

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

EFEITOS DA LIMITAÇÃO DO ACESSO À SOMBRA E  
DUCHA SOBRE O COMPORTAMENTO, VARIÁVEIS  
FISIOLÓGICAS E PRODUTIVAS DE VACAS HOLANDESAS

Autora: Nathaly Marques da Silva  
Orientador: Prof. Dr. Julio Cesar Damasceno  
Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Sheila Tavares Nascimento

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Fevereiro - 2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

EFEITOS DA LIMITAÇÃO DO ACESSO À SOMBRA E  
DUCHA SOBRE O COMPORTAMENTO, VARIÁVEIS  
FISIOLÓGICAS E PRODUTIVAS DE VACAS HOLANDESAS

Autora: Nathaly Marques da Silva  
Orientador: Prof. Dr. Julio Cesar Damasceno  
Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Sheila Tavares Nascimento

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de concentração Produção Animal.

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Fevereiro – 2019

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

Silva, Nathaly Marques da

S586e       Efeitos da limitação do acesso à sombra e ducha sobre o comportamento, variáveis fisiológicas e produtivas de vacas holandesas/ Nathaly Marques da Silva. -- Maringá, 2019.

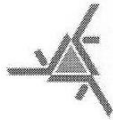
39 f. : il., color., figs. , tabs.

Orientador: Prof. Dr. Julio Cesar Damasceno.  
Coorientadora: Prof.a. Dr.a. Sheila Tavares Nascimento.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2019.

1. Ambiência. 2. Acesso limitado. 3. Bem-estar animal. 4. Conforto térmico. 5. Resfriamento evaporativo. 6. Sombreamento artificial. I. Damasceno, Julio Cesar, orient. II. Nascimento, Sheila Tavares, coorient. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. IV. Título.

CDD 22. ED.636.214  
Jane Lessa Monção CRB9 1173



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

EFEITOS DA LIMITAÇÃO DO ACESSO À SOMBRA E  
DUCHA SOBRE O COMPORTAMENTO, VARIÁVEIS  
FISIOLÓGICAS E PRODUTIVAS DE VACAS HOLANDESAS

Autora: Nathaly Marques da Silva  
Orientador: Prof. Dr. Júlio César Damasceno

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Produção  
Animal

APROVADA em 26 de fevereiro de 2019.

Prof. Dr. Ferenc Istvan Bánkuti

Prof.ª Dr.ª Pricilla Bustos Mac  
Lean

Prof. Dr. Júlio César Damasceno  
Orientador

“Por isso não desanimamos. Embora exteriormente estejamos a desgastar-nos, interiormente estamos sendo renovados dia após dia, pois os nossos sofrimentos leves e momentâneos estão produzindo para nós uma glória que pesa mais do que todos eles.”

(2 Coríntios 4:16-17)

*A Deus, pelo dom da vida,  
À minha mãe Leonice, pelo amor incondicional e por ter executado com tanto zelo a  
difícil tarefa da maternidade, da qual agora eu compreendo,  
Ao meu pai José Cícero e ao meu irmão Arnold por todo carinho e cuidado,  
Ao meu marido Junior, pelo apoio,  
Às minhas filhas Cecília, minha primogênita e Catarina, que agora carrego em meu  
ventre, por me despertarem para uma nova vida,  
Aos meus sogros Gilmar e Marly por me acolherem como filha e me auxiliarem nessa  
longa jornada,*

## AGRADECIMENTOS

Foram anos difíceis, mas eu venci, nós vencemos! E nesse momento sou tomada por uma forte onda de gratidão:

A Deus, por me agraciar com o dom da vida. Amando-me, protegendo-me e dando-me, muitas vezes, muito mais do que eu merecia.

À minha família, em especial ao meu pai e à minha mãe, pela árdua tarefa de criar um filho, que fora sempre executada com muito amor, carinho e dedicação e principalmente por serem meu porto-seguro, para onde eu sempre retornarei em busca de conforto. Nem todos os dias foram fáceis, mas os seus esforços valeram a pena. Sem o seu amor e dedicação eu nada seria.

À minha mãe, que merece agradecimentos em duplicata. Eu jamais, em toda a minha vida, serei capaz de retribuir todo o seu amor, todo o seu cuidado, toda a sua dedicação, toda a sua luta para que eu chegasse até aqui. Como sou grata pela sua vida. Você, que dividiu comigo, igual por igual, o peso, a responsabilidade dessa minha jornada. Por estar ao meu lado, por enxugar o meu choro, por me levantar, e por cuidar da minha filha com todo esse seu amor infinito, para que nós concluíssemos mais essa etapa, porque a vitória é nossa, eu te agradeço.

Ao meu marido, por compartilhar desse sonho comigo me auxiliando e incentivando. E a seus pais, por terem sido minha segunda família.

À minha filha, minha doce e amada Cecília, por ter dividido sua chegada com as responsabilidades e todos os percalços que essa fase da minha vida nos trouxe. Mesmo tão pequenina me acompanhou, dia após dia, na execução desse trabalho. E nos dias que eu me desencontrei, foi no seu olhar que eu me reencontrei. Obrigada por ser a minha força. Você e sua irmãzinha Catarina, que agora carrego em meu ventre, são as minhas maiores conquistas. As outras são para vocês e por vocês. Mamãe as ama.

Aos meus amigos, por todas as vezes que me consolaram e motivaram. Vocês são bênçãos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Julio Cesar Damasceno, pela paciência e competência. Por acreditar em mim e me confiar um trabalho tão importante.

À minha coorientadora Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Sheila Tavares Nascimento, pelo paciente auxílio na execução desse trabalho. E principalmente, pelo carinho e amizade.

A todos os participantes desse estudo, em especial ao grande amigo Gregório por serem sempre tão prestativos e me auxiliarem na condução do trabalho.

Aos funcionários da FEI, André, Célio e Du, por não medirem esforços para que tudo funcionasse como planejado. Pela ajuda e pelas palavras de apoio nos momentos mais difíceis, eu os agradeço.

Ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da UEM, pela compreensão em momentos difíceis e por ter possibilitado a execução desse trabalho.

Aos membros da banca examinadora Prof. Dr. Ferenc Istvan Bánkuti e Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Priscilla Ayleen Bustos Mac-Lean por sua disposição em aceitarem o convite e contribuírem para o aperfeiçoamento do trabalho. A todos os professores que fizeram parte desse caminhar. E todos que direta ou indiretamente, contribuíram para que este percurso pudesse ser concluído.

MEUS SINCEROS AGRADECIMENTOS.



## BIOGRAFIA

NATHALY MARQUES DA SILVA, filha de José Cícero da Silva e Leonice Marques Crus, nasceu na cidade de Mauá, São Paulo, no dia 06 de março de 1993.

No ano de 2011, iniciou no curso de Bacharelado em Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá – Paraná e foi bolsista do Programa de Extensão Tutorial (PET), concluindo o curso em dezembro de 2015.

Em março de 2016, iniciou suas atividades no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, na Universidade Estadual de Maringá, na área de Produção Animal, realizando estudos na área de comportamento e bem-estar de bovinos leiteiros.

## ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS .....	viii
LISTA DE FIGURAS .....	ix
I – INTRODUÇÃO .....	1
1.1 Introdução Geral .....	1
1.2 Revisão Bibliográfica .....	3
1.2.1 Conceito de bem-estar animal .....	3
1.2.2 Conceito de estresse térmico pelo calor .....	4
1.2.3 Conforto térmico de bovinos leiteiros em sistema à pasto.....	5
1.2.4 Respostas fisiológicas, comportamentais e produtivas ao estresse térmico .....	7
1.2.5 Eficiência de conforto térmico das estruturas de sombreamento e dos sistemas de resfriamento adiabático evaporativo .....	8
1.2.5.1 Sombreamento .....	8
1.2.5.2 Sistemas de resfriamento adiabático evaporativo - SRAE.....	9
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	11
II - EFEITOS DA LIMITAÇÃO DO ACESSO À SOMBRA E DUCHA SOBRE O COMPORTAMENTO, VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E PRODUTIVAS DE VACAS HOLANDESAS .....	16
RESUMO.....	16
ABSTRACT .....	16
Introdução .....	17
Material e Métodos .....	19
Tratamentos.....	21
Variáveis Meteorológicas.....	22
Variáveis Comportamentais .....	23
Variáveis Fisiológicas .....	24
Variáveis Produtivas .....	24
Delineamento Experimental.....	25
Resultados e Discussão .....	27
Conclusões .....	36
Referências Bibliográficas.....	37

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1</b> – Tempo de permanência, em horas durante o período de observação, dos animais nos dispositivos de sombreamento artificial e duchas nos diferentes tratamentos.....	29
<b>TABELA 2</b> – Médias do tempo de permanência dos animais no dispositivo de duchas durante o período experimental. ....	29
<b>TABELA 3</b> – Tempo despendido com atividades (ócio; ruminando; pastejando; e bebendo água), em horas durante o período de observação, pelos animais nos diferentes tratamentos.....	33
<b>TABELA 4</b> – Tempo despendido com postura (em pé e deitada), em horas durante o período de observação, pelos animais nos diferentes tratamentos.....	34
<b>TABELA 5</b> – Médias de produção de leite (kg.dia <sup>-1</sup> ) das vacas em resposta aos diferentes tratamentos. ....	34
<b>TABELA 6</b> – Médias dos teores (%) de Gordura, Proteína e Lactose do leite das vacas durante o período de coletas. ....	35

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> - Esquema ilustrativo da estrutura de restrição de acesso aos dispositivos de resfriamento (labirinto), apresentada nos respectivos tratamentos: T <sub>2</sub> : piquete com acesso livre à sombra e restrição de acesso à ducha; T <sub>3</sub> : piquete com acesso livre à ducha e restrição de acesso à sombra; e T <sub>4</sub> : piquete com restrição de acesso à sombra e ducha. ....	20
<b>FIGURA 2</b> - Dispositivos de sombreamento artificial (sombrites). ....	22
<b>FIGURA 3</b> - Dispositivos de resfriamento por aspersores ....	22
<b>FIGURA 4</b> - Valores médios ( $\pm$ EP) da temperatura do bulbo seco (TBS), da temperatura radiante média ao sol (TRM Sol) e à sombra (TRM Sombra), da carga térmica radiante ao sol (CTR Sol) e à sombra (CTR Sombra), da umidade relativa do ar e da velocidade do vento durante os dias de coleta. ....	28
<b>FIGURA 5</b> - Valores médios ( $\pm$ EP) da frequência respiratória apresentada pelos animais nos diferentes tratamentos (Tratamento 1: piquete com acesso livre à sombra e ducha; Tratamento 2: piquete com acesso livre à sombra e restrição de acesso à ducha; Tratamento 3: piquete com acesso livre à ducha e restrição de acesso à sombra; e Tratamento 4: piquete com restrição de acesso à sombra e ducha). ....	31
<b>FIGURA 6</b> - Valores médios ( $\pm$ EP) da temperatura retal apresentada pelos animais nos diferentes tratamentos (Período Pré-Experimental: 6 dias antes do início do experimento; Tratamento 1: piquete com acesso livre à sombra e ducha; Tratamento 2: piquete com acesso livre à sombra e restrição de acesso à ducha; Tratamento 3: piquete com acesso livre à ducha e restrição de acesso à sombra; e Tratamento 4: piquete com restrição de acesso à sombra e ducha). ....	31
<b>FIGURA 7</b> - Frequência das atividades exercidas pelos animais durante os diferentes tratamentos (Tratamento 1: piquete com acesso livre à sombra e ducha; Tratamento 2: piquete com acesso livre à sombra e restrição de acesso à ducha; Tratamento 3: piquete com acesso livre à ducha e restrição de acesso à sombra; e Tratamento 4: piquete com restrição de acesso à sombra e ducha). ....	32
<b>FIGURA 8</b> - Frequência da postura dos animais durante os diferentes tratamentos (Tratamento 1: piquete com acesso livre à sombra e ducha; Tratamento 2: piquete com acesso livre à sombra e restrição de acesso à ducha; Tratamento 3: piquete com acesso livre à ducha e restrição de acesso à sombra; e Tratamento 4: piquete com restrição de acesso à sombra e ducha). ....	33

## I – INTRODUÇÃO

### 1. Introdução Geral

O leite é considerado alimento básico à subsistência humana, sendo produzido mundialmente. Segundo a Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), cerca de 150 milhões de lares em todo o mundo dedicam-se à produção leiteira. Na maioria dos países em desenvolvimento, a produção provém de pequenos criadores por fornecer rápido retorno aos produtores de pequena escala (FAO, 2018).

Conforme dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), no Brasil o leite exerce importante papel no abastecimento de alimentos, além de ser a atividade agropecuária que mais gera emprego no país, contribuindo para o aumento da renda da população e estando, por isso, entre os seis produtos mais relevantes da agropecuária nacional (EMBRAPA, 2018).

Apesar da intensificação dos sistemas de produção, a maior parte dos bovinos direcionados à produção nacional de leite ainda são criados à pasto, sofrendo influência direta do ambiente. Para se adequar ao clima, buscando evitar acúmulo adicional de calor corporal, o animal promove alterações em seu comportamento, referentes à mudança de postura, movimentação e ingestão de alimentos, reduzindo a produção e auxiliando na perda de calor (COLLIER e BEEDE, 1985; PERISSINOTTO et al., 2002)

Atualmente existe a preocupação em reduzir os efeitos nocivos das variáveis climáticas em países tropicais e subtropicais, caracterizados por alta temperatura do ar e altos níveis de radiação solar (CARDOSO, 1997; BACCARI JÚNIOR, 1998; DAMASCENO et al., 1999; BAËTA e SOUZA, 2010). Sobretudo, em razão da alta

incidência de estresse calórico que ocorre, principalmente, em animais de raças europeias que, apesar de apresentarem elevados níveis de produção leiteira, são mais susceptíveis ao estresse por calor, por possuírem poucas características de resistência a esses ambientes (pelame: pelos escuros, longos e lanuginosos; epiderme: não pigmentada com pouca quantidade de glândulas sudoríparas ativas) (MEDEIROS e VIEIRA,1997).

Em razão do grande número de trabalhos (ABILAY et al., 1975; BACCARI JÚNIOR, 1980; BADINGA et al., 1985; BAÊTA, 1985; CARVALHO e OLIVO, 1996; BACCARI JÚNIOR, 1997) que atestam os efeitos negativos das elevadas temperaturas sobre a produção de leite, reprodução e susceptibilidade a doenças, inúmeras modificações ambientais vêm sendo adotadas, tendo como objetivo a redução da radiação direta sobre os animais, atenuando o estresse por calor e contribuindo para o conforto térmico de vacas leiteiras.

O uso de sombreamento como recurso para o controle do aumento da temperatura corporal vem sendo utilizado em diversas propriedades, tratando-se de um auxílio para minimizar a perda na produção de leite e na eficiência reprodutiva de vacas leiteiras (MELLACE, 2009). Entretanto, o aumento das temperaturas médias diárias tem implicado no uso de sistemas de resfriamento que utilizam a aplicação direta ou indireta de água por aspersão, microaspersão ou nebulização nos animais, os chamados sistemas de resfriamento adiabáticos evaporativos (SRAE), que tiveram seu efeito benéfico no conforto térmico dos animais atestado por diversos autores, contribuindo para o aumento na produção de leite (SILVA et al., 2002; BARBOSA et al., 2004; MATARAZZO et al., 2007; ALMEIDA et al., 2013). De modo geral, a utilização desse sistema compreende uma restrição em seu uso, seja no tempo (minutos ou horas) de permanência dos animais sobre os dispositivos, ou local, já que muitas vezes os SRAE são utilizados nas etapas pré ordenha, mais comumente no curral de espera, possibilitando melhor acondicionamento térmico ambiental, mas não permitindo que a individualidade do animal pela expressão de sua preferência se manifeste.

Compreender o uso voluntário da sombra artificial e água como mecanismos de dissipação de calor pode fornecer informações sobre como e quando as vacas vão escolher para usar estes recursos, promovendo condição de melhor conforto térmico e bem-estar, aliado ao respeito da vontade do animal (LEGRAND, 2011). Essa compreensão se torna ainda mais relevante quando se trata de sistemas de produção a pasto (áreas abertas), onde os animais permanecem sobre a ação direta do clima

(radiação, temperatura, velocidade do vento e umidade relativa do ar), influenciando diretamente em sua condição de bem-estar e desempenho produtivo (TEIXEIRA, 2005).

Em estudo recente, vacas leiteiras em sistema de produção a pasto, fizeram uso associado de duchas e sombreamento artificial, ambos com acesso livre aos animais, permitindo que a individualidade do animal fosse manifestada por meio da escolha do dispositivo de sua preferência e evidenciando que esses recursos devam ser utilizados em associação, quando em regiões tropicais (BERGAMASCO, 2015). Entretanto, considerou-se o uso voluntário desses recursos, sendo necessário avaliar as consequências de sua limitação, via dificuldade de acesso, no comportamento, em termos de frequência e duração dos padrões comportamentais apresentados por cada animal; e nas variáveis fisiológicas e produtivas dos animais.

## 1.2 Revisão Bibliográfica

### 1.2.1 Conceito de bem-estar animal

Bem-estar é um termo corriqueiro utilizado em diversas situações, mas por apresentar significado impreciso, torna-se necessário defini-lo de maneira objetiva para sua utilização como conceito científico (BROOM e MOLENTO 2004).

Segundo Broom (1986), o bem-estar de um indivíduo pode ser definido como o “seu estado em relação às suas tentativas de adaptar-se ao ambiente”. Esse conceito refere-se a uma característica do indivíduo em um determinado momento e baseia-se em sua capacidade de adaptar-se a mudanças e resistir às adversidades. Trata-se de uma condição mensurável em uma escala de muito bom a muito ruim, devendo avaliar-se de maneira independente às considerações éticas. Mas, além das mensurações diretas do estado do animal, deve-se tentar medir os sentimentos característicos ao estado do indivíduo, sendo necessário para isso, ter um bom conhecimento da biologia do animal (BROOM e MOLENTO 2004).

O bem-estar animal abrange tanto o bem estar físico quanto o mental dos animais, devendo-se considerar os aspectos fisiológicos e comportamentais destes, na tentativa de avaliar sua condição de bem-estar. Assim, surge o conceito das cinco liberdades: liberdade nutricional, liberdade ambiental, liberdade sanitária, liberdade

psicológica e liberdade comportamental; desenvolvido pelo Comitê de Bem-Estar de Animais de Produção do Reino Unido (Farm Animal Welfare Comitee – FAWC), que compreende um conjunto de princípios essenciais para o bem-estar animal (FAWC, 1993). O conceito das cinco liberdades surgiu em resposta à dificuldade encontrada em se avaliar o bem-estar dos animais de produção, pela não existência de parâmetros que estabelecessem essa avaliação. Tal fato foi apresentado no Relatório Brambell, que alertou sobre a necessidade de criar códigos de prática para a criação das várias espécies de animais de produção (Brambell, 1965).

Diante das diferenças expressivas nas respostas fisiológicas e comportamentais apresentadas por indivíduos da mesma espécie perante uma mesma condição (KOOLHAAS et al., 1983; BROOM, 1986; e BENUS, 1988), faz-se necessário utilizar diferentes mensurações e conhecer as relações entre as variáveis mensuradas na avaliação do bem-estar dos animais (BROOM e MOLENTO 2004), a fim de compreender a individualidade do animal para adaptar-se às mudanças do ambiente e os efeitos que essas adversidades exercerão em sua fisiologia e comportamento, considerando que o tempo de exposição à uma condição influenciará na quantidade ou tipo de comportamento anormal (CRONIN e WIEPKEMA, 1984).

O elevado grau de bem-estar é mensurado por indicadores que são obtidos, em sua maioria, por intermédio de experimentos que demonstram as preferências dos animais (HUGHES e BLACK, 1973; VAN ROOIJEN, 1980; e AREY, 1992), evidenciando, em muitos deles, o esforço do indivíduo para obter um determinado recurso (KIRKDEN et al., 2003). Mensurar os comportamentos que não são exercidos em determinadas condições, também podem ser utilizados para avaliar a condição de bem-estar do animal (BROOM e MOLENTO 2004).

### 1.2.2 Conceito de estresse térmico pelo calor

Entende-se por estresse qualquer alteração no ambiente que cause desequilíbrio na homeostase, que é um conjunto de mecanismos complexos e dinâmicos capaz de manter o correto funcionamento dos organismos vivos. Os estímulos provocados pelo estresse impossibilitam a total expressão do potencial genético pelos animais, resultando em baixo desempenho e danos à eficiência reprodutiva. As principais causas de



desequilíbrio na homeostase são as enfermidades clínicas, privações nutricionais, manejo incorreto, transporte e estresse térmico, seja pelo frio ou pelo calor (BACCARI JÚNIOR, 1998).

O calor ambiental é uma característica comum nas estações quentes do ano, tornando praticamente constante nas regiões tropicais. As temperaturas máximas do ar em regiões de clima quente e úmido, por exemplo, superam as recomendadas para criação de bovinos ao longo de todo o ano, fazendo com que esses animais sintam algum tipo de desconforto, que pode levar ao estresse, durante todo o tempo em que a radiação solar é presente.

Um animal poderá ter a sua temperatura corpórea elevada ao absorver grande quantidade de calor do ambiente, quando sua capacidade de dissipação do calor corpóreo for limitada, ou ainda, quando a associação desses fatores se instaura. Os impactos desse aumento de temperatura desencadeiam uma série de eventos com intuito de ajudar o animal a ajustar-se ao ambiente, independentemente da causa da alteração de temperatura. Portanto, a temperatura corpórea pode ser utilizada como índice para dimensionar a capacidade de adaptação do animal a ambientes quentes, por expressar a condição imediata do animal quanto ao seu estado de retenção ou dissipação do calor.

### 1.2.3 Conforto térmico de bovinos leiteiros em sistema à pasto

Os bovinos são animais homeotérmicos, de modo que, são capazes de manter a sua temperatura corporal constante dentro de uma estreita faixa de temperatura, utilizando para isso, funções fisiológicas e comportamentais que auxiliam na termorregulação. Dentre os fatores climáticos com maior influência sobre o ambiente físico em que o animal se encontra, está a radiação solar e temperatura do ar. Temperaturas ambientes acima de 26°C são consideradas prejudiciais para a produção de vacas leiteiras, pois influenciam na temperatura corpórea além de ser considerado o limite crítico para a ocorrência de estresse calórico em vacas da raça Holandês (BERMAN et al.,1985)

Segundo Teixeira (2005), a ação do clima sobre os animais ocorre por meio da interferência da radiação, da temperatura, da velocidade do vento e da umidade relativa do ar sobre a manutenção da temperatura corporal (ordem direta) ou por intermédio da

qualidade e quantidade do alimento encontrado na natureza e do favorecimento ou não de doenças infectocontagiosas e parasitárias (ordem indireta).

Para Silva e Maia (2013), o ambiente (temperatura do ar, temperatura radiante, radiação solar, umidade relativa do ar, vento e pressão atmosférica), a capa externa do animal (espessura, estrutura, isolamento térmico, penetração do vento, ventilação, permeabilidade do vapor, transmissividade, emissividade, absorvidade e refletividade), características corporais (forma corporal, tamanho e movimentos, área de superfície radiante, área exposta à radiação solar direta, emissividade e absorvidade da epiderme) e as respostas fisiológicas (temperatura – epiderme e retal, taxa de sudorese, trocas respiratórias, produção, taxa de crescimento e desenvolvimento, níveis hormonais - T3, T4 e cortisol) são os principais fatores envolvidos na avaliação da adaptação dos animais a determinado ambiente e consequente determinação do conforto térmico.

Indícios de instabilidade no bem-estar são evidenciados por meio de variações fisiológicas como o aumento da frequência cardíaca e atividade adrenal, bem como por alterações comportamentais como casos em que o animal evita determinadas situações, fornecendo informações sobre as sensações experimentadas e, conseqüentemente, sobre seu bem-estar (BROOM, 1988; FRASER e BROOM, 1990; BROOM e JOHNSON, 1993 e BROOM e ZANELLA, 2004). Comportamentos anormais como movimentação repetitiva (estereotípias), automutilação, canibalismo ou comportamento excessivamente agressivo, assim como a ocorrência de doenças, ferimentos, dificuldades de movimento e anormalidades de crescimento são todos indicativos de baixo bem-estar (BROOM e MOLENTO 2004). A presença de dor, compromete ainda mais o bem-estar, podendo ser avaliada por meio da aversão e medidas fisiológicas (DUNCAN et al., 1991) ou pela existência de neuromas (GENTLE, 1986).

Para melhorar o conforto e grau de bem-estar animal e conseqüentemente a produção de leite, instalações que reduzam o calor, por meio da otimização da troca de calor por intermédio dos mecanismos de convecção, condução, radiação e evaporação, vêm sendo utilizadas, sendo o melhor sistema de resfriamento dependente de cada local (THATCHER, 2010), A modificação das instalações para resfriar as vacas é a medida mais adotada pelos produtores para minimizar os efeitos do estresse térmico em regiões que altas temperaturas são problemas constantes e graves (HANSEN, 2007).

#### 1.2.4 Respostas fisiológicas, comportamentais e produtivas ao estresse térmico

Da energia térmica armazenada por unidade de massa corporal, provém a temperatura corporal dos animais que pode ser aumentada ou diminuída pelos processos de termogênese e termólise, respectivamente. Segundo Silva (2000) os Mecanismos Comportamentais que compreendem a alteração no comportamento do animal com o intuito de reduzir ou aumentar sua exposição à energia térmica direta; os Mecanismos Autônomos que envolvem funções orgânicas como o fluxo sanguíneo, variação da posição dos pelos, funcionamento das glândulas sudoríparas, controle do sistema respiratório e ingestão de água e alimentos; e os Mecanismos Adaptativos que se referem às alterações em determinadas características (tipo e coloração do pelame; pigmentação da epiderme, por exemplo) que ocorrem a médio ou longo prazo, são os três mecanismos envolvidos na termogênese e termólise.

Por serem animais homeotérmicos, os bovinos respondem a exposição excessiva ao calor, promovendo, inicialmente, uma vasodilatação periférica que aumenta o fluxo sanguíneo na pele e nos membros. Este aumento no fluxo sanguíneo eleva a temperatura e conseqüentemente o gradiente térmico entre pele, membros e ambiente e resulta na dissipação de calor para o meio por intermédio dos mecanismos de radiação e convecção (ROBINSON, 2004). Portanto, a vasodilatação é o primeiro mecanismo acionado para que ocorra a perda de calor e a sudorese e a respiração os mecanismos subsequentes. O aumento na frequência respiratória (FR) é o primeiro sinal aparente, sendo seu aumento ou diminuição dependente da intensidade e duração do estresse a que os animais estão submetidos (MARTELLO, 2006).

Em razão da ineficiência dos mecanismos de termólise dos animais homeotérmicos, nota-se aumento da temperatura retal em consequência da quantidade de calor metabólico mais o calor absorvido do ambiente serem maior que o calor dissipado para o meio. Como resposta à elevação da temperatura corporal e com intuito de suprimir o calor excedente, ocorre aumento da sudação e frequência respiratória (MORAIS et al., 2008).

Segundo Rossarolla (2007), animais em lactação submetidos ao estresse térmico reduzem o pastejo, em quantidade e duração, e aumentam a busca por sombra e imersão em água; reduzem o consumo de alimentos e aumentam a ingestão de água.

Temperaturas elevadas diminuem a frequência de alimentação durante as horas mais quentes do dia, havendo aumento nas primeiras horas da manhã e no final da tarde, assim como o consumo de água, que também sofre influência do estresse térmico, sendo maior nas horas mais quentes do dia (DAMASCENO et al., 1999). Esses efeitos podem ser reduzidos quando os animais são alojados em áreas sombreadas.

O decréscimo na produção leiteira de vacas de média e alta produção ocorre em razão do efeito de altas temperaturas, associadas com a alta umidade relativa e excessiva radiação solar (BACCARI JÚNIOR, 1998; AGUIAR et al., 2003) sobre o consumo de alimentos, impactando, negativamente, sobre o metabolismo da glândula mamária e composição do leite (ARCARO JUNIOR et al., 2003). Segundo PERISSINOTTO (2007), a alteração na produção de leite ocorre pela redução da ingestão de matéria seca e consequentemente de energia metabolizável reservada a produção do leite.

### 1.2.5 Eficiência de conforto térmico das estruturas de sombreamento e dos sistemas de resfriamento adiabático evaporativo

A exposição prolongada à radiação solar, como ocorre em sistemas extensivos de criação, constitui um dos principais causadores de estresse nos animais, visto que quase todo o calor absorvido durante o dia provém da radiação solar, direta ou indireta. Por ser um dos maiores responsáveis pelo acréscimo do calor corporal interno, estruturas para sombreamento que visam atenuar o efeito da radiação sobre os animais vêm sendo amplamente utilizadas (BAÊTA e SOUZA, 2010).

#### 1.2.5.1 Sombreamento

Os bovinos, em especial os de aptidão leiteira, identificam locais sombreados que oferecem maior proteção contra a radiação solar, a fim de amenizarem o estresse calórico sofrido quando submetidos às condições de calor ambiental (SCHÜTZ et al., 2009). A dificuldade de equilíbrio térmico apresentada por esses animais ocorre, sobretudo, pelo aumento na produção de calor metabólico por causa do maior consumo de alimentos (AZEVEDO, 2005).

A melhor sombra, segundo Baêta e Souza (2010), é a natural, proveniente de árvores de copa alta e amplas, elevadas e com formato de cone invertido, por reduzir a incidência de insolação através da transformação da energia solar em energia química latente por meio do processo fotossintético. Na ausência de árvores nas pastagens, pode-se, por meio de sombreamento artificial (abrigos com coberturas de madeira, tela sombrite, telha cerâmica, telha de cimento amianto ou metal galvanizado, por exemplo), proteger os animais contra a insolação direta. Esses abrigos, considerando suas características de isolamento térmico, absorção e refletividade da radiação solar, podem promover a redução a cerca de 30% da carga térmica radiante que seria recebida pelo animal se este estivesse ao ar livre (BAÊTA e SOUZA, 2010). Apesar de reduzirem a exposição direta à radiação solar, os sombrites não possuem eficácia na alteração da temperatura do ar ou na umidade relativa do ar, sendo necessários recursos de resfriamento adicionais para reduzir os efeitos do estresse térmico em vacas em lactação expostas as altas temperaturas (THATCHER, 2010).

#### 1.2.5.2 Sistemas de resfriamento adiabático evaporativo - SRAE

Dada a sua simplicidade, praticidade e boa relação custo/benefício (ARCARO JUNIOR et al., 2003), os sistemas de resfriamento adiabático evaporativo (SRAE) de ambientes para gado de leite tem tido boa aceitação por muitos produtores e se expandido rapidamente em locais afetados pelo estresse térmico. Por possuir alta capacidade calorífica e alto calor latente de vaporização, a água se torna a melhor maneira de realizar o resfriamento de ambientes que apresentem umidade relativa do ar de até 70%.

O uso de ventiladores, nebulizadores e chuveiros em salas de espera possibilitam que um microclima capaz de promover o bem-estar animal seja gerado por meio da definição de uma determinada zona termoneutra. A utilização desses recursos, que criam melhorias nas condições ambientais das instalações, faz com que a resposta produtiva dos animais seja sempre positiva, conforme demonstrado em estudos (NÄÄS e ARCARO JUNIOR, 2001; BARBOSA et al., 2002; e SILVA et al., 2002).

Ao estudar o efeito da utilização de sistemas de climatização sobre os parâmetros fisiológicos de bovinos leiteiros, PERISSINOTTO et al (2006) constaram

que sistemas de resfriamento evaporativo, nebulização e aspersão, quando associados a ventilação forçada, reduziram significativamente a temperatura máxima do abrigo em relação a temperatura do ambiente externo em 1,6°C.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABILAY, T. A.; JOHNSON, H. D.; MADAN, M. Influence of environmental heat on peripheral plasma progesterone and cortisol during the bovine estrous cycle. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 58, n. 12, p. 1836-1840, 1975.
- AGUIAR, I. S.; BACCARI JÚNIOR, F. Respostas fisiológicas e produção de leite de vacas holandesas mantidas ao sol e com acesso a sombra natural. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*, v. 1, p. 1-4, 2003.
- ALMEIDA, G. L. P.; PANDORFIL, 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.
- ARCARO JUNIOR, I.; ARCARO, J. R. P.; POZZI, C. R.; FAGUNDES, H.; MATARAZZO, S. V.; OLIVEIRA, C. A. Teores plasmáticos de hormônios, produção e composição do leite em sala de espera climatizada. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 350-354, 2003.
- AREY,D.S. Straw and food as reinforcers for prepartal sows. *Applied Animal Behaviour Science*, Amsterdã, v.33,p.217-226, 1992.
- AZEVEDO, M.; PIRES, M. F. A.; SATURNINO, H. M.; LANA, A. M. Q.; SAMPAIO, I. B. M.; MONTEIRO, J. B. N.; MORATO, L. E. Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras 1/2, 3/4, 7/8 holandês-zebu em lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 34, n. 6, p. 2000-2008, 2005.
- BACCARI JÚNIOR, F.; JOHNSON, H. D.; HAHN, G. L. Compensatory growth of young dairy heifers subjected to heat stress. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 51, p. 4, 1980.
- BACCARI JÚNIOR, F.; AGUIAR, I. S.; DAL FAVA, C.; BRASIL, L. H. A.; GOTTSCHALK, A. F. Comportamento adaptativo termorregulador de vacas holandesas sob radiação solar direta, mediante o aproveitamento de sombra e

- água. In: CONGRESSO DE ZOOTECNIA, 6., 1996, Evora. Actas... Lisboa: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos, v. 2, p. 331-336, 1997.
- BACCARI JÚNIOR, F. Manejo ambiental para a produção de leite em climas quentes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 2., 1998, Goiânia. Anais... Goiânia: Universidade Católica de Goiás, p. 136-161, 1998.
- BADINGA, L.; COLLIER, R. J.; THATCHER, W. W.; WILCOX, C. J. Effects of climatic and management factors on conception rate of dairy cattle in subtropical environment. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 68, n. 1, p. 78-85, 1985.
- BAÊTA, F. C. Responses of lactating dairy cows to the combined effects of temperature, humidity and wind velocity in the warm season. 1985. 218 p. Tese (Doutorado) - University of Missouri, Columbia.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. Ambiência em edificações rurais: conforto animal. Viçosa: UFV, 269 p., 2010.
- BARBOSA, O. R.; DAMASCENO, J. C. Bioclimatologia e bem estar animal aplicados à bovinocultura de leite. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2002.
- BARBOSA, O. R.; BOZA, P. R.; DOS SANTOS, G. T.; SAKAGUSHI, E. S.; RIBAS, N. P. Efeitos da sombra e da aspersão de água na produção de leite de vacas da raça Holandesa durante o verão. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 26, n. 1, p. 115-122, 2004.
- BENUS, I. Aggression and coping. Differences in behavioural strategies between aggressive and non-aggressive male mice. 1988. 156 p. PhD Thesis, University of Groningen, Groningen.
- BERGAMASCO, B. F. Uso voluntário de ducha e sombra em vacas Holandesas: respostas fisiológicas, produtivas e comportamentais. 2015, 39 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2015.
- BERMAN, A.; FOLMAN, Y.; KAIM, M.; MAMEN, M.; HERZ, M.; WOLFENSON, D.; ARIELI, A.; GRABER, Y. Upper critical temperatures and forced ventilation effects for high-yield dairy cows in a subtropical climate. *Journal of Dairy Science*, v.68, n.6, p.1489-2432, 1985.
- BRAMBELL, R. W. R. Report on the Technical Committee of Enquiry into the Welfare of Animals kept under Intensive livestock Husbandry Systems. London: HM Stationery Office, 1965.
- BROOM, D.M. Indicators of poor welfare. *British Veterinary Journal*, London, v.142, p.524-526, 1986.
- BROOM, D.M. e JOHNSON, K.G. Stress and Animal Welfare. London: Chapman and Hall, 211 p., 1993.



- BROOM, D M.; MOLENTO, C. F. M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas - revisão. Archives of Veterinary Science, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 1-11, 2004.
- BROOM, D.M., ZANELLA, A. J. Brain measures which tell us about animal welfare. Animal Welfare, South Mimms: v.13, p. S41-S45, 2004.
- CARDOSO, R. M. Conforto animal em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13., 1996, Piracicaba. Produção de bovinos a pasto: anais. Piracicaba: FEALQ, p. 185-198, 1997.
- CARVALHO, N. M.; OLIVO, C. J. Reações fisiológicas e ganho de peso corporal de novilhas leiteiras, mantidas ao sol e a sombra. In. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. Anais... Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, v. 3, p. 141-143, 1996.
- COLLIER, R. J.; BEEDE, D. K. Thermal stress as a factor associated with nutrient requirements and interrelationships. Nutrition of grazing ruminants in warm climates, p. 59-71, 1985.
- CRONIN, G.M., WIEPKEMA, P.R. An analysis of stereotyped behaviours in tethered sows. Annales de Recherches Vétérinaires, Paris: v. 15, p. 263-270, 1984.
- DAMASCENO, J. C.; BACCARI JR, F.; TARGA, L. A. Respostas comportamentais de vacas holandesas, com acesso à sombra constante ou limitada. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 34, n. 4, 1999.
- DUNCAN, I.J.H, BEATTY, E.R. HOCKING, P.M., DUFF, S.R.I. Assessment of pain associated with degenerative hip disorders in adult male turkeys. Research in Veterinary Science, London: v. 50, p.200-203, 1991.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Gado de Leite – Importância Econômica. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteCerrado/importancia.html>. Acesso em 24 jan. 2018.
- FAWC - FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL. Second report on priorities for research and development in farm animal welfare. UK: MAFF: Tolworth, 1993.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Dairy Production and Products – Milk Production. Disponível em: <http://www.fao.org/dairy-production-products/production/en/>. Acesso em: 24 jan. 2018.
- FRASER, A.F., BROOM, D.M. Farm Animal Behaviour and Welfare. Wallingford: CAB International, 437p., 1990.
- GENTLE, M.J. Neuroma formation following partial beak amputation (beak trimming) in chicken. Research in Veterinary Science, London: v.41, p. 383-385, 1986.

- HANSEN, P. J. Manejo da vaca de leite durante o estresse calórico para aumento da eficiência reprodutiva. In: XI CURSO NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 2007. Uberlândia. Anais..., p. 3-12, 2007.
- HUGHES, B.O., BLACK, A.J. The preference of domestic hens for different types of battery cage floor. *British Poultry Sciences*, Basingstoke: v.14, p.615-619, 1973.
- KIRKDEN, R.D, EDWARDS, J. S. S, BROOM, D.M. A theoretical comparison of the consumer surplus and elasticities of demand as measures of motivational strength. *Animal Behaviour*, London: v.65, p. 157-178, 2003.
- KOOLHAAS, J.M., SCHUURMANN, T., FOKEMA, D.S. Social behaviour of rats as a model for the psychophysiology of hypertension. In: DEMBROWSKI, T.M., SCHMIDT, T.H., BLUMCHEN, G. *Behavioural Basis of Coronary Heart Disease*. Basel: Karger, p. 391-400, 1983.
- LEGRAND, A.; SCHÜTZ, K.E., TUCKER C. B. Using water to cool cattle: Behavioral and physiological changes associated with voluntary use of cow showers. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 94, n.7, p. 3376-3386, 2011.
- MARTELLO, L. S. Interação animal-ambiente: efeito do ambiente climático sobre as respostas fisiológicas e produtivas de vacas Holandesas em free-stall, 2006. Tese (Doutorado em Qualidade e Produtividade Animal) - Universidade de São Paulo, Pirassununga – SP.
- MATARAZZO, S. V.; SILVA, I. J. O; PERISSINOTTO, M.; FERNANDES, S. A.; MOURA, D. J.; ARCARO JÚNIOR, I.; ARCARO, J. R. P. Monitoramento eletrônico das respostas comportamentais de vacas em lactação alojadas em freestall climatizado. *Revista Brasileira de Biosistemas*, Tupã, v.1, p.40-49, 2007.
- MEDEIROS, Luís Fernando Dias; VIEIRA, Debora Helena. *Bioclimatologia animal*. Ministério da Educação e Cultura. UFRRJ, 1997.
- MELLACE, E. M. Eficiência da área de sombreamento artificial no bem-estar de novilhas leiteiras criadas a pasto. 2009, 96 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- MORAIS, D. A. E. F., MAIA A.S.C.; SILVA R.G., VASCONSELOS 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, 2008.
- NÄÄS, I. A.; ARCARO Jr, I. Influência de ventilação e aspensão em sistemas de sombreamento artificial para vacas em lactação em condições de calor. *Rev. Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.5, n.1, p.139- 142, 2001.

- PERISSINOTTO, M.; SILVA, I. J. O. da; MOURA, D. J. de; MATARAZZO, S. Análise do comportamento de vacas leiteiras em dias de maior e menor conforto térmico. *Revista Soc. Bras. Zootec*, Piracicaba, v. 25, n.1, p. 13 – 21, 2002.
- PERISSINOTO, M. Efeito da utilização de sistemas de climatização nos parâmetros fisiológicos do gado leiteiro. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 663-671, 2006.
- PERISSINOTO, 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*, p. 143-149, 2007.
- ROBINSON, N. E.; Homeostase e Termorregulação. In: CUNNINGHAM, J. G.; *Tratado de Fisiologia Veterinária*, v. 3, p. 550-561. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.
- ROSSAROLLA, G. Comportamento de vacas leiteiras da raça holandesa, em pastagem de milho com e sem sombra. 2007. 46 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Ciências Rurais – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- SCHÜTZ, K. E.; ROGERS, A. R.; COX, N. R. TURCKER, C. B. Dairy cows prefer shade that offers greater protection against solar radiation in summer: shade use, behavior, and body temperature. *Rev. Applied Animal Behaviour Science*, v. 116, p. 28-34, 2009.
- SILVA, R. G.; MAIA, A. S. C. *Principles of Animal Biometeorology*. Biometeorology 2. Holanda: Springer, 264 p., 2013.
- SILVA, I. J.O.; PANDORFI, H.; ACARARO JR, I.; 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.
- THATCHER, W. W. Manejo de estresse calórico e estratégias para melhorar o desempenho lactacional e reprodutivos em vacas de leite. XIV CURSO NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 2010. Uberlândia. Anais..., p. 2-25, 2010.
- TEIXEIRA, E.V. Determinação de variáveis bioclimáticas de projeto para o estado do Rio de Janeiro. 2005. 89 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- VAN ROOIJEN, J. Wahlversuche, eine ethologische Methode zum Sammeln von Messwerten, und Haltungseinflüsse zu erfassen und zu beurteilen. *Aktuelle Arbeiten zur artgemässen Tierhaltung*, K.T.B.L. – Schrift, v. 264, p. 165-185, 1980.

## II – EFEITOS DA LIMITAÇÃO DO ACESSO À SOMBRA E DUCHA SOBRE O COMPORTAMENTO, VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E PRODUTIVAS DE VACAS HOLANDESAS

**RESUMO:** O uso de forma voluntária de sombra artificial e ducha é eficaz para o estabelecimento do conforto térmico dos animais, entretanto é necessário avaliar as consequências da limitação desses recursos. Baseado nisso, o presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar os efeitos da limitação no uso de sombra artificial e ducha, via dificuldade de acesso, sobre as variáveis comportamentais, fisiológicas e produtivas em vacas holandesas no período de dezembro de 2017 a março de 2018. O estudo foi realizado na Fazenda Experimental de Iguatemi da Universidade Estadual de Maringá na Região de Maringá no Paraná. Foram utilizadas 8 vacas holandesas, 4 em lactação e 4 não lactantes distribuídas em pares em delineamento experimental duplo quadrado latino (4x4) nos tratamentos: acesso livre à sombra e ducha; acesso livre à sombra e restrição de acesso à ducha; restrição de acesso à sombra e livre à ducha; e restrição de acesso à sombra e ducha. Foram analisadas as variáveis comportamentais relacionadas à alimentação, ruminação, postura corporal e uso de sombra e ducha; a frequência respiratória (FR) e a temperatura retal (TR) como indicadores fisiológicos; e a temperatura de bulbo seco (TBS), temperatura radiante média (TRM), carga térmica radiante (CTR), umidade relativa do ar (UR) e velocidade do vento (VV) como variáveis meteorológicas. As variáveis meteorológicas (TBS=29,8°C) exerceram forte influência sobre todas as respostas fisiológicas (FR=50 A 56 resp/min) e comportamentais. A restrição aos dispositivos de resfriamento (sombreamento artificial e duchas) não influenciou de forma significativa no tempo de permanência nesses recursos, nem negativamente nas variáveis comportamentais, fisiológicas e produtivas.

**PALAVRAS-CHAVE:** ambiência; acesso limitado; bem-estar animal; conforto térmico; resfriamento evaporativo; sombreamento artificial.

### EFFECTS OF THE ACCES LIMITATION TO SHADOW AND SHOWER ON BEHAVIOR, PHYSIOLOGICAL AND PERFORMANCE VARIABLES OF HOLSTEIN COWS

**ABSTRACT:** The voluntary use of artificial shade and shower is effective for establishing the thermal comfort of the animals; however, it is necessary to evaluate the consequences of these resources limitation. Based on this, the present work was carried

out with the objective to evaluate the effects of limiting the artificial shade and shower use, due to the access difficulty, on the behavioral, physiological and productive variables in Holstein cows from December 2017 to March 2018. The study was carried out at the Iguatemi Experimental Farm of the State University of Maringá in the Maringá Region of Paraná. Eight holstein cows, 4 lactating and 4 non - lactating cows were used in pairs in a double – Latin Square (4x4) experimental design in the treatments: free shade and shower access; free shade access and restricted shower access; restricted shade access and free shower access; and restricted shade and shower access. The behavioral variables related to feeding, rumination, body posture and shade and shower use were analyzed; respiratory rate (RR) and rectal temperature (RT) as physiological indicators; and the dry bulb temperature (TBS), mean radiant temperature (TRM), radiant heat load (CTR), relative air humidity (RH) and wind speed (VV) as meteorological variables. The meteorological variables (TBS = 29.8°C) exerted a strong influence on all the physiological (RR = 50 to 56 resp/min) and behavioral responses. Restriction to cooling devices (artificial shading and showers) did not influence significantly the time of stay in these resources or negatively in the behavioral, physiological and productive variables.

**KEY WORDS:** ambience; limited access; animal welfare; thermal comfort; evaporative cooling; artificial shading.

## Introdução

O Paraná apresenta território dominado pelo clima subtropical, caracterizado por temperaturas mais baixas quando comparadas com outras regiões do Brasil em que predominam o clima tropical, marcado por altas temperaturas do ar, mas apresenta uma amplitude térmica elevada, já que no verão as temperaturas podem ultrapassar os 30°C enquanto no inverno as temperaturas ficam menores que 20°C (NITSCHKE et al., 2019). Com relação à produção agropecuária, o estado apresenta atividade leiteira solidificada nas regiões centro-sul e oeste, e em fase de ascensão nas outras regiões. O norte, região que se encontra o município de estudo, é o terceiro maior produtor, com 22% da produção total e possui o maior rebanho mestiço, constituído por 1/2 e 3/4 de sangue europeu cruzados com raças zebuínas para melhor adaptação às características climáticas da região, com 271.099 cabeças, representando 26% do rebanho estadual (KOEHLER, 2000). Os animais são criados em sistema extensivo, com alimentação baseada em pastagens perenes de verão (SANTOS TELLES et al., 2008).

A exposição direta as altas temperaturas, associadas com a intensa radiação solar, potencializada em sistemas extensivos de criação, cominam em uma carga

adicional de calor em animais a pasto, resultando em estresse calórico e queda na produção (PIRES et al., 2000). Especialmente no verão, a temperatura de conforto e os níveis de radiação solar para a produção de bovinos leiteiros é excedida, tornado o estresse térmico um limitante na produção de leite (PERISSINOTO et al., 2005). Portanto, o cuidado com o bem-estar das vacas torna-se fundamental para o sucesso na pecuária leiteira, uma vez que reduzir o estresse térmico, provocado pelas grandes diferenças de temperatura que ocorrem durante o ano, principalmente em animais mantidos a pasto, melhora a produção e reprodução dos animais.

Uma das formas utilizadas para reduzir os efeitos das altas temperaturas, em todo o setor de produção agropecuário, são os sistemas de resfriamento adiabáticos evaporativos (SRAEs) que utilizam a aplicação direta ou indireta de água nos animais para perda de calor por evaporação, sendo muito empregados em instalações avícolas e em alguns momentos nas instalações de ordenha, mais comumente no curral de espera. Respostas positivas como menores valores para variáveis fisiológicas (temperatura retal, frequência respiratória e temperatura de pelame) e maiores produções de leite por vaca, em razão do melhor acondicionamento térmico ambiental possibilitado pela climatização no curral de espera foram atestadas em diversos estudos (SILVA et al., 2002; BARBOSA et al., 2004; ARCARO JUNIOR et al., 2003; ARCARO JUNIOR et al., 2005). Porém, a restrição no uso desses dispositivos, seja pelo tempo (minutos ou horas) de permanência dos animais sobre eles ou local, limita a expressão do comportamento natural dos animais, não permitindo que os mesmos expressem sua individualidade pela expressão de sua preferência.

O uso de forma voluntária de sombra artificial e ducha tem sido objeto de estudo de trabalhos recentes (ALMEIDA et al., 2011; SANGALI et al., 2014), que ressaltam a eficácia desses recursos para a garantia e o respeito a individualidade do animal e para o estabelecimento do conforto térmico dos animais. Entretanto, é necessário avaliar as consequências da limitação desses recursos nas variáveis comportamentais, fisiológicas e produtivas de vacas leiteiras. A hipótese é que quando há algum grau de restrição de acesso à sombra e/ou ducha o animal exibirá comportamento distinto quanto ao uso desses dispositivos, bem como das atividades de pastejo, ruminação e ócio, influenciando, negativamente, nas variáveis fisiológicas e produtivas. Dessa forma, o presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar os efeitos da limitação no acesso à sombra artificial e ducha sobre o comportamento, em termos de frequência e duração dos padrões comportamentais apresentados por cada animal em relação ao uso

de sombra e ducha bem como nas atividades de pastejo, ruminação e ócio; variáveis fisiológicas e produtivas dos animais.

### **Material e Métodos**

O experimento foi realizado no Setor de Bovinocultura de Leite da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) pertencente à Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá - Paraná, localizada a 550 metros de altitude, 23° 25' Sul e longitude 51° 57' Oeste. A classificação do clima é quente e temperado, com precipitação anual média de 1276 mm, apresentando amplitude térmica acima de 7°C e média anual de 17,7°C.

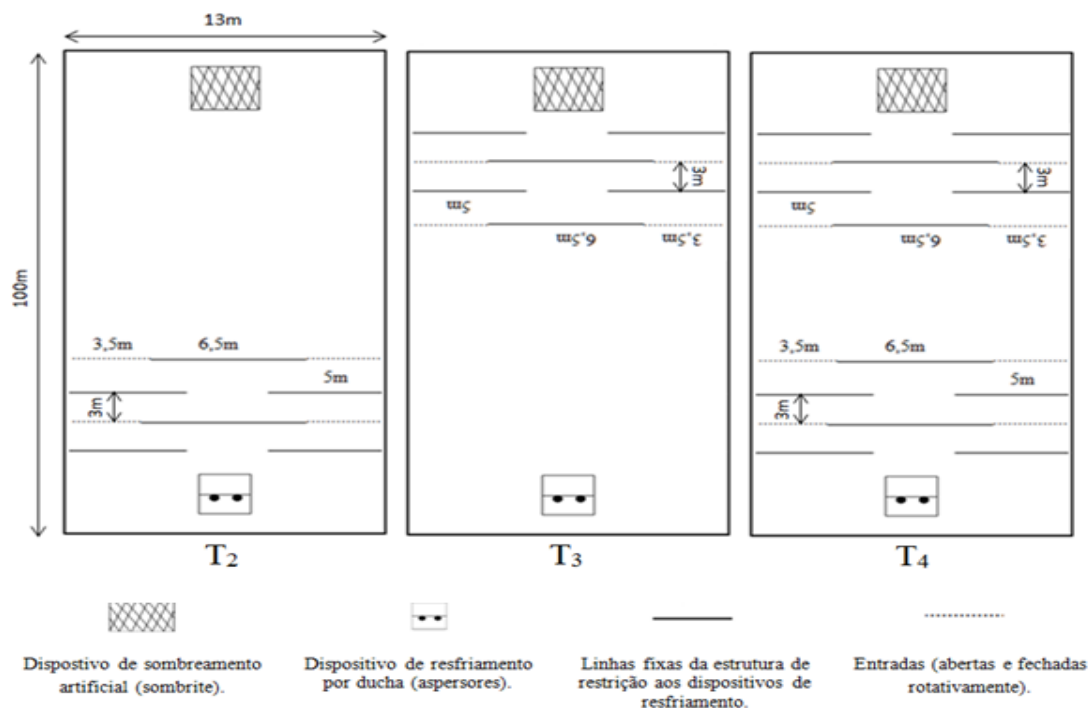
Foram utilizadas oito vacas leiteiras da raça Holandês, sendo quatro animais em lactação, com peso médio de 560,75 kg e com produção média de 19,85 litros de leite por dia com período de 6 meses  $\pm$  20 dias de lactação e quatro não lactantes, com peso médio de 392,25 kg. Os animais foram previamente identificados por meio de fitas de cetim coloridas presas a seus colares de identificação para facilitar a observação à distância e coleta dos dados. Optou-se por utilizar animais que apresentassem coloração do pelame semelhante em razão do seu efeito na troca térmica por radiação (SILVA, 1999; POKAY et al., 2001).

A alimentação, tanto das vacas em lactação como das vacas não lactantes, foi a usualmente fornecida na FEI, sendo dependentes da condição produtiva do animal (lactante e não lactante), de maneira que não houvesse mudança de alimentação que pudesse influenciar nos indicativos de estresse dos animais. As vacas lactantes receberam alimentação complementar em forma de silagem de milho, capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) e farelo de soja, milho e arroz, após as ordenhas, enquanto as vacas não lactantes receberam silagem com farelo de soja durante a ordenha da manhã das vacas em lactação.

Os animais foram distribuídos em 4 tratamentos, delimitados por piquetes com áreas de aproximadamente 1300 m<sup>2</sup> com pastagem de *Cynodon plectostachyus*, cuja disponibilidade de forragem na área experimental foi de aproximadamente 1,4 t/ha de matéria seca, considerando 27,5% de MS. Os diferentes tratamentos foram: T<sub>1</sub> - piquete com acesso livre à sombra e ducha; T<sub>2</sub> - piquete com acesso livre à sombra e restrição de acesso à ducha; T<sub>3</sub> - piquete com acesso livre à ducha e restrição de acesso à sombra;

e T<sub>4</sub> - piquete com restrição de acesso à sombra e ducha. A restrição aos dispositivos de sombra e ducha se estabeleceu por meio de um labirinto construído com o auxílio de cercas elétricas dispostas de maneira intercalada (Figura 1), com o intuito de induzir o animal a se deslocar por esse percurso se o acesso ao dispositivo fosse importante para ele. O labirinto apresentava entradas que eram abertas e fechadas alternadamente, a fim de mudar o percurso diariamente, mantendo a proposta de desafio aos animais. Para a distribuição dos animais aos tratamentos, foram sorteados 4 duplas de animais contendo uma vaca lactante e uma vaca não lactante em cada par.

O período experimental teve duração de 40 dias durante os meses de dezembro de 2017 a março de 2018. Foram 4 períodos com duração de 10 dias cada (7 dias de adaptação + 3 dias de coleta), para que cada animal passasse por todos os tratamentos. Na última semana que antecedeu o início do experimento, realizou-se uma etapa de treinamento com o objetivo de guiar as vacas até a ducha e incentivá-las a fazer o uso do dispositivo. Para isso, utilizou-se um cocho com ração somente nos dias de treinamento, sendo este colocado distante da ducha após o término do mesmo, a fim de evitar que o animal associasse o consumo do alimento como recompensa pelo uso da ducha, mas sim, pelos benefícios térmicos que o uso da água visava oferecer.



**FIGURA 1** – Esquema ilustrativo da estrutura de restrição de acesso aos dispositivos de resfriamento (labirinto), apresentada nos respectivos tratamentos: T<sub>2</sub>: piquete com acesso livre à sombra e restrição de acesso à ducha; T<sub>3</sub>: piquete com acesso livre à ducha e restrição de acesso à sombra; e T<sub>4</sub>: piquete com restrição de acesso à sombra e ducha.



## Tratamentos

O estudo contou com quatro piquetes contendo dispositivos de sombreamento artificial (Figura 2) e duchas (aspersores com acionamento por sensor de presença) (Figura 3), como métodos de resfriamento para os animais, estando dispostos em lados opostos de cada piquete.

Para a construção dos dispositivos de sombreamento artificial, foram utilizados palanques de eucalipto como base e estruturas de ferro fundido para fixação das telas de fibra sintética (sombrite) com capacidade de bloqueio de radiação solar de 80%, garantindo a altura de 3,5 metros e área de 16 m<sup>2</sup> (4x4 metros), conforme recomendado por Pires e Campos (2004).

Os aspersores, modelo Vulcão sem haste da AGROJET, foram instalados em estruturas de 4 m<sup>2</sup> (2x2 metros), com armação em ferro fundido e base em cimento (o piso apresentava ranhuras para facilitar o escoamento da água e evitar que os animais escorregassem) a altura de aproximadamente 2 metros do solo. Para o acionamento dos aspersores, que apresentavam vazão de cerca de 500 litros/hora, utilizou-se sensores de presença semiexternos da INTELBRAS (modelo IVP 3000 PET) entre os dispositivos, que detectavam a presença dos animais abaixo das duchas e ativavam uma válvula elétrica PGV de 1 polegada da HUNTER que, quando aberto o registro, acionava o conjunto pressurizador automaticamente por intermédio de um sensor pressostato (uma bomba d'água elétrica periférica bombeava água de um poço artesianos, armazenava em caixa d'água de 5 mil litros e transportava até os aspersores). Uma vez que o animal se distanciava do raio de ação do sensor de presença, o caminho inverso ocorria, desligando-se as duchas. O acesso aos aspersores ocorria de forma livre pelos quatro lados da estrutura.

No Tratamento 1, os animais tinham acesso livre aos dispositivos de sombreamento artificial e aspersores. No Tratamento 2, os animais tinham acesso livre à sombra mas era necessário percorrer o percurso em forma de labirinto para acessar os aspersores. No Tratamento 3, os animais tinham que percorrer o percurso de restrição para ter acesso à sombra e podiam transitar livremente pelos aspersores. E por fim, no Tratamento 4, era necessário que os animais percorressem labirintos que restringiam tanto o acesso à sombra como aos aspersores, para fazerem uso dos dispositivos. O percurso em forma de labirinto foi construído com cercas elétricas móveis dispostas de

forma intercalada, utilizando para isso, hastes isoladoras de PVC e fio eletro plástico 3 mm. O percurso apresentava entradas feitas com fio eletro plástico com garras de engate rápido em suas extremidades, que eram abertas e fechadas alternadamente.



**FIGURA 2** – Dispositivos de sombreamento artificial (sombrites).



**FIGURA 3** – Dispositivos de resfriamento por aspersores.

### Variáveis Meteorológicas

Como variáveis meteorológicas, foram mensuradas em intervalos regulares de 30 minutos durante o período de 12 horas, a temperatura de bulbo seco (TBS, °C), a temperatura do globo negro (Tgn, °C), umidade relativa do ar (UR, %) e velocidade do vento (VV, m/s). A TBS e a UR foram medidas por meio de um termo-higrômetro digital (IncoTerm, modelo 7663) que foi protegido contra a radiação, porém sem impedir a circulação do ar ao redor do mesmo. A leitura da temperatura foi efetuada assim que o

termômetro se estabilizou no local da avaliação. Para mensurar a  $T_{gn}$ , foram utilizados dois globos negros de Vernon (esfera de cobre, oca, pintada de preto fosco e com 15cm de diâmetro) colocados à mesma altura do solo que o centro do tronco do animal, a cerca de 1,70 metros do solo, sendo um posicionado ao sol e o outro à sombra (dispositivo de sombreamento artificial). Determinou-se a VV com um termoanemômetro digital (Incoterm, modelo TAN 100).

A partir da temperatura do globo negro, calculou-se a temperatura radiante média (TRM, K), conforme descrito por Silva e Maia (2013):

$$T_{RM} = \left[ \frac{h_G(T_G - T_A) + \varepsilon_G \sigma T_G^4}{\varepsilon_G \sigma} \right]^{\frac{1}{4}}, \text{ K.}$$

Em que:  $G = 0,95$  é a emissividade do globo negro;  $T_G$  (K) é a temperatura do globo negro;  $T_A$  (K) é a temperatura do ar;  $\sigma = 5,67051 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$  é a constante de Steffan-Boltzmann e  $h_G$  ( $\text{W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ ) é o coeficiente de convecção do globo negro.

Calculou-se, também, a Carga Térmica Radiante (CTR,  $\text{W m}^{-2}$ ), que é uma importante medida para a comparação entre os ambientes de sol e sombra avaliados. A CTR é calculada por:

$$CTR = TRM^4, \text{ W m}^{-2}$$

### Variáveis Comportamentais

Durante os dias de coleta dos dados, que ocorreram entre as 08h30 e 20h30 durante o horário de verão e 07h30 às 19h30 após o término deste, foram analisadas as variáveis comportamentais relacionadas com a alimentação (ingestão de água e alimentos), ruminção e postura corporal (em pé ou deitada) por meio do método de escaneamento (coleta instantânea - método “scan-sampling”, SETZ, 1991) em intervalos regulares de 10 minutos, por dois observadores que se revezavam e faziam as anotações em planilhas específicas e procura por sombra ou aspersores por meio da amostragem comportamental, anotando o horário de entrada e saída nos dispositivos de resfriamento, resultando na duração desses comportamentos.

Para os animais em lactação, realizou-se a ordenha pontualmente nos horários habituais, desconsiderando o comportamento nos momentos de espera, ordenha e alimentação pós ordenha.

### Variáveis Fisiológicas

Como indicadores fisiológicos, mensurou-se a frequência respiratória (FR) a cada 30 minutos durante o período de 12 horas, com exceção do momento da ordenha, por meio da contagem do número de movimentos respiratórios no flanco das vacas durante o período de um minuto, contando para isso, com o auxílio de um contador manual. A temperatura retal foi mensurada com o auxílio do termômetro de mercúrio, no momento da alimentação pós ordenha no período da tarde (entre 15h30 e 17h00 horas, horário de verão e 14h30 e 16 horas, no término deste) nas vacas em lactação e nas vacas não lactantes que eram presas em um tronco de contenção durante a ordenha. A temperatura retal foi mensurada cinco vezes ao longo do experimento, sendo a primeira medida obtida no período pré-experimental e as quatro subsequentes no final de cada período de coleta.

### Variáveis Produtivas

Para a análise das variáveis produtivas foi mensurada a produção de leite diária individual (PL) durante 10 dias que antecederam o experimento e durante os 40 dias do período experimental mediante leitura do balão medidor, descontando-se a espuma na leitura e feita a análise da composição de leite (CL): teor de gordura (G), proteína (PROT), lactose (LAC), extrato seco desengordurado (ESD), densidade (DEN) condutividade (Z), água adicionada (AAL), tempo de análise (T) e contagem de células somáticas (CCS) em amostras individuais compostas por 75% de leite da produção da manhã e 25% da produção da tarde.

Todas as amostras foram identificadas e armazenadas sob refrigeração para conservação das características de composição e analisadas após a ordenha da tarde do mesmo dia que coletadas, estando para isso em temperatura de 22°C que é a temperatura recomendada pelo fabricante dos equipamentos utilizados, para as análises de composição. Para a análise de composição do leite foram utilizados os equipamentos EKOMILK e Somatic Cells Analyzer EKOMILK Scan.

### Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi o duplo quadrado Latino 4 x 4, quatro tratamentos e quatro períodos, sendo um quadrado latino referente às vacas em lactação e um quadrado latino referente às vacas não lactantes.

Os dados foram analisados estatisticamente com o auxílio do programa “Statistical Analysis System” (SAS, versão 9.2) de acordo com Littell et al. (1991). Esse programa foi utilizado para a organização dos arquivos, exame de distribuição dos dados com relação à normalidade, estatísticas de tendência central, de dispersão, de associação e análise de variância, sendo baseada no método de quadrados mínimos (Harvey, 1960). As médias ajustadas foram comparadas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

O efeito dos tratamentos sobre o comportamento dos animais relacionado à alimentação (ingestão de água e alimentos), ruminação e postura corporal (em pé ou deitada), foi avaliado mediante análise de variância por meio do seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijklm} = \mu + QL_i + D_{j(i)} + CH_{k(i)} + T_l + e_{ijkl}$$

Em que  $Y_{ijklm}$  é a m-ésima observação das variáveis comportamentais estudadas;  $QL$  é o efeito fixo do i-ésimo quadrado latino ( $i=1, \dots, 4$ );  $D$  é o efeito aleatório do j-ésimo dia de coleta dentro do i-ésimo quadrado latino ( $j=1, \dots, 3$ );  $CH$  é o efeito da k-ésima classe de hora de coleta ( $k=1, \dots, 6$ );  $T$  é o efeito do l-ésimo tratamento ( $l=1, \dots, 4$ );  $e_{ijk}$  é o erro aleatório e  $\mu$  é a média paramétrica.

Ainda para a avaliação dos dados comportamentais, realizou-se uma análise de frequência, utilizando-se o procedimento PROC FREQ do Statistical Analysis System (SAS, versão 9.2).

Já o tempo de duração do uso de sombra ou ducha foi avaliado por meio do modelo:

$$Y_{ijklm} = \mu + QL_i + D_{j(i)} + A_k + T_l + e_{ijkl}$$

Em que:  $Y_{ijklm}$  é a m-ésima observação das variáveis comportamentais relacionadas ao uso de sombra e ducha;  $QL$  é o efeito fixo do i-ésimo quadrado latino ( $i=1, \dots, 4$ );  $D$  é o efeito aleatório do j-ésimo dia de coleta dentro do i-ésimo quadrado latino ( $j=1, \dots, 3$ );  $A$  é o efeito da k-ésima vaca;  $T$  é o efeito do l-ésimo tratamento ( $l=1, \dots, 4$ );  $e_{ijk}$  é o erro aleatório e  $\mu$  é a média paramétrica.

As variáveis fisiológicas foram avaliadas mediante análise de variância por intermédio do seguinte modelo:

$$Y_{ijklmn} = \mu + QL_i + D_{j(i)} + H_{k(j)} + T_l + A_{m(l)} + e_{ijklm}$$

Em que:  $Y_{ijklmn}$  é a m-ésima observação das variáveis comportamentais relacionadas ao uso de sombra e ducha; QL é o efeito fixo do i-ésimo quadrado latino ( $i=1, \dots, 4$ ); D é o efeito aleatório do j-ésimo dia de coleta dentro do i-ésimo quadrado latino ( $j=1, \dots, 3$ ); H é o efeito do k-ésimo horário dentro do j-ésimo dia de coleta; T é o efeito do l-ésimo tratamento ( $l=1, \dots, 4$ ); A é o efeito da m-ésima vaca dentro do l-ésimo tratamento;  $e_{ijklm}$  é o erro aleatório e  $\mu$  é a média paramétrica.

Para a avaliação da produção de leite mediante análise de variância levou-se em consideração os efeitos do período, dia, animal e turno por meio do seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + Tu_i + Tj + e_{ij}$$

Em que:  $Y_{ijk}$  é a m-ésima observação da produção de leite; Tu é o efeito do i-ésimo turno de coleta ( $i=1, 2$ ); T é o efeito do j-ésimo tratamento ( $j=1, \dots, 4$ )  $e_{ijkl}$  é o erro aleatório e  $\mu$  é a média paramétrica.

Nas demais variáveis produtivas (teor de gordura (G), proteína (PROT), lactose (LAC), extrato seco desengordurado (ESD), densidade (DEN) condutividade (Z), água adicionada (AAL), tempo de análise (T) e contagem de células somáticas (CCS)) considerou-se os efeitos de período e animal, mediante análise de variância, utilizando para isso, o seguinte modelo:

$$Y_{ijklm} = \mu + P_i + e_{ijkl}$$

Em que:  $Y_{ijklm}$  é a m-ésima observação das variáveis produtivas; P é o efeito do i-ésimo período ( $i=1, \dots, 5$ ); A é o efeito da k-ésima vaca dentro do i-ésimo período;  $e_{ijkl}$  é o erro aleatório e  $\mu$  é a média paramétrica.

E por fim, para os dados meteorológicos, realizou-se a análise de variância por meio do modelo estatístico:

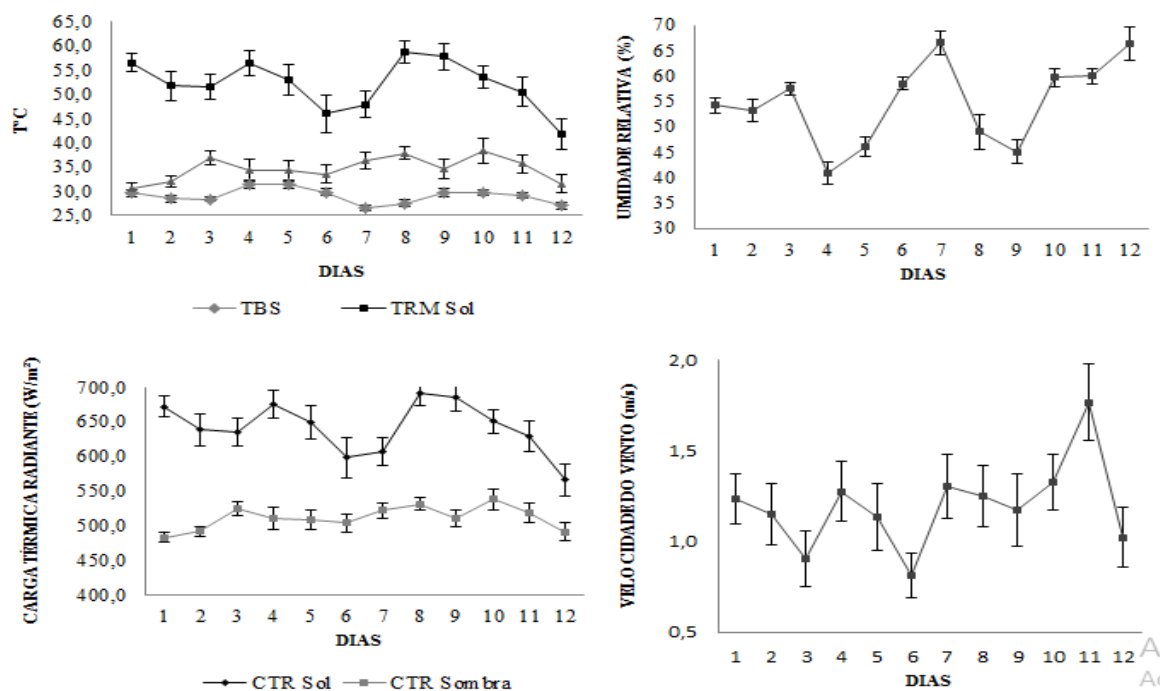
$$Y_{ijk} = \mu + QL_i + D_{j(i)} + e_{ij}$$

Em que:  $Y_{ijk}$  é a k-ésima observação das variáveis meteorológicas estudadas (temperatura do ar, umidade relativa, temperatura radiante média); QL é o efeito fixo do i-ésimo quadrado latino ( $i=1, \dots, 4$ ); D é o efeito aleatório do j-ésimo dia de coleta dentro do i-ésimo quadrado latino ( $j=1, \dots, 3$ );  $e_{ij}$  é o erro aleatório e  $\mu$  é a média paramétrica.

## Resultados e Discussão

As médias da temperatura de bulbo seco obtidas durante o período experimental foram superiores a 26°C (Figura 4) que é considerado o limite crítico para a ocorrência de estresse calórico em vacas da raça Holandês (Berman et al., 1985). Para Silva e Maia (2013) a zona de conforto térmico para vacas holandesas está entre 5°C e 21°C. Temperaturas superiores a essas fazem com que os animais procurem maneiras de dissipar o calor excedente, reduzindo o consumo de alimentos e permanecendo em ócio e, elevando, conseqüentemente, a frequência respiratória e a temperatura corporal (AZÊVEDO e ALVES, 2009), como é apresentado nesse trabalho, demonstrando a condição de estresse térmico ao qual os animais poderiam estar submetidos.

Ao longo da coleta de dados, obteve-se valores médios de umidade relativa que não superaram os 66%, enquanto a velocidade do vento ficou entre 0,9 e 1,7 m/s (Figura 4). Ambientes com umidade relativa que não supere os 70% e que apresentem vento com velocidade entre 1,9 a 2,5 m/s, facilitam a perda de calor por sudação (TAKAHASHI et al., 2009). As médias de velocidade do vento observadas no período experimental não são favoráveis, pois não contribuem para a troca de calor por convecção para amenizar a sensação de calor imposta pelas altas temperaturas. Para Carvalho et al. (2009), os sistemas de resfriamento evaporativo apresentam melhor desempenho durante meses mais quentes e menos úmidos, tendo seu uso limitado em regiões com altos valores de temperatura do ar associados às altas umidades relativas.



**FIGURA 4** - Valores médios ( $\pm$ EP) da temperatura do bulbo seco (TBS), da temperatura radiante média ao sol (TRM Sol) e à sombra (TRM Sombra), da carga térmica radiante ao sol (CTR Sol) e à sombra (CTR Sombra), da umidade relativa do ar e da velocidade do vento durante os dias de coleta.

A temperatura radiante média representa as condições de conforto do animal, pois considera todas as fontes de radiação ao seu redor, podendo, desta forma, quantificar os efeitos ambientais que interferem diretamente em seu desempenho produtivo, (SILVA e MAIA, 2013; TAKAHASHI et al., 2009). A partir deste índice, é possível calcular a carga térmica radiante que está proporcionalmente relacionada à temperatura radiante média, ou seja, quanto maior a TRM maior a CTR (Figura 4).

A carga térmica radiante está intimamente ligada às trocas térmicas por radiação entre animal e ambiente. Segundo Silva (2008), em ambientes tropicais os valores de CTR desejáveis deveriam ser os menores possíveis, porém, os valores obtidos neste experimento foram relativamente altos indicando que os animais estão expostos à alta incidência de radiação (Figura 4), principalmente os valores mensurados ao sol, o que consequentemente justifica a procura de sombreamento e uso das duchas pelas vacas.

Em ambientes com calor excessivo, os animais procuram a sombra de árvores, abrigos e até de outros animais, pois, a sombra pode reduzir em até 30% a carga de calor radiante sobre o animal (TAKAHASHI et al., 2009). Menores índices de CTR à sombra (Figura 4) explicam a maior frequência na procura por sombra apresentada nesse trabalho (Tabela 1). O tempo de permanência nos dispositivos de sombra artificial



e duchas não sofreu influência dos tratamentos ( $p>5$ ). O uso das duchas teve efeito significativo do animal ( $p<5$ ) sugerindo que os animais que fizeram uso de tais dispositivos o fizeram expressando livremente suas preferências (Tabela 2).

**TABELA 1** - Tempo de permanência, em proporção de horas do período de observação, dos animais nos dispositivos de sombreamento artificial e duchas nos diferentes tratamentos.

<b>Tratamento<sup>1</sup></b>	<b>Colunas<sup>1</sup></b>	<b>Sombra</b>	<b>Ducha</b>
Tratamento 1	Média	0,593	0,446
	Erro	0,251	0,117
	Máxima	1,867	1,000
	Mínima	0,033	0,033
Tratamento 2	Média	0,469	0,314
	Erro	0,149	0,077
	Máxima	1,850	0,933
	Mínima	0,033	0,017
Tratamento 3	Média	0,630	0,459
	Erro	0,205	0,165
	Máxima	1,983	1,533
	Mínima	0,017	0,033
Tratamento 4	Média	0,252	0,244
	Erro	0,051	0,045
	Máxima	1,033	0,800
	Mínima	0,033	0,017

<sup>1</sup> Tratamento 1: piquete com acesso livre à sombra e ducha; Tratamento 2: piquete com acesso livre à sombra e restrição de acesso à ducha; Tratamento 3: piquete com acesso livre à ducha e restrição de acesso à sombra; e Tratamento 4: piquete com restrição de acesso à sombra e ducha.

**TABELA 2** - Médias do tempo de permanência dos animais no dispositivo de duchas durante o período experimental.

<b>Animal<sup>1</sup></b>	<b>Uso da Ducha</b>	<b>Erro</b>
1	0,574 <sup>a</sup>	0,1414
2	0,485 <sup>a</sup>	0,1021
3	0,287 <sup>ab</sup>	0,1107
4	0,265 <sup>ab</sup>	0,1070
5*	0,0	
6	0,066 <sup>b</sup>	0,1424
7*	0,0	
8	0,108 <sup>b</sup>	0,1582

<sup>1</sup> Vacas em lactação (1, 2, 3 e 4); vacas não lactantes (5, 6, 7 e 8).

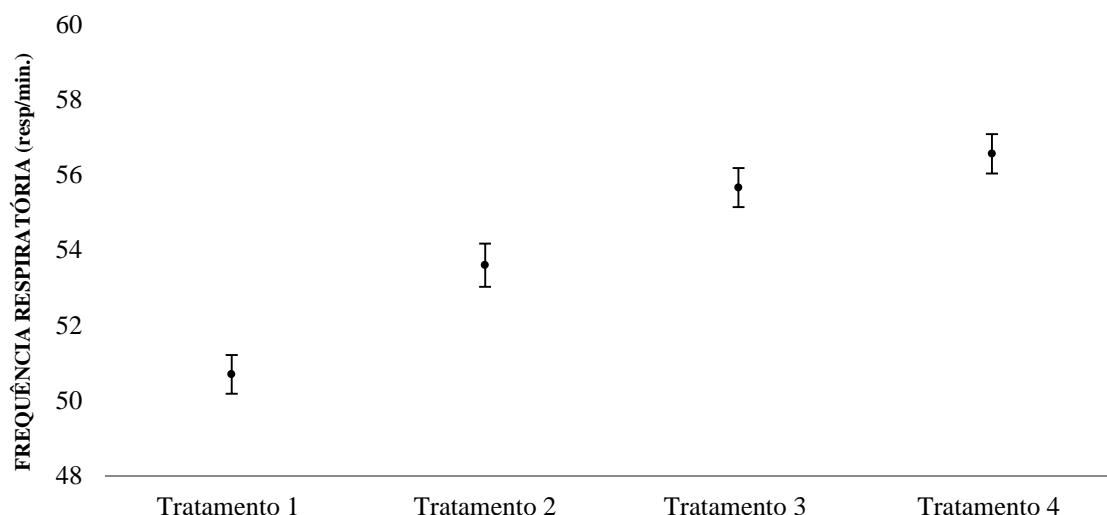
\* Os animais 5 e 7 não fizeram uso voluntário da ducha durante o período experimental.

\*\* Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p>0,05$ ).

Dentre os processos fisiológicos de termorregulação dos bovinos, em ambientes quentes, os mecanismos de transferência de calor latentes se tornam as principais vias de perda de calor, caracterizados pela evaporação na superfície cutânea e respiratória, sendo esta determinada pelo aumento da frequência respiratória (SILVA e MAIA, 2013). A temperatura ambiente seguida pela umidade relativa, radiação solar e velocidade do vento, representam as principais influências meteorológicas sobre as variáveis fisiológicas: frequência respiratória, temperatura superficial e temperatura retal (LEE et al., 1974).

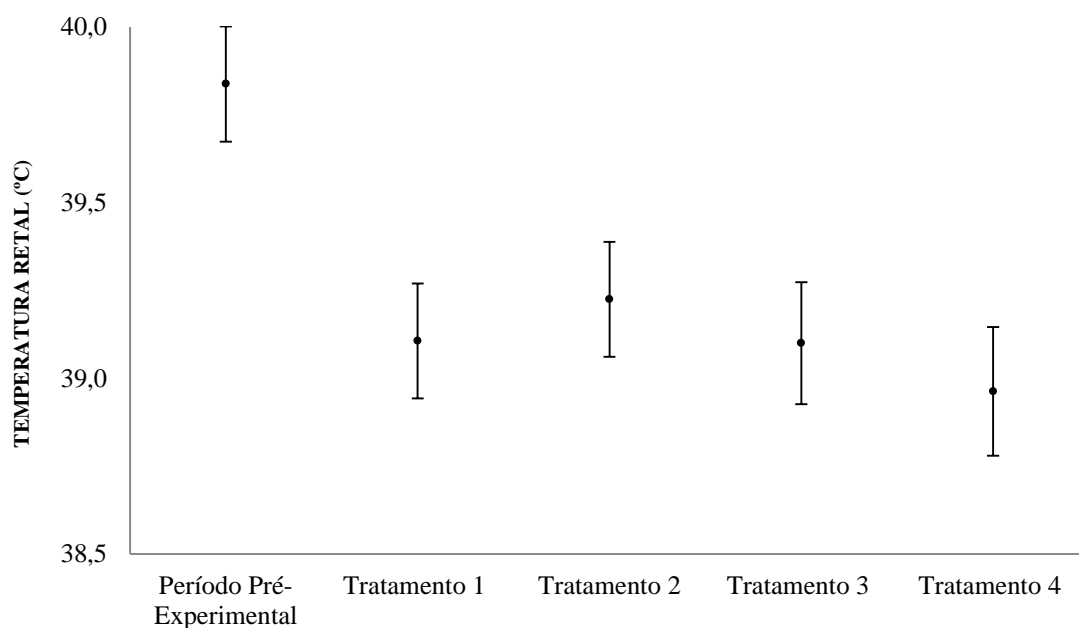
O aumento da temperatura corporal e da frequência respiratória que, em ambiente de conforto térmico, é de 40 resp/min, são os principais sintomas do estresse calórico em vacas leiteiras (TAKAHASHI et al., 2009), já que a medida da Temperatura Retal (TR) representa um balanço entre o ganho e a perda de calor do corpo, enquanto o aumento da Frequência Respiratória (FR), quando considerado por curto período, é caracterizado como mecanismo de perda de calor, indicando desconforto térmico no animal (PERISSINOTTO e MOURA, 2007). A exposição a temperaturas críticas entre 25 e 27°C, intermitentemente, resulta em estoque excedente de calor aumentando a temperatura corporal acima dos limites de 38 a 39°C, que são consideradas normais para os bovinos (DU PREEZ, 2000). Já os valores de FR podem ser aumentados, pois os animais utilizam esse aumento de FR como mecanismo natural para o resfriamento corporal.

O gráfico da Frequência Respiratória (Figura 5) sugere que o acesso livre aos dispositivos de sombra artificial e ducha (Tratamento 1) tendeu a reduzir a FR Média das vacas em comparação com os demais tratamentos, contrastando, principalmente, com o piquete com restrição de acesso à sombra e ducha (Tratamento 4) ( $p < 0,05$ ). A medida que se limita o acesso ao uso dos dispositivos de resfriamento, seja por sombreamento artificial ou ducha, há reflexo na FR. Esse reflexo nos permite compreender a importância dos dispositivos de sombreamento artificial, cuja limitação resultou em aumento na FR semelhante ao apresentado no Tratamento 4, quando há limitação no acesso de ambos os dispositivos ( $p > 0,05$ ).



**FIGURA 5** - Valores médios ( $\pm$ EP) da frequência respiratória apresentada pelos animais nos diferentes tratamentos (Tratamento 1: piquete com acesso livre à sombra e ducha; Tratamento 2: piquete com acesso livre à sombra e restrição de acesso à ducha; Tratamento 3: piquete com acesso livre à ducha e restrição de acesso à sombra; e Tratamento 4: piquete com restrição de acesso à sombra e ducha).

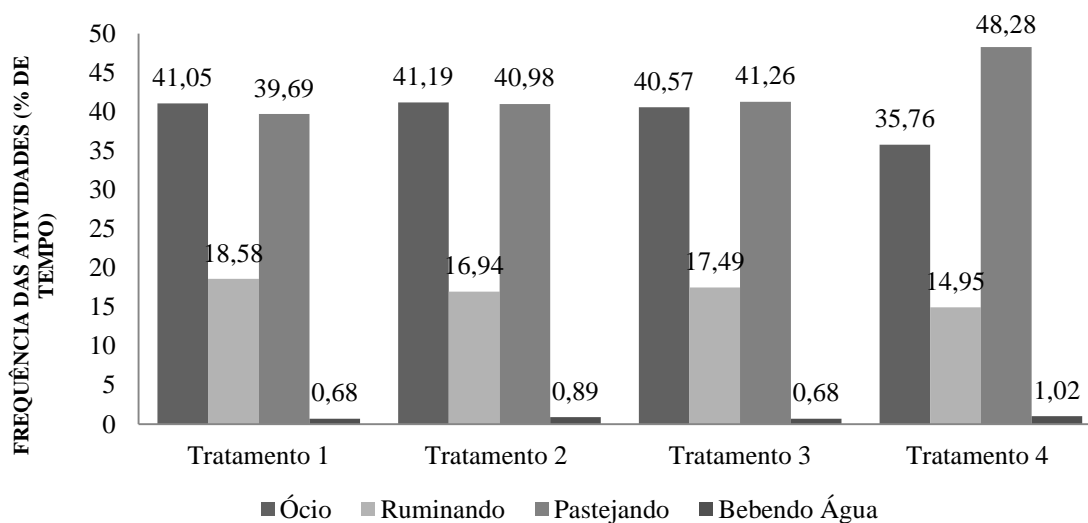
A Temperatura Retal variou de 38,96 a 39,83°C (Figura 6), superando, discretamente, os limites considerados adequados à promoção da condição de bem-estar dos bovinos (38 a 39°C). O efeito significativo dos tratamentos nas medidas de TR ( $p < 0,05$ ) se deu com relação ao período pré-experimental dos demais tratamentos, e não entre os tratamentos, evidenciando o melhor acondicionamento térmico ambiental promovido pelos dispositivos de sombreamento artificial e duchas.



**FIGURA 6** - Valores médios ( $\pm$ EP) da temperatura retal apresentada pelos animais nos diferentes tratamentos (Período Pré-Experimental: 6 dias antes do início do

experimento; Tratamento 1: piquete com acesso livre à sombra e ducha; Tratamento 2: piquete com acesso livre à sombra e restrição de acesso à ducha; Tratamento 3: piquete com acesso livre à ducha e restrição de acesso à sombra; e Tratamento 4: piquete com restrição de acesso à sombra e ducha).

Como modificações comportamentais do animal em resposta as altas temperaturas, tem-se a redução no tempo gasto com o pastejo com consequente aumento no tempo de ócio em todos os tratamentos (Figura 7), exceto no Tratamento 4 que restringiu o acesso à sombra e ducha ( $p < 0,05$ ; Tabela 3). Os animais submetidos ao estresse térmico evitam comer e passam a procurar a sombra, permanecendo em ócio na tentativa de diminuir a produção de calor proveniente da fermentação ruminal, porque, quanto mais calor ele produz, maior será o esforço para dissipar o calor excedente para o ambiente. Os animais permaneceram a maior parte do tempo em pé (Figura 8), e também pode ser indicativo de desconforto, tendo a postura sofrido efeito significativo dos tratamentos ( $p < 0,05$ ; Tabela 4) sugerindo que o acesso livre a sombra pode ter contribuído para que os animais passassem menos tempo na posição em pé.

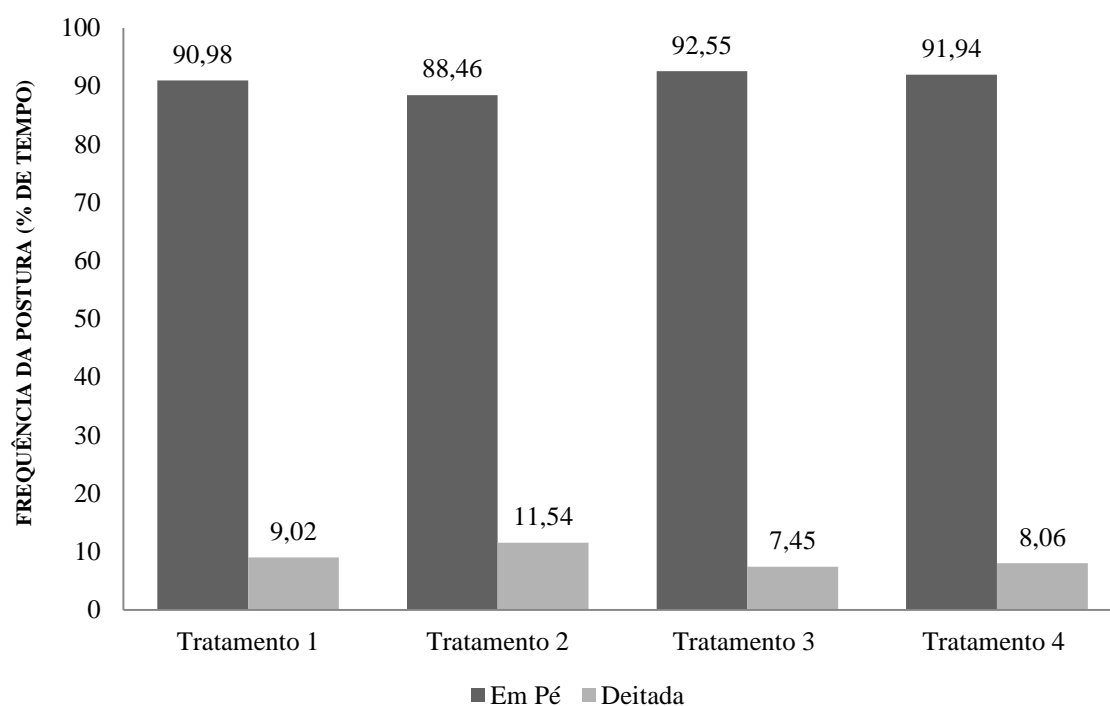


**FIGURA 7** - Frequência das atividades exercidas pelos animais durante os diferentes tratamentos (Tratamento 1: piquete com acesso livre à sombra e ducha; Tratamento 2: piquete com acesso livre à sombra e restrição de acesso à ducha; Tratamento 3: piquete com acesso livre à ducha e restrição de acesso à sombra; e Tratamento 4: piquete com restrição de acesso à sombra e ducha).

**TABELA 3** - Tempo despendido com atividades (ócio; ruminando; pastejando; e bebendo água), em proporção de horas do período de observação, pelos animais nos diferentes tratamentos.

Tratamentos <sup>1</sup>	Média	Erro
Tratamento 1	1,995b	0,0228
Tratamento 2	2,011b	0,0228
Tratamento 3	2,016b	0,0228
Tratamento 4	2,137a	0,0246

<sup>1</sup> Tratamento 1: piquete com acesso livre à sombra e ducha; Tratamento 2: piquete com acesso livre à sombra e restrição de acesso à ducha; Tratamento 3: piquete com acesso livre à ducha e restrição de acesso à sombra; e Tratamento 4: piquete com restrição de acesso à sombra e ducha.



**FIGURA 8** – Frequência da postura dos animais durante os diferentes tratamentos (Tratamento 1: piquete com acesso livre à sombra e ducha; Tratamento 2: piquete com acesso livre à sombra e restrição de acesso à ducha; Tratamento 3: piquete com acesso livre à ducha e restrição de acesso à sombra; e Tratamento 4: piquete com restrição de acesso à sombra e ducha).

**TABELA 4** - Tempo despendido com postura (em pé e deitada), em proporção de horas do período de observação, pelos animais nos diferentes tratamentos.

<b>Tratamentos<sup>1</sup></b>	<b>Média</b>	<b>Erro</b>
Tratamento 1	1,090ab	0,0073
Tratamento 2	1,115 <sup>a</sup>	0,0073
Tratamento 3	1,074b	0,0073
Tratamento 4	1,084b	0,0079

<sup>1</sup> Tratamento 1: piquete com acesso livre à sombra e ducha; Tratamento 2: piquete com acesso livre à sombra e restrição de acesso à ducha; Tratamento 3: piquete com acesso livre à ducha e restrição de acesso à sombra; e Tratamento 4: piquete com restrição de acesso à sombra e ducha.

Quanto as variáveis produtivas, só houve influência significativa dos tratamentos na produção ( $p < 0,05$ ) e não nos teores de gordura, proteína e lactose do leite (Tabelas 5 e 6), sugerindo que a maior média obtida no tratamento que restringiu o acesso aos dispositivos de sombra e ducha (Tratamento 4), possa ser resultado da maior ingestão de alimentos e líquidos que ocorreu nesse piquete de tratamento (Figura 7). As médias de produção de leite, teores de gordura, proteína e lactose variaram de 6,68 a 9,06 kg.dia<sup>-1</sup>; 2,85 a 4,7%; 2,92 a 3,28%; e 3,37 a 3,88%, respectivamente.

**TABELA 5** - Médias de produção de leite (kg.dia<sup>-1</sup>) das vacas em resposta aos diferentes tratamentos.

<b>Tratamento</b>	<b>Médias</b>	<b>Erro</b>
T1	7,77ab	0,339
T2	6,68b	0,339
T3	6,68b	0,339
T4	9,06a	0,391

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p > 0,05$ ).

\*\* Tratamento 1: piquete com acesso livre à sombra e ducha; Tratamento 2: piquete com acesso livre à sombra e restrição de acesso à ducha; Tratamento 3: piquete com acesso livre à ducha e restrição de acesso à sombra; e Tratamento 4: piquete com restrição de acesso à sombra e ducha

**TABELA 6** - Médias dos teores (%) de Gordura, Proteína e Lactose do leite das vacas durante o período de coletas.

Período <sup>1</sup>	Colunas <sup>1</sup>	Gordura (%)	Proteína (%)	Lactose (%)
Pré- Experimental	Média	2,85	2,92	3,37
	Erro	0,55	0,15	0,22
P1	Média	4,41	3,09	3,59
	Erro	0,46	0,13	0,18
P2	Média	4,23	3,15	3,70
	Erro	0,55	0,15	0,22
P3	Média	4,70	3,27	3,86
	Erro	0,46	0,13	0,18
P4	Média	4,64	3,28	3,88
	Erro	0,55	0,15	0,22

<sup>1</sup>Períodos de Coletas - Período Pré-Experimental: 14 a 23/12/17; P1: 24/12/17 a 02/02/18; P2: 03 a 12/02/18; P3: 14 a 23/02/18 e P4: 27/02 a 08/03/18.

A disposição de sombra artificial e ducha, ambos com acesso livre, permitem aos animais fazerem uso de forma associada desses recursos. Durante o experimento, o tempo de permanência no dispositivo de sombreamento artificial, não sofreu influência da presença de duchas nem da categoria fisiológica das vacas, já que tanto os animais em lactação, como os não lactantes fizeram uso desse dispositivo, indicando que a limitação desse recurso, não resultou em maior uso e permanência do dispositivo livre (ducha) pelo animal. Já o maior tempo de permanência no dispositivo de duchas se deu pelos animais em lactação (1, 2, 3 e 4 – Tabela 2) e esse fato pode ser explicado pela susceptibilidade das vacas à alta temperatura e umidade aumentar com o nível produtivo dos animais, em razão da maior ingestão de alimentos e produção de calor metabólico.

Apesar dos tratamentos, que envolviam acesso livre ou restrição de acesso aos dispositivos de resfriamento por sombreamento artificial e duchas, não terem apresentado efeito significativo no tempo de permanência dos animais nos dispositivos, observou-se que as menores médias de tempo de uso do sombreamento artificial e ducha (Tabela 1) se deu no tratamento que restringia o acesso a ambos dispositivos (Tratamento 4), sugerindo que pelo efeito do animal ter sido significativo, as vacas podem, por expressão livre da sua preferência, ter optado por exercer outras atividades, como maior ingestão de pastagem e água, ao invés de despende tempo executando o desafio de caminhar pelo percurso que restringia o acesso aos dispositivos de resfriamento.

Como a restrição de acesso à sombra e/ou ducha não fez com que os animais exibissem comportamento distinto quanto ao uso desses dispositivos, não houve maior permanência em dado dispositivo em razão da dificuldade de acesso, nem variação das

atividades executadas, com exceção do Tratamento 4 em que os animais despenderam maior tempo pastejando e ingerindo água do que nos demais.

Considerando que o dispositivo de duchas estava distante da área de sombreamento artificial em cerca de 90 metros, para que uma vaca se deslocasse até os dispositivos de resfriamento havia um fator motivador a ser considerável, sobretudo vacas em lactação, mostrando ser este importante elemento para garantir o pleno bem-estar aos animais em sistemas a pasto em áreas tropicais.

### **Conclusões**

A restrição aos dispositivos de resfriamento, sombreamento artificial e duchas, via dificuldade de acesso, não influenciou de forma significativa no tempo de permanência nesses recursos. A permanência nos dispositivos se deu por preferência do animal, tendo as vacas em lactação usado as duchas com maior frequência.

À medida que se limita o acesso ao uso dos dispositivos de resfriamento, seja por sombreamento artificial ou ducha, há aumento na FR.

Quanto a TR, houve efeito significativo dos tratamentos com relação ao período pré-experimental dos demais tratamentos, e não entre os tratamentos, evidenciando o melhor acondicionamento térmico ambiental promovido pelo sombreamento artificial e duchas.

A limitação ao acesso de ambos os dispositivos resultou em maior tempo de pastejo. Os tratamentos com acesso livre à sombra permitiram que os animais passassem mais tempo na posição deitada.

Houve efeito dos tratamentos na produção, mas não na composição do leite.



### Referências

- ALMEIDA, G. L., 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-Agriambi*, v. 15, n. 7, 2011.
- ARCARO JUNIOR, I.; ARCARO, J. R. P.; POZZI, C. R.; FAGUNDES, H.; MATARAZZO, S. V.; OLIVEIRA, C. A. Teores plasmáticos de hormônios, produção e composição do leite em sala de espera climatizada. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.7, p.350-354, 2003.
- ARCARO JUNIOR, 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*, v.35, p.639-643, 2005.
- AZEVÊDO, D. M. M. R.; ALVES, A. A. *Bioclimatologia aplicada à produção de bovinos leiteiros nos trópicos*. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2009.
- BARBOSA, O. R.; BOZA, P. R.; DOS SANTOS, G. T.; SAKAGUSHI, E. S.; RIBAS, N. P. Efeitos da sombra e da aspersão de água na produção de leite de vacas da raça Holandesa durante o verão. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 26, n. 1, p. 115-122, 2004.
- BERMAN, A.; FOLMAN, Y.; KAIM, M.; MAMEN, M.; HERZ, Z.; WOLFENSON, D.; ARIELI, A.; GRABER, Y. Upper critical temperatures and forced ventilation effects for high-yield dairy cows in a subtropical climate. *Journal of Dairy Science*, v.68, n.6, p.1489-2432, 1985.
- 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, p.358 - 366, 2009.
- DU PREEZ, J. H. Parameters for the determination and evaluation of heat stress in dairy cattle in South Africa. *Journal Veterinary Research*, v.67, p.263-271, 2000.
- HARVEY, W. R. *Least squares analysis of data with unequal subclasse numbers*. Beltsville: ARV- USDA, n. 20, p. 8, 1960.
- KOEHLER, J. C. *Caracterização da bovinocultura de leite no Estado do Paraná*. Curitiba: Seab, 2000.
- LITTELL, R. C.; FREUND, R. J.; SPECTOR, P. C. *SAS System for Linear Models*. 3rd Edition, SAS Inst., Cary, 1991.
- LEE, J. A.; ROUSSEL, J. D.; BEATTY, J. F. Effect of temperature season on bovine adrenal cortical function, blood cell profile, and milk production. *Journal of Dairy Science*, Cambridge, v. 59, n. 1, p. 104-108, 1974.

- NITSCHKE, P. R.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. S.; PINTO, L. F. D. Atlas Climático do Estado do Paraná. Londrina: IAPAR, 2019.
- PERISSINOTTO M.; MOURA D. J.; Silva I. J. O.; MATARAZZO, S. V. Influência do ambiente na ingestão de água por vacas leiteiras. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 9, p. 289-294, 2005.
- PERISSINOTO, 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*, p. 143-149, 2007.
- PIRES, M. F. A.; TEODORO, R. L.; CAMPOS, A. T. Efeito do estresse térmico sobre a produção de bovinos. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES. RUMINANTES E NÃO RUMINANTES, 2., 2000, Teresina. Anais... Teresina: Sociedade Nordestina de Produção Animal, p.87- 105, 2000.
- PIRES, M. F. A.; CAMPOS, A. T. Modificações ambientais para reduzir o estresse calórico em gado de leite. *EMBRAPA*, Juiz de Fora, p. 1-6, 2004. (Comunicado técnico, 42).
- POCAY, P. L. B.; POCAY, V. G.; STARLING, J.M.C.; SILVA, R. G. Respostas fisiológicas de vacas Holandesas predominantemente brancas e predominantemente negras sob radiação solar direta. *Ars Veterinaria*, v. 17, n. 2, p. 155-161, 2001.
- SANGALI, C. P.; KLOSOWKI, É. S.; TSUTSUMI, C. Y.; DA COSTA OLIVEIRA, A., FREITAG, D. C.; DE OLIVEIRA, T. M. M.; BRUNO, L. D. G. Efeito do uso de sistema de resfriamento adiabático evaporativo sobre a produção de leite no estado do Paraná. *Scientia Agraria Paranaensis*, v. 14, n. 2, p. 112-118, 2014.
- SANTOS TELLES, T.; UEDA TANAKA, J. M.; PELLINI, T. Agricultura familiar: pecuária leiteira como locus das políticas públicas paranaenses. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 29, n. 3, 2008.
- SETZ, E. Z. F. Métodos de quantificação de comportamento de primatas em estudos de campo. *A Primatologia no Brasil*, [S.l.], v. 3, p. 411-35, 1991.
- SILVA, R. G. Estimativa do balanço térmico por radiação em vacas Holandesas expostas ao sol e à sombra em ambiente tropical. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 28, n. 6, p. 1403-1411, 1999.
- SILVA, I. J.O. da; PANDORFI, H.; ACARARO JR, I.; 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. *Biofísica Ambiental. Os animais e seu ambiente*. Jaboticabal: Funep, 393 p., 2008.

SILVA, R. G.; MAIA, A. S. C. Principles of Animal Biometeorology. Biometeorology 2. Holanda: Springer, 264 p., 2013.

TAKAHASHI, L. S.; BILLER, J. D.; TAKAHASHI, K. M. Bioclimatologia Zootécnica. Unesp, Jaboticabal, 2009.