

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA – UFU
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA – FAMEV

DÉBORA MARIA BARBOSA PRADO

**TEMPERATURA CORPORAL E COMPORTAMENTO DE VACAS LEITEIRAS EM
PASTEJO**

UBERLÂNDIA

2018

DÉBORA MARIA BARBOSA PRADO

**TEMPERATURA CORPORAL E COMPORTAMENTO DE VACAS LEITEIRAS EM
PASTEJO**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Faculdade de Medicina
Veterinária da Universidade Federal de
Uberlândia, como requisito parcial à
obtenção do grau de Médico Veterinário.

Orientador: Prof. Dr. Alex de Matos
Teixeira

UBERLÂNDIA

2018

DÉBORA MARIA BARBOSA PRADO

**TEMPERATURA CORPORAL E COMPORTAMENTO DE VACAS LEITEIRAS EM
PASTEJO**

Trabalho de conclusão de curso
aprovado como requisito parcial à
obtenção do grau de Médico Veterinário
no curso de Medicina Veterinária da
Universidade Federal de Uberlândia.

12 de julho de 2018

Prof. Dr. Alex de Matos Teixeira
Faculdade de Medicina Veterinária – UFU

Prof. Dr. Frederico Augusto de Alcântara Costa
Faculdade de Medicina Veterinária – UFU

Leoni Ferreira Martins
Médico Veterinário

Liniker de Oliveira Nunes
Médico Veterinário

RESUMO

O Brasil é um país de clima tropical, e um dos maiores desafios vivenciados pelos sistemas de produção é o estresse térmico, que além de provocar alterações fisiológicas e comportamentais nos animais, causa redução da produção de leite. O objetivo do trabalho foi monitorar a temperatura corporal e o comportamento de vacas leiteiras em pastejo em função das condições ambientais. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental do Glória, da Universidade Federal de Uberlândia, no município de Uberlândia-MG. Foram utilizadas 43 vacas mestiças sendo 16 multíparas e 27 primíparas. Foi realizado controle leiteiro, e avaliados parâmetros como frequência respiratória (FR), temperatura corporal (TC), comportamento e temperatura e umidade do ambiente. A TC apresentou correlação positiva com a produção de leite (PL) ($r = 0,02$) e com o índice de temperatura e umidade (ITU) ($r = 0,40$). A FR apresentou correlação positiva com o ITU ($r = 0,68$) e a TC ($r = 0,61$). Animais com TC abaixo de $39,1^{\circ}\text{C}$ apresentaram um aumento de 66% na probabilidade de estarem pastejando quando comparados com animais com TC acima desse valor. Animais em condições de alto ITU (>68) possuem 85% a mais de chance de não estarem pastejando do que animais em condições de baixo ITU (<68). É importante conhecer a relação do animal com o ambiente em que ele está inserido, visto que este exerce grande influência sobre a fisiologia e o desempenho produtivo dos animais.

Palavras-chave: Alterações fisiológicas. Clima tropical. Estresse térmico. Produção de Leite. Termorregulação.

ABSTRACT

Brazil is a country with a tropical climate and one of the main problems faced by dairy farmers is that of heat-stress, which as well as causing physiological and behavioral changes, reduces milk production. The objective of this study was to monitor the body temperature of dairy cows when grazing and the patterns of behavior presented by them as a result of the environmental conditions to which they were subjected and to understand the factors involved. The experiment was conducted on the Glória Experimental Farm, of the *Universidade Federal de Uberlândia*, in Uberlândia-MG. Forty three (43) crossbreed cows were used, of which 16 were multiparous and 27 primiparous. Milk control was accomplished and parameters such as respiratory rate, body temperature and behavior were monitored, as well as environment temperature and humidity. Body temperature presented a positive correlation with milk production ($r=0,02$) and with the humidity and temperature index ($r=0,40$). The respiratory rate presented a positive correlation with temperature humidity index ($r = 0,68$) and body temperature ($r = 0,61$). Animals with body temperature below $39,1^{\circ}\text{C}$ presented an increase of 66% in the probability of being grazing, when compared with animals with body temperature above this value. Animals submitted to conditions of a high humidity temperature index (>68) have an 85% greater chance of not being grazing than those animals in conditions of low humidity temperature index (<68). It is important to know the relationship of the animal with the environment in which it is inserted, since it exerts great influence on the physiology and productive performance of the animals.

Key words: Heat stress. Physiological parameters. Milk production. Thermoregulation. Tropical Climate.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1. Relação entre a temperatura corporal estimada pela equação do estudo com valores de temperatura corporal observados.....	18
FIGURA 2. Relação entre a frequência respiratória estimada pela equação do estudo com valores de frequência respiratória observados.....	19
FIGURA 3. Gráfico da relação entre temperatura corporal e atividade de pastejo.....	21

LISTA DE ABREVIATURAS

ACTH – Hormônio Adrenocorticotrófico

CRH – Hormônio Liberador de Corticotropina

ECC – Escore de Condição Corporal

FR – Frequência Respiratória

FSH – Hormônio Folículo Estimulante

GnRH – Hormônio Liberador de Gonadotrofinas

HHA – Hipotálamo-Hipófise-Adrenal

HHG – Hipotálamo-Hipoófise-Gonadal

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia Estatística

ITU – Índice de Temperatura e Umidade

LH – Hormônio Luteinizante

MOV/MIN – Movimentos por minuto

PL – Produção de Leite

TBS – Temperatura de Bulbo Seco

TC – Temperatura Corporal

TR – Temperatura Retal

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	1
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. OBJETIVOS GERAIS.....	1
2.1. Objetivos Específicos.....	2
CAPÍTULO II.....	2
3. REVISÃO DE LITERATURA	2
3.1. Produção animal e o ambiente	2
3.2. Termorregulação	3
3.3. Conforto térmico	5
3.3.1. Índice de Temperatura e Umidade	5
3.4. Aspectos Fisiológicos	7
3.4.1. Temperatura Corporal	7
3.4.2. Frequência Respiratória	8
3.5. Impacto do estresse térmico sobre o consumo alimentar	9
3.6. Impacto do estresse térmico na produção de leite	10
3.7. Impacto do estresse térmico na composição do leite	11
3.8. Impacto do estresse término no comportamento dos animais.....	12
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
4.1 Local, período experimental e animais	13
4.2 Regime alimentar e manejo	13
4.3 Coleta de amostras	14
4.4 Delineamento e análises estatísticas	14
CAPÍTULO III	15
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
5.1 Temperatura corporal.....	15
5.2 Frequência respiratória	17
5.3 Comportamento dos animais em pastejo	19
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil tem como característica própria a heterogeneidade dos sistemas de produção (JÚNIOR; JUNG, 2016), que são compostos por estabelecimentos pouco especializados bem como por propriedades com elevado nível tecnológico (GODINHO; CARVALHO, 2017).

O desenvolvimento da cadeia produtiva de leite no Brasil está vinculado à intensificação dos sistemas produtivos, que envolve melhorias nos manejos nutricional, reprodutivo e sanitário, além da seleção genética de raças especializadas, a fim de aumentar a eficiência produtiva do rebanho.

Dessa forma, o rebanho passa a ser composto por animais cada vez mais especializados em produzir leite e submetido a uma maior demanda produtiva, e consequentemente se torna mais susceptível aos desafios do sistema de produção que está inserido (GRUMMER et al., 2004).

O Brasil é um país de clima tropical, caracterizado por altas temperaturas médias durante o ano, na maior parte do seu território (MARTELLO et al., 2004). A produção animal nos trópicos é limitada principalmente pelo estresse calórico que impossibilita a expressão da máxima capacidade produtiva de vacas selecionadas para maior produção de leite por serem, majoritariamente, oriundas de países de clima temperado (DE SOUZA, 2015).

Assim, a adequação de raças leiteiras de origem europeia aos sistemas brasileiros torna-se um desafio devido às alterações fisiológicas e comportamentais induzidas pelo estresse térmico que culminam em redução da produção de leite de vacas manejadas em ambientes inadequados (PERISSINOTTO, 2003).

Diante disso, o conhecimento da relação ambiente-animal torna-se fundamental para a determinação de práticas de manejo que possibilitem uma maior sustentabilidade produtiva e melhor bem estar animal (DE SOUZA, 2015; MARTELLO, 2016).

2. OBJETIVOS GERAIS

O objetivo do trabalho foi monitorar a temperatura corporal e o comportamento de vacas

leiteiras em pastejo em função das condições ambientais.

2.1. Objetivos Específicos

Entender os fatores que possam exercer influência sobre o comportamento, a produção de leite, a temperatura corporal e a frequência respiratória de vacas mantidas em regime de pastejo na época das águas.

CAPÍTULO II

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Produção animal e o ambiente

O clima tropical predomina em extensas áreas do território brasileiro, sendo caracterizado por verão quente e úmido, inverno frio e seco, altas temperaturas médias durante o ano e intensa radiação solar, o que causa estresse térmico nos animais de produção (PASSINI et al., 2014; SILVA et al., 2001).

Um dos maiores problemas na produtividade do rebanho em algumas regiões brasileiras é a baixa adaptação de raças bovinas especializadas para a produção de leite às condições de clima e de manejo predominantes nas regiões tropicais, visto que estas são originárias de regiões temperadas (LEME, 2005).

Tratando-se de animais de produção, a adaptação não significa apenas sobrevivência, mas também produção e reprodução concordantes com sua utilização nos sistemas produtivos (FAÇANHA et al., 2013).

A adaptabilidade de um animal relaciona-se com sua capacidade de manter sua temperatura corporal dentro do padrão fisiológico, e para esse fim são utilizados alguns mecanismos homeotérmicos (FAÇANHA et al., 2013).

Dentre as variáveis climáticas do ambiente, a temperatura ambiental, a umidade relativa do ar e a radiação solar direta são as que mais causam desconforto nos animais, impactando negativamente no desempenho dos mesmos (SOUZA et al., 2010).

Perissonotto (2003) definiu o animal como uma “máquina” biológica, por considerar que ele pode expressar todo seu potencial produtivo desde que trabalhe em condições ambientais

ótimas.

Os bovinos são animais homeotérmicos, pois são capazes de manter a temperatura corporal independente das variações da temperatura ambiente, através de mecanismos fisiológicos, metabólicos e comportamentais (PERISSINOTTO, 2003).

Assim, em condições de estresse térmico, o animal não expressa seu potencial de produção, visto que a manutenção da homeotermia é prioridade e predomina sobre as funções produtivas como produção de leite e reprodução (MARTELLO et al., 2004).

3.2. Termorregulação

Os ruminantes são animais homeotérmicos por possuírem funções fisiológicas que mantêm a temperatura corporal constante, independente da temperatura ambiente, desde que em limites consideráveis (MONTALDO et al., 2010).

Assim, através de um equilíbrio entre o calor produzido ou adquirido pelo organismo com o calor que é dissipado para o ambiente, os bovinos, conseguem controlar a temperatura corporal.

O controle da temperatura endógena do organismo é exercido pelo centro termorregulador hipotalâmico, de maneira que o hipotálamo anterior é responsável pela termorregulação em altas temperaturas, e o posterior em temperaturas frias (MONTALDO et al., 2010).

No organismo o calor pode ser produzido através de mecanismos como transformação de energia química dos alimentos em trabalho, calor metabólico, atividade muscular, prenhez e lactação (AZEVEDO; ALVES, 2009; MULLER, 1982). Além disso, o organismo também pode absorver calor do ambiente que está inserido.

Já a dissipação de calor acontece por meio de mecanismos como aumento das taxas respiratória e cardíaca, sudorese, vasodilatação periférica, aumento do consumo de água e redução da ingestão de alimentos (RODRIGUES, 2006).

O calor do corpo pode ser transferido por meio de quatro formas físicas: condução, convecção, radiação e evaporação (AZEVEDO; ALVES, 2009; DA SILVA, 2000; GLASER, 2003; MONTALDO et al., 2010).

- **Condução:** Transferência de calor por contato direto entre duas superfícies que apresentam temperaturas diferentes. É por meio dessa forma física que ocorre passagem do calor do centro à periferia do organismo pelo contato das partículas com os tecidos.
- **Convecção:** Transferência de calor que acontece através da movimentação do ar, que conduz moléculas de corpos mais quentes para corpos mais frios. Além da movimentação do ar ser importante, a extensão da superfície corporal também é. Nota-se convecção na troca de calor da circulação do sangue quente na periferia corporal pela passagem de ar frio através da pelagem.
- **Radiação:** Transferência de calor ocorre através da emissão de ondas eletromagnéticas. O fluxo de calor não depende da temperatura ambiente, mas da temperatura da pele e da natureza de sua superfície. Por isso, animais da pele clara, irradiam mais calor do que animais da pele escura.
- **Evaporação:** A perda de calor através da evaporação acontece pela eliminação de calor latente pelos processos de evaporação cutânea e respiratória. No processo de evaporação, o calor latente refere-se à quantidade de calor cedida pela água enquanto seu estado físico se modifica de líquido para vapor. Em ambientes com alta umidade, a perda de calor por evaporação pode ser prejudicada, e isso intensifica o estresse térmico sentido pelos animais.

De acordo com Azevedo e Alves (2009), para que esses mecanismos sejam eficientes, deve existir um gradiente térmico entre o corpo do animal e seu ambiente, assim, o excesso de calor corporal é transferido rapidamente do corpo aquecido do animal para o ambiente mais frio.

Na zona de conforto térmico, 75% ou mais da dissipação do calor ocorre por meio da condução, convecção, e radiação. Quando a temperatura ambiental se eleva, o organismo inicia mecanismos evaporativos para manter o balanço térmico, e então a umidade relativa do ar passa a ter importância fundamental para a eficiência dos mesmos. Tais mecanismos como, por exemplo, sudorese e respiração, passam a ser responsáveis por 80% da perda de calor corporal (AZEVEDO; ALVES, 2009; SHEARER; BEED, 1990;).

Dessa forma, em condições de altas temperaturas e elevada umidade relativa do ar, a perda de calor do animal é prejudicada e o ambiente se torna ainda estressante e desafiador.

3.3. Conforto térmico

O conforto térmico no animal define-se como o intervalo de temperatura em que não há o mínimo esforço dos sistemas termorreguladores para manter homeotermia (MONTALDO et al., 2010).

Essa faixa de temperatura é denominada zona de conforto térmico, e é um aspecto bastante importante, pois uma vez que os animais estão em conforto térmico, os nutrientes ingeridos por eles são utilizados quase na totalidade para o desenvolvimento das funções produtivas (DA NÓBREGA, 2011).

A zona de conforto térmico é delimitada pelas temperaturas crítica superior e crítica inferior, e estas não são fáceis de serem fixadas, pois fatores como nível de velocidade do vento, radiação solar e umidade relativa podem alterar os valores dessa faixa (MONTALDO et al., 2010).

Quando o animal é exposto a um ambiente térmico desfavorável, ou seja, quando a temperatura não se enquadra na zona de conforto térmico, ele passa por uma situação de estresse calórico (MONTALDO et al., 2010), e então seu desempenho é comprometido.

A temperatura ótima para a produção de leite dependerá da raça e do grau de tolerância ao calor e ao frio (PERISSINOTTO, 2003). Segundo Youlsef (1985), a zona termoneutra para bovinos leiteiros situa-se entre 5°C e 25°C, podendo depender da idade, da raça, do consumo alimentar, da aclimatização e do nível de produção. Naas (1989) restringiu à faixa de 7°C e 21°C para vacas em lactação em função da umidade relativa e radiação solar. Baêta e Souza (1997) designaram como zona de conforto para bovinos adultos da raça europeia faixa entre -1°C a 16°C.

Dessa forma, em um país de clima tropical como Brasil, as vacas estarão na maior parte do ano submetidas a temperaturas maiores do que as desejadas (PERISSINOTTO, 2003).

3.3.1. Índice de Temperatura e Umidade

Para caracterizar ou quantificar as zonas de conforto térmico adequadas às diferentes espécies

de animais, índices de conforto térmico foram desenvolvidos (PERISSINOTTO; DE MOURA, 2007). Entre eles tem-se o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) que considera em seu cálculo a temperatura e a umidade relativa do ar, que são duas variáveis fáceis de serem obtidas nas estações meteorológicas e nas propriedades rurais (MARTELLO, 2006).

O animal dentro de uma faixa de ITU adequada poderá produzir de acordo com o seu potencial genético. Muitos estudos correlacionaram limiares desse índice com o estresse térmico dos animais e conseqüente queda na produtividade (DRAGO FILHO, 2017).

Jhonson (1980) considerou que situações de estresse eram vivenciadas por vacas da raça Holandês com ITU a partir de 72, enquanto Igono et al. (1992) consideraram ITU acima de 76. Mader et al. (2006) sugerem valores de ITU acima de 70, e Bohmanova et al. (2007) sugerem ITU igual a 68 para vacas de alta produção.

Azevedo et al. (2005) estimaram valores críticos superiores para ITU iguais a 79, 77 e 76, para graus genéticos 1/2, 3/4, e 7/8 Holandês-Zebu respectivamente. Matarazzo (2004) avaliou vacas da raça Holandês na região sudeste do Brasil e constatou que mesmo sob ambiente com ITU acima de 75 as variáveis frequência respiratória e temperatura retal não apontaram estresse térmico.

Martello et al. (2004), trabalhando com vacas da raça Holandês, verificou que os resultados de temperatura retal e frequência respiratória indicaram que médias diárias de ITU até 76,0 não causaram alteração na condição normal da termorregulação dos animais.

Existem muitos relatos sobre os limites de ITU, porém é importante considerar que esses limites variam em função da região e dos animais utilizados em cada propriedade, sendo necessário fazer adaptações do índice de conforto térmico para que ele possa ser usado de forma coerente em cada região (PERISSINOTTO; DE MOURA, 2007)

Embora o ITU seja o índice mais usado pelos pesquisadores, ele possui limitações uma vez que considera somente a temperatura e a umidade relativa do ar, mesmo que outras variáveis sejam importantes para o estabelecimento do conforto animal, como por exemplo a radiação solar (MARTELLO, 2006).

3.4. Aspectos Fisiológicos

O ambiente térmico exerce grande influência na fisiologia dos animais. De acordo com Rodrigues (2013), em bovinos os limites ideais de temperatura corporal para a sobrevivência e produtividade devem ser mantidos entre 38°C e 39°C. Esses animais apresentam frequência cardíaca de 60 a 80 pulsações por minuto e de 10 a 30 movimentos por minuto (mov/min) de frequência respiratória (ARCARO JÚNIOR, 2000).

Fatores climáticos como temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar, e velocidade do ar, são reunidos em uma única variável, a temperatura efetiva (BAÊTA; SOUZA, 1997). Quando a temperatura efetiva está acima da zona de conforto térmico dos mesmos, ocorre um excedente de calor produzido em relação ao dissipado, causando aumento da frequência respiratória, temperatura corporal e sudorese (MONTALDO et al., 2010). Além disso, também são observadas redução no consumo de alimentos e na produção de leite (AZEVEDO et al., 2005).

Entretanto, os ruminantes utilizam os mecanismos termorregulatórios justamente para aliviar o acúmulo de calor, e dependendo do nível de estresse, os mecanismos podem ser bastante eficientes, evitando prejuízo à produção (MARTELLO, 2006). Entre os parâmetros fisiológicos mais utilizados como medidas de conforto animal e adaptabilidade ao ambiente estão a temperatura retal e a frequência respiratória, (HEMSWORTH et al., 1995).

3.4.1. Temperatura Corporal

A temperatura corporal resulta do equilíbrio entre o ganho e a perda de calor do corpo, ou seja, equilíbrio entre a quantidade de calor produzido e absorvido pelo organismo e a quantidade de calor liberado para o ambiente (PERISSINOTTO, 2003).

A temperatura corporal dos animais domésticos, compreendida como temperatura retal, apresenta ritmo circadiano e é frequentemente usada como índice de adaptabilidade fisiológica nos ambientes quentes, pois seu aumento mostra que os mecanismos de liberação de calor tornaram-se insuficientes (MOTA, 1997; ROSSAROLLA, 2007).

A temperatura retal sofre interações com as horas do dia, de maneira que maiores valores são observados durante o período da tarde. Também pode variar de acordo com a categoria animal, sendo que novilhas apresentam temperatura retal maior em comparação às vacas, na

maior parte do dia (MARTELLO, 2002).

A eficiência da perda de calor sensível pelo animal diminui à medida que a temperatura ambiente aumenta, em razão do menor gradiente de temperatura entre a pele do animal e a do ambiente (SOUZA et al., 2010).

Souza et al. (2010) relataram um aumento de 1,06% na temperatura retal de novilhas leiteiras quando estas foram expostas à radiação solar. NONAKA et al. (2008) registraram aumento na temperatura retal de novilhas holandesas de 38,9°C para 40,1°C quando estas foram submetidas às temperaturas de 20°C e 33°C respectivamente. Martello et al. (2004) e Pereira et al. (2007) observaram maior temperatura retal de novilhas leiteiras no período da tarde em relação ao período da manhã.

3.4.2. Frequência Respiratória

O aumento da frequência respiratória é um dos recursos de defesa utilizados pelos bovinos contra o estresse térmico na tentativa de evitar o aumento da temperatura corporal. A perda de calor pelo trato respiratório consiste em um processo de mudança de estado físico, de líquido para vapor, e esse processo só é possível devido ao calor latente de vaporização (PERISSINOTTO, 2003).

A taquipnéia, caracterizada pelo aumento da frequência respiratória, é o primeiro sinal visível de animais submetidos ao estresse térmico (ROSSAROLLA, 2007). De acordo com Feitosa (2005), a frequência respiratória tem um valor médio em ambientes termoneutros de 23 mov/min, e a cada acréscimo de 10°C à temperatura do ar, tal valor duplica.

Segundo Silanikove (2000), a taxa de respiração quantifica a severidade do estresse pelo calor, em que frequências de 40 a 60, 60 a 80, 80 a 120, e acima de 150 movimentos/minuto representam um estresse baixo, médio/alto, alto e severo para os bovinos respectivamente.

Azevedo et al. (2005) observaram que os valores de frequência respiratória de animais mestiços Holandês-Zebu se elevaram concomitantemente ao aumento do índice de conforto térmico, em animais que apresentavam maior grau de sangue holandês.

Souza et al. (2010) relataram um aumento de 44,6% na frequência respiratória de novilhas leiteiras quando estas foram expostas à radiação solar. No trabalho desenvolvido por

Rossarolla (2007), animais em pastejo que não tiveram acesso a sombra apresentaram maiores valores de frequência respiratória quando comparados aos que tiveram acesso.

3.5. Impacto do estresse térmico sobre o consumo alimentar

A redução da ingestão de alimentos resulta em um decréscimo da produção de calor, e por isso, é uma estratégia usada pelo animal para manter a sua temperatura corporal constante (ARCARO JÚNIOR, 2000).

O calor exerce ação inibidora sobre o centro do apetite, pelo aumento da frequência respiratória e diminuição da atividade do trato gastrointestinal. Dessa forma, tem-se uma redução da taxa de passagem do alimento pelo rúmen e aceleração da inibição do consumo pelo enchimento do rúmen (COLLIER et al., 1981; MCDOWELL et al., 1969;).

Animais submetidos ao estresse calórico reduzem o número de refeições diárias, a duração das refeições, e a taxa de consumo de matéria seca (ALBRIGHT, 1993), além de modificarem o padrão de consumo diário que é caracterizado por dois momentos principais: início da manhã e final da tarde (ROSSAROLLA, 2007).

De acordo com McGuire (1982), a uma temperatura de 30°C o consumo de alimento é 90% daquele observado com 25°C, sendo que a 40°C o consumo é 67% do normal. Além disso, segundo esse mesmo autor, um único caso de temperatura alta pode influenciar o consumo por até 8 dias.

Vilela et al. (2013) relataram que vacas da raça Holandês submetidas a tratamento climatizado, permaneceram mais tempo nos comedouros e tiveram maior persistência de ingestão após o retorno das ordenhas em comparação às vacas que não receberam o tratamento. Essa diferença foi relacionada ao fato do sistema de climatização estar localizado acima do corredor de acesso ao cocho.

Arcaro et al. (2006), em um estudo de climatização em instalação do tipo free-stall, observaram queda de 20% no tempo de alimentação dos animais sem acesso ao sistema adiabático evaporativo.

Da Silva et al. (2010) observaram que vacas leiteiras dos estados nordestinos apresentam redução no consumo alimentar nos meses mais quentes do ano, nos quais foram obtidos

maiores valores de índice de temperatura e umidade (ITU).

Experimentos realizados com vacas da raça Holandês confinadas mostraram que, num período de observação de três anos, o tempo médio destinado à alimentação no inverno foi de 5 horas e 10 minutos, enquanto no verão esse tempo foi de 4 horas e 25 minutos (PERISSINOTTO, 2003).

3.6. Impacto do estresse térmico na produção de leite

Vacas de alta produção de leite geram mais calor que as de baixa produção, e os efeitos do estresse calórico se intensificam conforme aumenta a produção de leite, principalmente quando há altas temperaturas ambientais (KADZERE et al., 2002). Portanto, à medida que aumenta a produção de leite, por seleção genética ou por práticas nutricionais, as vacas se tornam mais suscetíveis ao estresse calórico (VASCONCELOS; DEMETRIO, 2011).

A redução da ingestão de alimentos é uma resposta apresentada por vacas mediante o estresse térmico, e se relaciona diretamente ao nível metabólico e à produção de calor, sendo o principal fator responsável pela redução na produção de leite (PERISSINOTTO, 2003). Vacas leiteiras sob estresse térmico têm o seu desempenho produtivo e reprodutivo reduzidos como consequência do acionamento dos mecanismos termorregulatórios (SILVA, 2000).

Além disso, o estresse calórico inibe a utilização de ácidos graxos não esterificados. Dessa forma, o organismo da vaca em estresse térmico tem menor capacidade de oxidar gordura, e então, dispõe de menos fonte de energia, direcionando também menos glicose para a glândula mamária, intensificando as perdas em produção (BAUMGARD, 2012).

Literaturas revisadas por Melo et al. (2016) relataram que o estresse calórico pode resultar em uma diminuição de 17% da produção de leite de vacas de 15 kg/dia, e de 22% em vacas de 40 kg/dia.

Em estudos realizados por Rhoads et al. (2009), vacas da raça Holandês submetidas a condições inadequadas de temperatura apresentaram 40% de queda na produção de leite. Também foi constatado que aproximadamente 36% da queda de produção leiteira ocorre devido à diminuição da ingestão de alimentos, enquanto o restante pode corresponder a mudanças fisiológicas para dissipar calor, devido às altas temperaturas.

Silva et al. (2010) conduziram estudos em mesorregiões leiteiras nos estados de Alagoas, Bahia e Sergipe. Foi verificado que o declínio na produção de leite foi mais acentuado em cenários que apresentaram maiores valores de ITU e em animais com maiores níveis de produção. Em regiões mais afetadas (ITU entre 79 e 81), nos meses mais quentes do ano, o declínio de produção atingiu 7,0 kg/animal/dia para vacas com nível de produção de 30 kg/animal/dia.

West et al. (2003), em experimento realizado com vacas da raça Holandês e Jersey, verificaram que durante dois dias consecutivos de valores de ITU acima de 72,1, os animais apresentaram uma redução da produção de 0,88 e 0,60 kg de leite respectivamente, por cada unidade de ITU excedida. Campos et al. (2001), observaram reduções na produção de leite entre 6,0 e 6,8 kg/animal/dia em vacas leiteiras na região de Goiânia nos meses mais quentes do ano.

Trabalhos revisados por Kadzere et. al (2002) mostraram que vacas da raça Holandês quando transferidas de uma temperatura de 18 para 30° C, apontaram um redução de 15% na produção de leite acompanhada de uma diminuição de 35% na eficiência de utilização de energia para esse fim.

A glândula mamária recupera sua produção lentamente após estresse calórico, porém essa recuperação depende da intensidade e duração da injúria, podendo recuperar a produção normal ou ter a lactação comprometida (MELLO et al., 2016; TITTO, 1998).

3.7. Impacto do estresse térmico na composição do leite

A composição do leite da vaca pode variar em função de vários fatores como raça, genética, estação do ano, estágio de lactação, sanidade e nutrição (CORASSIN, 2004). Assim como afeta a produção, o estresse térmico também pode interferir na composição do leite.

Considerando gordura, proteína e lactose como os principais componentes do leite, a gordura é o que apresenta maior variabilidade, podendo variar de 2,2 a 4,0% (CORASSIN, 2004; SUTTON, 1989).

Head (1989) afirmou que o estresse térmico causa decréscimos na produção e no teor de constituintes do leite, como a gordura, proteína, ácido cítrico, cálcio e potássio. Rodriguez et

al. (1985) encontraram valores de gordura de 3,85% e 3,31% e de proteína de 3,42% e 2,98%, quando as vacas foram submetidas a temperaturas de 8 °C e 32 °C, respectivamente.

Já Fagan et al. (2010) observaram menores teores de proteína e gordura nas estações de outono e inverno, épocas do ano em que também foram observados maiores valores de produção de leite. Esse fato pode estar atribuído a um efeito de diluição, em função do maior volume de leite produzido.

3.8. Impacto do estresse término no comportamento dos animais

Alterações no comportamento animal podem ser evidenciadas sob condições de estresse térmico, e em alguns casos essas alterações são as únicas indicações de que o estresse está presente (PIRES et al., 1998; ROSSAROLLI, 2007).

Alterações de comportamento, como por exemplo mudanças de postura, de movimentação e de atividade são realizadas pelo animal com a finalidade de reduzir a produção de calor ou promover a sua perda, evitando estoque adicional de calor corporal (LEME et al., 2005).

As principais atividades realizadas pelas vacas são o pastejo (ou alimentação no cocho quando estão confinadas), a ruminação e o ócio. De acordo com Silva et al. (1967), dentro de 24 horas do dia, o tempo é destinado em 40,6, 33,4 e 26,0% para pastejo, ruminação e ócio respectivamente.

O hábito de pastejo dos bovinos pode ser influenciado por condições climáticas e ambientais, e de acordo com Hafez (1973) ele acontece de 4 a 5 períodos em um intervalo de 24 horas, sendo mais contínuo no começo da manhã e no final da tarde.

Tem-se verificado que as vacas passam mais tempo pastejando no inverno do que no verão, e o tempo de pastejo pode compreender de 4 a 14 horas por dia, variando em função da oferta e qualidade de forragem, suplementação do animal, variáveis climáticas, entre outros fatores. (PIRES et al., 1998).

A ruminação geralmente acontece após os períodos de pastejo. É uma atividade que permite a regurgitação, mastigação e passagem do alimento previamente ingerido para o interior do rúmen, e seu tempo pode variar de 4 a 9 horas (FRASER; BROOM, 1997; PERISSINOTO, 2003).

As vacas preferem ruminar deitadas, com o peito junto ao solo, mas em temperaturas elevadas os animais passam a ruminar mais tempo em pé devido ao estresse calórico (DAMASCENO et al., 1999; ROSSAROLLA, 2007), e no inverno a porcentagem de vacas ruminando é maior do que no verão (PIRES;FERRERA, 1999).

O ócio é definido com o período em os animais não estão comendo, nem ruminando e nem ingerindo água (PERISSINOTTO, 2003), e apresenta duração média de 10 horas diárias (ALBRIGHT, 1993). Na tentativa de reduzir a produção de calor metabólico, no verão, os animais substituem as atividades de ingestão de alimentos e ruminação pelo ócio (COSTA, 1985).

É importante ressaltar, que em situações de estresse térmico as vacas aumentam de forma considerável o consumo de água. Esse aumento visa à reposição das perdas sudativas e respiratórias, além de um possível resfriamento corporal, através do contato da água com as mucosas do trato digestivo (TITTO et al., 1998).

Diante das alterações comportamentais apresentadas pelas vacas em lactação, é essencial garantir condições satisfatórias de conforto para manter altos índices produtivos (PIRES et al.,2000).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local, período experimental e animais

O experimento foi conduzido entre os meses de Janeiro a Maio de 2016 na Fazenda Experimental do Glória, da Universidade Federal de Uberlândia, no município de Uberlândia-MG. Foram utilizadas 43 vacas mestiças, sendo 16 multíparas e 27 primíparas divididas em dois lotes distintos.

4.2 Regime alimentar e manejo

O lote de primíparas foi manejado em pastagem de capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com área total de 4,8 hectares subdivida em 24 piquetes de 2.000 m². O período de ocupação foi de meio dia em cada piquete sendo estes definidos por meio de avaliação de altura diária em 10 pontos em cada piquete. O acesso acontecia quando o dossel atingia a meta de 30 cm

de altura. Foi fornecido concentrado individualmente de acordo com a produção de leite média, em dois tratos diários, sendo o primeiro às 10 horas e o segundo às 15 horas.

O lote de multíparas foi manejado em pastagem de capim *Panicum Maximum* cv. Mombaça com área total de 2,4 hectares subdividido em 24 piquetes de 1.000 m². O período de ocupação foi de meio dia em cada piquete sendo estes definidos por meio de avaliação de altura diária em 10 pontos em cada piquete. O acesso acontecia quando o dossel atingia a meta de 90 cm de altura. O concentrado foi fornecido individualmente de acordo com a produção de leite média, em três tratos diários, sendo o primeiro às 09 horas e 30 minutos, o segundo às 12 horas e o terceiro às 15 horas e 30 minutos.

O concentrado era composto por farelo de soja, milho moído, polpa cítrica, caroço de algodão, bicarbonato de sódio e mistura mineral.

4.3 Coleta de amostras

Foi realizado controle leiteiro a cada 7 dias. Foram avaliadas medidas de comportamento (pastejo, ócio e ruminação), a cada 14 dias, durante o período de 24 horas, a cada 10 minutos. Foi monitorada FR durante a avaliação de comportamento, no período entre 09:00 e 15:30, em intervalos de 30 minutos.

Foram monitoradas temperatura e umidade do ambiente durante a avaliação de comportamento em intervalos de 30 minutos por meio da utilização de um termo-higroanemômetro digital Kestrel 3000, para cálculo do Índice de Temperatura e Umidade (ITU), que foi determinado através da fórmula $ITU = T + 0,36 \times DP + 41,2$; onde T é a temperatura expressa em graus Celsius e DP é a temperatura de orvalho, também expressa em graus Celsius (YOUSEF, 1985).

Em dois momentos específicos do período experimental foram introduzidos dispositivos intravaginais para monitoramento da temperatura vaginal dos animais em intervalos de 10 minutos durante 7 dias. Os termômetros foram introduzidos e retirados, respectivamente, nos dias 29/02/2016 e 06/03/2016; e 21/03/2016 e 27/03/2016.

4.4 Delineamento e análises estatísticas

Os dados referentes à TC, ITU, e PL foram submetidos à análise de correlação de Pearson e

posteriormente incluídos em um modelo de regressão linear conforme a equação abaixo:

$$Y = a + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2, \text{ onde } Y = \text{temperatura corporal (}^{\circ}\text{C)}, x_1 = \text{índice de temperatura e umidade e } x_2 = \text{produção de leite (kg/dia)}.$$

Os dados de comportamento, TC e ITU foram divididos em dois grupos distintos com o objetivo de criar variáveis dicotômicas para realização de análise de *Odds Ratio*. O comportamento foi dividido em pastejo e não pastejo (ócio e ruminação), a TC foi dividida em estresse (temperatura > 39,1 °C) e não estresse (temperatura < 39,1 °C), e o ITU foi dividido em estresse (> 68) e não estresse (< 68).

Os dados médios de TC, ITU e FR foram submetidos à análise de correlação de Pearson e posteriormente foram incluídos em um modelo de regressão linear conforme a equação abaixo:

$$Y = a + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2, \text{ onde } Y = \text{frequência respiratória (mov/min)}, x_1 = \text{índice de temperatura e umidade e } x_2 = \text{temperatura corporal (}^{\circ}\text{C)}.$$

Para avaliação dos efeitos de grupos sobre a temperatura corporal foi realizado o teste T para comparação de médias entre grupos ITU 68 (estresse > 68 e não estresse < 68), ordem de parto (primíparas e multíparas), e produção de leite (maior que 20 litros/dia e menor que 20 litros/dia).

Para avaliação dos efeitos de grupos sobre a TC e a FR foi realizado o teste T para comparação de médias entre grupos ITU 68 (estresse > 68 e não estresse < 68), ordem de parto (primíparas e multíparas), e PL (maior que 20 litros/dia e menor que 20 litros/dia).

Em todas as análises estatísticas realizadas considerou-se diferença estatística valores que apresentaram significância menor que 5% ($P < 0,05$).

CAPÍTULO III

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Temperatura corporal

A TC apresentou correlação positiva com a PL ($r = 0,02$) e com o ITU ($r = 0,40$).

Estudos realizados por Kaufman, Saxton, Ríus (2018), apontaram forte relação entre TR e temperatura vaginal com o ITU, de forma que essas variáveis possam ser usadas como bons

indicadores de estresse térmico em vacas de leite. Animais que ficaram sob alto ITU (>68), permaneceram por mais tempo com TC maior do que 39,1°C do que vacas que ficaram sob ITU baixo (DRAGO FILHO, 2017). Corroborando com o presente estudo, Azevedo et al. (2005) relataram correlação positiva entre TC e ITU, com correlação de $r = 0,536$. De maneira semelhante, Martello (2006) também encontrou correlação positiva entre TC e ITU tanto para o inverno ($r = 0,77$) quanto para o verão entre ($r = 0,59$).

Animais expostos a temperaturas ambientais elevadas vivenciam situações de estresse térmico, e um dos sinais apresentados por eles é o aumento da TR, pelo fato de ocorrer uma redução gradativa na eficiência dos processos de perda calor (AZEVEDO et al., 2005; ROSSAROLA, 2017).

Além disso, sabe-se que a produção de calor metabólico se intensifica com a maior capacidade produtiva da vaca (MARTELLO, 2006), e o aumento da TC de vacas que produzem mais pode ser reflexo desse fato. Trabalhos revisados por Martello (2006) apontaram que vacas com PL entre 18,5 e 31,6 kg/animal/dia, geram entre 27,3 e 48,5% mais calor respectivamente quando comparadas com vacas secas.

A partir das variáveis ITU e produção de leite estabeleceu-se um modelo de regressão linear múltipla para estimar a temperatura corporal (Figura 1):

$$TC = 35,55 + 0,04*ITU + 0,0035*PL, \text{ onde } TC = \text{temperatura corporal } (^{\circ}\text{C}), ITU = \text{índice de temperatura e umidade, e } PL = \text{produção de leite (kg/dia)}.$$

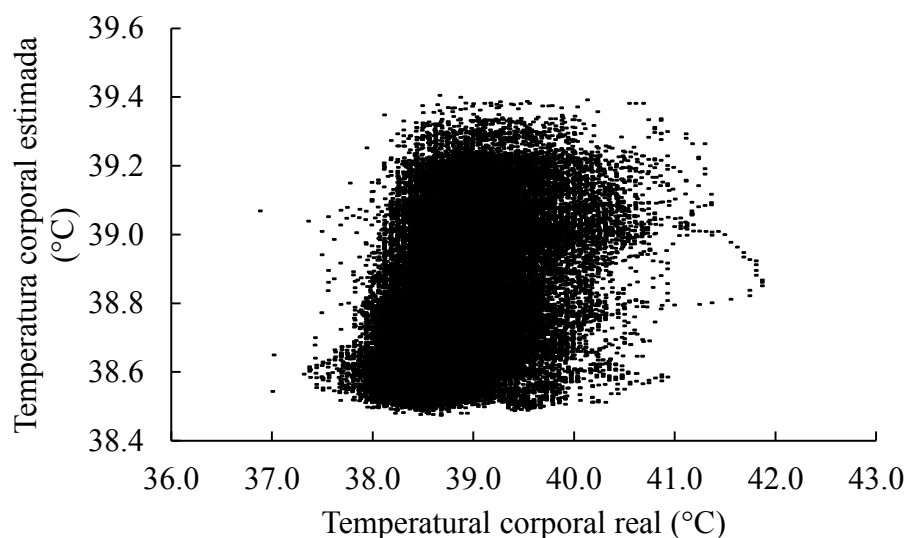


Figura 01. Relação entre a temperatura corporal estimada pela equação do estudo com valores de temperatura corporal observados.

Pelo modelo, a cada aumento de 1 unidade no ITU houve um aumento de 0,04°C na temperatura corporal. Por outro lado, o efeito da produção foi bem inferior, sendo para cada litro de leite produzido houve um incremento de 0,0035°C na temperatura corporal. O modelo de regressão linear gerou um baixo coeficiente de determinação ($r^2 = 0,1675$), indicando que as variáveis incluídas no modelo foram responsáveis por explicar apenas 16,75% da variação da temperatura corporal de vacas leiteiras mantidas regime de pastejo e que 83,25% desta variação é decorrente de fatores que não foram incluídos no modelo.

Quando o ITU apresentou valores maiores que 68 e 72 as vacas elevaram a TC em 0,28 e 0,36°C, respectivamente. Também foi avaliado pelo teste T que vacas com PL entre 20 a 30 kg/leite/dia apresentaram 0,18°C a mais na TC, quando comparadas com vacas com PL entre 10 a 20 kg/leite/dia.

Drago Filho (2017) relatou em seu estudo que múltiparas e primíparas com PL acima da mediana (46,2 kg/dia e 38,2 kg/dia, respectivamente), permaneceram por mais tempo durante o dia com a TC acima de 39,1°C, quando comparados com os animais de produção abaixo da mediana.

No presente estudo, foi evidenciado que as vacas múltiparas apresentaram 0,15°C a menos na TC em relação às primíparas ($P < 0,0001$). Martello et al. (2004), avaliando a influência do conforto das instalações na termorregulação de vacas e novilhas, relataram que, com exceção do horário das 6 h, os valores absolutos de TR das primíparas foram maiores que do que de múltiparas, podendo indicar menor tolerância às condições ambientais do experimento por esses animais. Em contrapartida, Drago Filho (2017 não observou diferença na porcentagem do tempo em que os animais permaneciam em estresse térmico (temperatura corporal $> 39,1^\circ\text{C}$) para múltiparas e primíparas.

5.2 Frequência respiratória

A FR apresentou correlação positiva com o ITU ($r = 0,68$) e a TC ($r = 0,61$). Semelhante ao presente estudo, Azevedo et al. (2005) também encontraram alta correlação entre FR e ITU ($r=0,736$), e alta correlação entre FR e TR ($r=0,658$).

A partir das variáveis ITU e TC estabeleceu-se um modelo de regressão linear múltipla para estimar a FR (Figura 2):

$FR = -549,03 + 3,58*ITU + 8,73*TC$, onde FR = frequência respiratória (mov/min), ITU = índice de temperatura e umidade, e TC = temperatura corporal (°C).

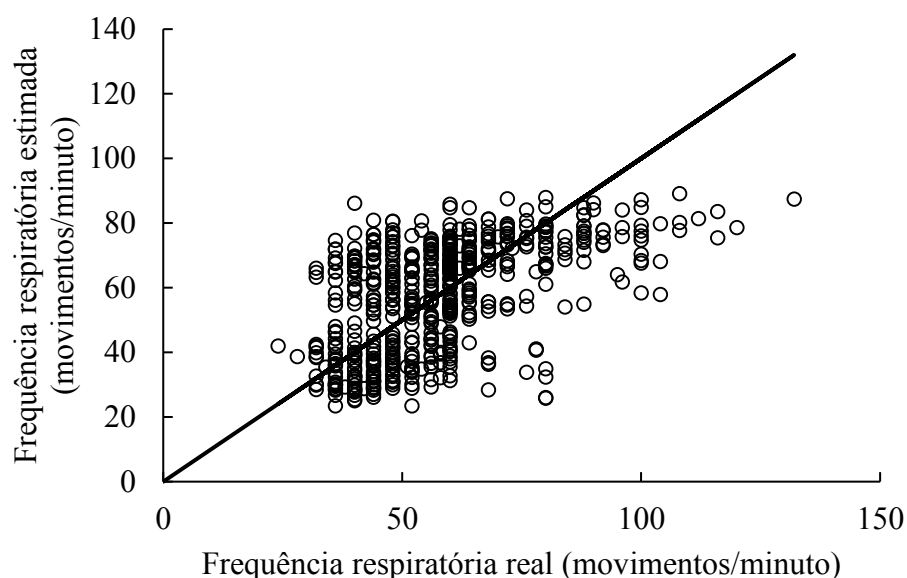


Figura 02. Relação entre a frequência respiratória estimada pela equação do estudo com valores de frequência respiratória observados.

O modelo de regressão linear gerou um bom coeficiente de determinação ($r^2 = 0,5227$), indicando que as variáveis incluídas no modelo são responsáveis por explicar apenas 52,27% da variação da temperatura corporal de vacas leiteiras mantidas em regime de pastejo.

Observou-se que vacas com temperatura maior e inferior a 39,1°C apresentaram FR de 69,16 e 54,03 mov/min respectivamente, ou seja, vacas sob condições de estresse térmico tiveram um aumento de 28% na FR.

Em relação à PL, vacas de maior produção (20-30 kg/leite/dia) apresentaram FR de 61,22 mov/min, enquanto vacas de menor produção (10-20 kg/leite/dia) apresentaram valores de 56,27 mov/min. O maior valor observado para o primeiro grupo pode ser justificado pelo fato de que animais de maior produção produzem maiores quantidades de calor metabólico, e por isso há um aumento mais acentuado na FR, como estratégia de eliminação do calor.

Pela análise do teste T múltiparas apresentaram uma FR superior à de primíparas (66,37 x 52,18 mov/min), o que poderia estar associado à menor TC das múltiparas. Dessa forma, a perda de calor por evaporação pelas múltiparas pode ter sido mais eficiente, em decorrência do maior aumento da FR, colaborando para maior dissipação do calor corporal dessa categoria. Martello et al. (2004) encontraram resultados divergentes aos do presente estudo, com as primíparas apresentando maior FR do que as múltiparas. Porém, apenas as primíparas indicavam condições de estresse térmico, enquanto as múltiparas mostravam ser mais tolerantes, não elevando a FR.

O aumento da FR é uma resposta fisiológica ao aumento da temperatura ambiental, constituindo um mecanismo de defesa para evitar a hipotermia (FERREIRA et al., 2016). Assim como a TC, é um indício de que o animal está em um ambiente termicamente estressante.

Estudos desenvolvidos por Rhoads et al. (2009), mostraram que vacas da raça Holandês hipertérmicas tiveram maior alteração de TR e FR no período da tarde, e essa variação foi de 38,7 para 40,2°C e de 46 para 82 mov/min, respectivamente.

5.3 Comportamento dos animais em pastejo

A PL e o ITU não influenciaram no comportamento animal. Entretanto, animais com TC abaixo de 39,1°C apresentaram um aumento de 66% na probabilidade de estarem pastejando quando comparados com animais com TC acima desse valor. Também foi observado que animais em condições de alto ITU (>68) possuem 85% a mais de chance de não estarem pastejando do que animais em condições de baixo ITU (<68). Na figura abaixo (Figura 5) pode-se observar a variação da TC e da atividade de pastejo ao longo de 24 horas.

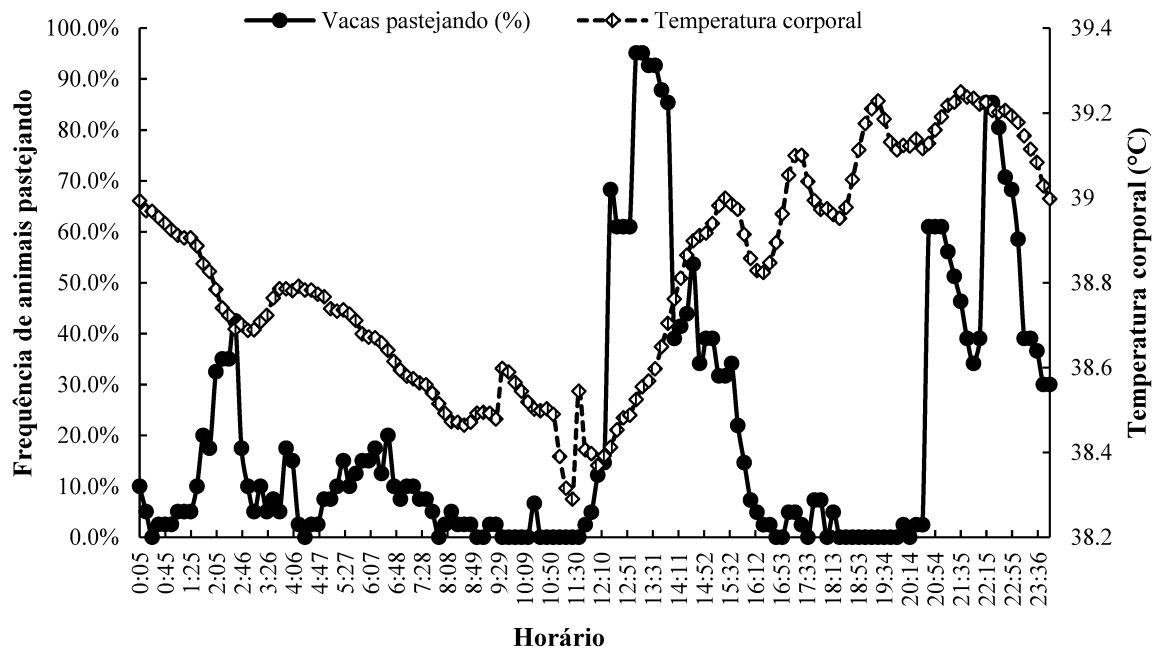


Figura 3. Gráfico da relação entre temperatura corporal e atividade de pastejo.

Segundo Arcaro Junior (2000), a redução do consumo alimentar é uma forma de diminuir a produção de calor e manter a TC dentro dos limites desejáveis. Diante disso, é esperado que em situações de desconforto térmico o animal apresente redução na ingestão de alimentos. Nessas circunstâncias, é previsto que o animal reduza o pastejo, e despenda seu tempo para outras atividades.

Trabalhos revisados por Rossarola (2007) relatam que os animais pastejam de maneira mais contínua no começo da manhã e no final da tarde, e que procuram sombra e reduzem as atividades nas horas mais quentes do dia. Ou seja, os horários destinados ao pastejo são os que possuem temperaturas mais amenas, e a diminuição dessa atividade está associada com a redução no ganho de calor pela digestão e atividade muscular.

Silva et al. (2018), em um experimento com vacas mestiças, constatou que a atividade alimentar aconteceu principalmente nas horas mais frescas do dia, e que o tempo destinado à alimentação para graus de sangue 1/2 e 3/4 Holandês-Zebuino foi respectivamente 3,96 e 3,69 horas no período seco, e 1,45 e 1,40 horas no período chuvoso.

Martinez (2008), conduzindo estudos com vacas leiteiras em pastagens tropicais, observou que o tempo médio de pastejo gasto pelas vacas foi de 456 minutos, e que 60% desse tempo

era dedicado ao pastejo noturno.

Estudos revisados por Martinez (2008) verificaram que o durante o verão 44% do tempo do pastejo ocorria durante o dia, e no inverno, esse valor elevava para 57%. Também evidenciaram que a cada um grau de aumento na temperatura ambiente, 10,3 minutos do tempo de pastejo são diminuídos, com a temperatura variando entre 15,5 a 36°C no verão.

Salla (2005) avaliando o comportamento de novilhas leiteiras em pastejo, observou maiores tempos de atividade de pastejo e ruminação em animais inseridos em sistemas com sombreamento, e relatou que essa mudança no comportamento é uma tentativa de reduzir o calor endógeno e amenizar o estresse calórico.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ambiente exerce grande influência sobre a fisiologia dos animais e sobre o seu desempenho produtivo, podendo gerar impactos negativos como redução da produção de leite. Assim, é importante que se conheça a relação e a interação do animal com o ambiente em que ele está inserido, para que através disso se estabeleça práticas de manejo dentro da propriedade, que irão proporcionar um bom desenvolvimento da atividade e garantir o bem estar animal.

7. REFERÊNCIAS

ALBRIGHT, J. L. Feeding Behavior of Dairy Cattle¹, 2, 3. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 2, p. 485-498. 1993.

ARCARO JUNIOR, I. et al. **Avaliação da influência de ventilação e aspersão em coberturas de sombrite para vacas em lactação**. 2000. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas.

ARCARO JUNIOR, R. P. et al. Climatização em instalação do tipo free-stall: comportamento animal e ocorrência de mastite em vacas em lactação. **Napgama**, v. 2, p. 3-9, 2006.

AZEVEDO, D. M. M. R. A.; ALVES, A. A. **Bioclimatologia aplicada à produção de bovinos leiteiros nos trópicos**. Embrapa Meio-Norte, 2009. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/78361/1/documento-188.pdf>> . Acesso em: 17 mai. 2018.

AZEVEDO, M. et al. Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras 1/2, 3/4 e 7/8 Holandês-Zebu e lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2000-2008. 2005.

BARBOSA, O.R. et al. 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.

BAUMGARD, Lance H. et al. Impact of climate change on livestock production. In: **Environmental stress and amelioration in livestock production**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012. p. 413-468.

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

CAMPOS, A. T. et al. Prognóstico de declínio na produção de leite em função do clima para a região de Goiânia, GO. **Anais. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 11-13, 2001.

COLLIER, R. J. et al. Shade Management in Subtropical Environment for Milk Yield and Composition in Holstein and Jersey Cows¹. **Journal of Dairy Science**, v. 64, n. 5, p. 844-849. 1981.

CORASSIN, Carlos Humberto. **Determinação e avaliação de fatores que afetam a produtividade de vacas leiteiras: aspectos sanitários e reprodutivos**. 2004. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

COSTA, M. J. R. Aspectos do comportamento de vacas leiteiras em pastagens neotropicais. **Encontro Paulista de Etologia**, v. 3, p. 199-217, 1985.

DA COSTA B., F.; DE FÁTIMA S. C. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Ed. UFV, 2010.

DA NÓBREGA, G. H. et al. A produção animal sob a influência do ambiente nas condições do semiárido nordestino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 1, p. 67-73. 2011.

DA SILVA, R. G. **Introdução à bioclimatologia animal**. Nobel, 2000.

DA SILVA, R. G. Um modelo para a determinação do equilíbrio térmico de bovinos em ambientes tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 1244-1252. 2000.

DA SILVA, T. G. F. et al. Cenários de mudanças climáticas e seus impactos na produção leiteira em estados nordestinos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 14, n. 8. 2010.

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

DE SOUZA, B. B. Adaptabilidade e bem-estar em animais de produção. 2015. [S.I.]

DRAGO FILHO, Eraldo Laerte. **Fatores que influenciam a temperatura corporal de vacas**

da raça holandesa lactantes. 2017. Tese de Mestrado. Universidade Estadual de São Paulo.

FAÇANHA, D. A. E. et al. Tendências metodológicas para avaliação da adaptabilidade ao ambiente tropical. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 1. 2013.

FAGAN, E. P. et al. Fatores ambientais e de manejo sobre a composição química do leite em granjas leiteiras do Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32, n. 3. 2010.

FEITOSA, A.N. Manejo **Nutricional de gado de leite submetido em condições de estresse calórico.** 2005. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Alagoas.

FERREIRA, F. et al. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico Physiologic parameters of crossbred cattle subjected to heat stress. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 5, p. 732-738. 2006.

FRASER, A. F. et al. **Farm animal behaviour and welfare.** CAB international, 1997.

GLASER, F. D. **Aspectos comportamentais de bovinos da raça Angus a pasto frente à disponibilidade de recursos de sombra e água para imersão.** 2003. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

GODINHO, R. F.; CARVALHO, R. C. R. Gestão de sistemas de produção de leite. **Ciência et Praxis**, v. 2, n. 03, p. 77-82. 2017.

GRUMMER, R. R.; MASHEK, D. G.; HAYIRLI, A. Dry matter intake and energy balance in the transition period. **Veterinary Clinics: Food Animal Practice**, v. 20, n. 3, p. 447-470 . 2004.

HAFEZ, E. S. et al. **Adaptación de los animales domésticos.** 1973.

HEAD, H. H. The strategic use of the physiological potential of the dairy cow. **Anais. Simpósio Leite nos Trópicos: novas estratégias de produção**, n. 1, p. 38-89. 1989.

HEMSWORTH, P. H. et al. The welfare of extensively managed dairy cattle: A review. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 42, n. 3, p. 161-182. 1995.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2014.

IGONO, M. O.; BJOTVEDT, G.; SANFORD-CRANE, H. T. Environmental profile and critical temperature effects on milk production of Holstein cows in desert climate. **International Journal of Biometeorology**, v. 36, n. 2, p. 77-87. 1992.

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

JORDAN, E. R. Effects of heat stress on reproduction. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. E104-E114. 2003.

JÚNIOR, A. A. M.; JUNG, Carlos Fernando. Produção leiteira no Brasil e características da

bovinocultura leiteira no Rio Grande do Sul. **Ágora**, v. 19, n. 1, p. 34-47. 2016.

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

KAUFMAN, J. D.; SAXTON, A. M.; RÍUS, A. G. Relationships among temperature-humidity index with rectal, udder surface, and vaginal temperatures in lactating dairy cows experiencing heat stress. **Journal of Dairy Science**, 2018.

LEITE, D. M. G. Efeitos negativos do estresse sobre o desempenho reprodutivo. **Anais.Seminário**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul. 2002.

LEITE, J. L. B.; GOMES, A. T. Perspectivas futuras dos sistemas de produção de leite no Brasil. **O Agronegócio do Leite no Brasil**. Juiz de Fora: EMBRAPA / CNPGL, p. 207-240, 2001.

LEME, T. M. S. P. et al. Comportamento de vacas mestiças Holandês x Zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 3, p. 668-675. 2005.

MADER, T. L.; DAVIS, M. S.; BROWN-BRANDL, T. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. 3, p. 712-719. 2006.

MAIA, G. B. S. et al. Produção leiteira no Brasil. **BNDES Setorial**, n. 37, mar. 2013, p. 371-398. 2013.

MARTELLO, L. S. **Interação animal-ambiente: efeito do ambiente climático sobre as respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em free-stall**. 2006. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo

MARTELLO, L. S. **Diferentes recursos de climatização e sua influência na produção de leite, na termorregulação dos animais e no investimento das instalações**. 2002. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MARTELLO, L. S. et al. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 181-191. 2004.

MATARAZZO, S. V. **Eficiência do sistema de resfriamento adiabático evaporativo em confinamento do tipo freestall para vacas em lactação**. 2004. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MELO, A. F. et al. Efeitos do estresse térmico na produção de vacas leiteiras: Revisão. **PUBVET**, v. 10, p. 721-794. 2016.

MCGUIRE, M. A. et al. Effects of thermal stress and level of feed intake on portal plasma flow and net fluxes of metabolites in lactating Holstein cows. **Journal of Animal Science**, v. 67, n. 4, p. 1050-1060. 1989.

MCDOWELL, R. E. et al. Effect of heat stress on energy and water utilization of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v. 52, n. 2, p. 188-194. 1969.

MONTALDO, Y. C. et al. Efeito do estresse calórico no desempenho reprodutivo de vacas leiteiras. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 5, p. 01-25. 2010.

MOTA, L. S. L. S. **Adaptação e interação genótipo-ambiente em vacas leiteiras**. 1997. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MULLER, P. B. **Bioclimatologia, aplicada aos animais domésticos**. 1982.

NÄÄS, I. D. A. Princípios de conforto térmico na produção animal. **São Paulo: Ícone**, p. 183. 1989.

NÄÄS, I. D. 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**. 2001.

NASCIMENTO, S. T. et al. Influência da temperatura ambiente no verão na produção de leite de vacas holandesas. **Pubvet**, v. 11, p. 207-312. 2016.

NONAKA, I. et al. Effects of high environmental temperatures on physiological and nutritional status of prepubertal Holstein heifers. **Livestock Production Science**, v. 113, n. 1, p. 14-23. 2008.

PASSINI, R.; DE CARVALHO B. B.; MACENA, T. C. Teste de tolerância ao calor em bovinos girolandos cruzados no centro-oeste do Brasil. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 8, n. 3, p. 163-168. 2014.

PEREIRA, J. C. et al. Desempenho, temperatura retal e frequência respiratória de novilhas leiteiras de três grupos genéticos recebendo dietas com diferentes níveis de fibra. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 2007.

PERISSINOTTO, M. **Avaliação da eficiência produtiva e energética de sistemas de climatização em galpões tipo Freestall para confinamento de gado leiteiro**. 2003. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

PERISSINOTTO, M.; DE MOURA, D. J. Determinação do conforto térmico de vacas leiteiras utilizando a mineração de dados/evaluation of thermal comfort in dairy cattle using data mining. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 1, n. 2, p. 117-126. 2007.

PIRES, M. F. A. et al. Efeito do estresse térmico sobre a produção de bovinos. **Anais. Congresso Nordestino de Produção Animal**. Teresina: SNPA, p. 87-104. 2000.

PIRES, M. F. A. et al. Reflexos do estresse térmico no comportamento das vacas em lactação. **Anais. Simpósio Brasileiro de Ambiência na Produção de Leite**, v. 1, n. 1998, p. 68-99. 1998.

PIRES, M. F. A.; FERREIRA, A. de M.; COELHO, S. G. Estresse calórico em Bovinos de

Leite. **Caderno técnico de Veterinária e Zootecnia**, v. 29, p. 23-37. 1999.

RHOADS, M. L. et al. Effects of heat stress and plane of nutrition on lactating Holstein cows: I. production, metabolism, and aspects of circulating somatotropin¹. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 5, p. 1986-1997. 2009.

RODRIGUES, E. Conforto térmico das construções. **Universidade Federal do Rio de Janeiro**. Disponível em: <http://www.ufrj.br/institutos/it/dau/profs/edmundo/Cap%EDtulo3-Homeotermia.pdf> (28/3/2013). 2013. Acesso em: 18. mai. 2018.

RODRIGUEZ, L. A. et al. Effects of relative humidity, maximum and minimum temperature, pregnancy, and stage of lactation on milk composition and yield¹. **Journal of Dairy Science**, v. 68, n. 4, p. 973-978. 1985.

ROSSAROLLA, G. Comportamento de vacas leiteiras da raça holandesa, em pastagem de milheto com e sem sombra. 2007. Tese de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria.

SALLA, L. E. et al. **Comportamento e características adaptativas de novilhas leiteiras em sistema de pastejo rotacionado**. 2005. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa.

SHEARER, J. K. et al. Thermoregulation and physiological responses of dairy cattle in hot weather. **Agri-practice**, v. 11, n. 4, p. 5-17. 1990.

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

SILVA, B. H. L. et al. Características comportamentais em vacas leiteiras Holandês/Gir de diferentes composições genéticas. **Anais**. Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG (CEPE)(ISSN 2447-8687). 2018.

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

SILVA, R. G. et al. Transmissão de radiação ultravioleta através do pelame e da epiderme de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 1939-1947. 2001.

SILVA, R. G. S. Contribuição ao estudo do comportamento das vacas leiteiras em pastagens no climas tropicais. **Veterinária**, São Paulo, v. 20, n. 1, p.11-35. 1967.

SOUZA, B. D. et al. Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 6, n. 2, p. 59-65. 2010.

SUTTON, J. D.; MORANT, S. V. A review of the potential of nutrition to modify milk fat and protein. **Livestock Production Science**, v. 23, n. 3, p. 219-237. 1989.

TITTO, E. A. L. et al. Estudo da tolerância ao calor em tourinhos das raças Marchigiana, Nelore e Simental. **Anais**. CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, II. p. 361-365. 1998.

TITTO, E. A. L. Clima: Influência na produção de leite. **Anais**. Simpósio Brasileiro de

Ambiência na Produção de Leite, v. 1, p. 10-23. 1998.

VASCONCELOS, J. L. M.; DEMETRIO, D. G. B. Manejo reprodutivo de vacas sob estresse calórico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 396-401. 2011.

VILELA, R. A. et al. Respostas fisiológicas e comportamentais de vacas Holandesas mantidas em sistema adiabático evaporativo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 33, n. 11, p. 1379-1384. 2013.

WEST, J. W. Nutritional strategies for managing the heat-stressed dairy cow. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. suppl_2, p. 21-35. 1999.

WEST, J. W.; MULLINIX, B. G.; BERNARD, J. K. Effects of hot, humid weather on milk temperature, dry matter intake, and milk yield of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 1, p. 232-242. 2003.

WILDMAN, E. E. et al. A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. **Journal of Dairy Science**, v. 65, n. 3, p. 495-501. 1982.

WOLFENSON, D.; ROTH, Z.; MEIDAN, R. Impaired reproduction in heat-stressed cattle: basic and applied aspects. **Animal reproduction science**, v. 60, p. 535-547. 2000.

YOUSEF, M. K. et al. **Stress physiology in livestock**. Volume I. Basic principles. CRC press, 1985.