Revista Portuguesa de Zootecnia*. Vila Real, v.12, n.2, p.37-43, 2005.

PORCIONATO, M. A. F.; FERNADES A. M.; NETTO, A. S.; SANTOS, M. V. Influência do estresse calórico na produção e qualidade do leite. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, v.7, p.483-490, 2009.

RODRIGUEZ, L. A.; MCKONNEN, G.; WILCOX, C. J.; MARTIN, F.G.; KRIENKE, W.A.. Effects of relative humidity, maximum and minimum

temperature, pregnancy, and stage of lactation on milk composition and yield. *Journal of Dairy Science*, v.68, p.973-978, 1985.

SAS STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, User's guide: Statistics, Version 9,0, NC; SAS Institute, 2009.

SILVA, E. C. L.; MODESTO, E. C.; AZEVEDO, M.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SCHULER, A. R. P. Efeitos da disponibilidade de sombra sobre o desempenho, atividades comportamentais e parâmetros fisiológicos de vacas da raça Pitangueiras. *Acta Scientiarum: Animal Sciences*, v.31, p.295-302, 2009.

SILVA, I. M.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G. L. P.; GUISELINI, C.; CALDAS, A. M.; JACOB, A. L. Análise espacial das condições térmicas do ambiente pré-ordenha de bovinos leiteiros sob regimes de climatização. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.16, n.8, p.903-909, 2012.

SILVA, I. M.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G. L. P. GUISELINI, C.; HENRIQUE, H. M. Benefits of automated acclimatization during the pre-milking phase of lactating girolando cows. *Engenharia Agrícola*, v.31, p.847-856, 2011.

STELZER, F. S.; LANA, R. P.; CAMPOS, J. M. S.; MANCIO, A. B.; PEREIRA, J. C.; LIMA, J. G. Desempenho de vacas leiteiras recebendo concentrado em diferentes níveis, associado ou não a própolis. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, p.1381-1389, 2009.

TEIXEIRA, N. M.; FREITAS, A. F.; BARRA, R. B. Influência de fatores de meio ambiente na variação mensal da composição e contagem de células somáticas do leite em rebanhos no Estado de Minas Gerais. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.55, p.491-499, 2003.