

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA

Lorena Martins Araujo

INFLUÊNCIA DO AMBIENTE TÉRMICO SOBRE VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS DE
TERMOREGULAÇÃO DE NOVILHAS LEITEIRAS MISTIÇAS EM RECRIA A PASTO

Uberlândia

2017

Lorena Martins Araujo

INFLUÊNCIA DO AMBIENTE TÉRMICO SOBRE VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS DE
TERMOREGULAÇÃO DE NOVILHAS LEITEIRAS MISTIÇAS EM RECRIA A PASTO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Medicina
Veterinária da Universidade Federal de
Uberlândia, como requisito parcial à
obtenção do grau de Médica Veterinária.

Orientadora: Dra. Mara Regina Bueno de Mattos Nascimento

Uberlândia

2017

Lorena Martins Araujo

INFLUÊNCIA DO AMBIENTE TÉRMICO SOBRE VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS DE
TERMOREGULAÇÃO DE NOVILHAS LEITEIRAS MISTIÇAS EM RECRIA A PASTO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Medicina
Veterinária da Universidade Federal de
Uberlândia, como requisito parcial à
obtenção do grau de Médica Veterinária.

Uberlândia, 18 de dezembro de 2017

Banca Examinadora:

Prof^a. Dra. Mara Regina Bueno de Mattos Nascimento- orientadora
(Universidade Federal de Uberlândia)

Prof. Dr. Alex de Matos Teixeira
(Universidade Federal de Uberlândia)

Médica Veterinária Me. Patrícia Kelly de Moraes Brettas
(Universidade Federal de Uberlândia)

Dedico primeiramente aos meus pais, que contribuíram para minha formação fazendo com que eu chegasse até aqui. Aos meus avós, minha irmã que estiveram sempre ao meu lado, e contribuíram direta e indiretamente ao longo dessa trajetória. Obrigada a todos, a realização de tudo isso é dependente de nós!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida e saúde para lutar e correr atrás de meus objetivos, acredito que “SER” médica veterinária seja um dom que o grandioso senhor propôs a mim, cheguei até aqui com garra e luta e feliz por estar concluindo esta etapa e hoje me sinto realizada!

Aos meus pais, Edson e Simone que tornaram meu sonho realidade, por terem contribuído para eu ser a pessoa que sou hoje, me proporcionando escolhas e oportunidades para que eu chegasse hoje até aqui, meus avós que estiveram sempre presentes, meus amigos que apesar da distância tanto contribuíram e me incentivaram, minha prima Luciene pelo apoio e por ter sido parceira e torcendo sempre por mim, minha irmã Larissa que esteve comigo me aconselhando e me ouvindo em momentos bons e ruins!

À minha professora e orientadora Mara, por ter me recebido de braços abertos e por ter sido além de professora/orientadora uma amiga, a minha co-orientadora Patrícia que foi sem dúvidas o ponto chave do desenrolar desse trabalho, por ter sido tão paciente, amiga e parceira!

À Universidade Federal de Uberlândia pelas oportunidades oferecidas durante minha graduação, a todos os professores da FAMEV que tanto contribuíram para minha formação não só profissional, mas também pessoal, me proporcionando ensinamentos que levarei para a vida!

Aos funcionários da Fazenda do Glória da Universidade Federal de Uberlândia, e amigos que contribuíram para o desenrolar desse trabalho!

Aos meus amigos que fiz ao longo da graduação, em especial aos “Tops 77”, amizades que foram essenciais nos momentos bons e ruins, obrigada pelo companheirismo!

RESUMO

Tem-se estudado os efeitos de estresse por calor em vacas de alta produção, porém com pouca ênfase para a categoria novilha, que também sofre efeitos danosos frente aos desafios ambientais, mesmo os animais mestiços. Assim, objetivou-se analisar variáveis fisiológicas de termorregulação de novilhas leiteiras mestiças expostas ao sol por 4 horas, correlacioná-las com o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e verificar o possível impacto das condições do ambiente térmico no ganho de massa corporal desses animais, de novembro de 2016 a fevereiro de 2017. Após a exposição ao sol, as novilhas foram conduzidas ao tronco para a quantificação da frequência respiratória, temperatura retal e temperatura superficial corpórea. Simultaneamente, foram mensuradas as temperaturas de bulbo seco e de bulbo úmido, a velocidade do vento e a temperatura do globo negro. Posteriormente, foi calculado o ITU. Os animais também foram pesados quinzenalmente, após jejum de 12 horas, durante o período experimental visando observar se houve diferença no ganho mensal médio de massa corporal das novilhas. Essa avaliação foi feita com base nos dados mensais mínimo, médio e máximo de temperatura ambiente e de umidade relativa, com posterior cálculo do ITU, oriundos da Estação Meteorológica da Fazenda Experimental Glória. A temperatura ambiente encontrada apresentou-se dentro dos padrões preconizados para o gado mestiço ($29,96^{\circ}\text{C}$). A umidade relativa média também esteve dentro do intervalo ideal para os bovinos (50,51%), porém os valores máximo e mínimo extrapolaram esses limites ideais. A temperatura retal e a frequência respiratória média das novilhas apresentaram os intervalos normais, ($38,85^{\circ}\text{C}$) e 41,97 (mov.min-1), apontando uma adaptação ao calor. Não houve correlação entre o ITU e a temperatura retal, já a frequência respiratória (0,265) e a temperatura superficial corpórea (0,603) flanco preto e (0,580) flanco branco, apresentaram uma correlação significativa e positiva com o ITU. O ganho médio de massa corporal foi inferior em janeiro (14,19Kg), mês de maior temperatura ambiente e de ITU mais elevado. Assim, concluiu-se que a temperatura retal e a frequência respiratória se mantêm dentro do padrão de normalidade, mostrando sua adaptabilidade ao ambiente quente. A frequência respiratória e temperatura superficial corpórea correlacionam com o ITU, e o ganho de massa corporal pode ser comprometido em função do ambiente térmico desconfortável.

Palavras-chave: Estresse por calor. Frequência respiratória. Gado leiteiro. Temperatura corpórea.

ABSTRACT

The effects of heat stress on high-yielding cows have been studied, but with little emphasis on the heifer category, which also has a damaging effect on environmental challenges, even mestizo animals. The objective of this study was to analyze physiological variables of thermoregulation of crossbred dairy heifers exposed to the sun for 4 hours, to correlate them with the Temperature and Humidity Index (THI) and to verify the possible impact of thermal environment conditions on the body mass gain of these animals, from November 2016 to February 2017. After exposure to the sun, heifers were taken to the trunk for quantification of respiratory rate, rectal temperature and body surface temperature. Simultaneously, dry bulb and wet bulb temperatures, wind speed and black globe temperature were measured. Subsequently, the THI was calculated. The animals were also weighed biweekly, after a 12-hour fast, during the experimental period in order to observe if there was difference in the average monthly gain of the heifer's body mass. This evaluation was made based on the minimum, average and maximum monthly data of ambient temperature and relative humidity, with subsequent THI calculation, from the Meteorological Station of the Experimental Farm Glória. The ambient temperature found was within the recommended standards for crossbred cattle (29.96 ° C). The mean relative humidity was also within the ideal range for cattle (50.51%), but the maximum and minimum values extrapolated these ideal limits. The rectal temperature and the mean respiratory rate of heifers presented the normal intervals (38.85 ° C) and 41.97 (mov.min-1), indicating an adaptation to the heat. There was no correlation between THI and rectal temperature, respiratory rate $r: 0.265$ and body surface temperature $R: 0.603$ black flank and $r: 0.580$ white flank, showed a significant and positive correlation with THI. The mean body mass gain was lower in January (14.19 kg), month of higher ambient temperature and higher THI. Thus, it was concluded that the rectal temperature and respiratory rate remain within the normal range, showing their adaptability to the warm environment. Respiratory rate and body surface temperature correlate with THI, and body mass gain may be compromised as a function of the uncomfortable thermal environment.

Keywords: Heat stress. Respiratory frequency. Dairy cattle. Body temperature.

LISTA DE FIGURAS

		PÁG
FIGURA 1	Relação entre a temperatura ambiente, taxa metabólica e Temperatura superficial corpórea.....	18
FIGURA 2	Termômetro de globo negro exposto ao sol.....	21
FIGURA 3	Termohigrômetro.....	22
FIGURA 4	Valores mínimos, médios e máximos mensais da temperatura ambiente (TA) (A), umidade relativa (UR) (B) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) (C), de novembro de 2016 a janeiro de 2017, em Uberlândia-MG.....	35
FIGURA 5	Massa Corporal média mensal das novilhas.....	37
FIGURA 6	Ganho médio de massa corporal mensal.....	38

LISTA DE TABELAS

	PÁG
TABELA 1	
Valores do Índice de Temperatura e Umidade (ITU), de variáveis do ambiente térmico e das variáveis fisiológicas de novilhas leiteiras mestiças em Uberlândia, MG.....	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C - graus Celsius

CNA - Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ITU - Índice Temperatura e Umidade

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

m.s⁻¹ - metros por segundo

mov.min⁻¹ - movimentos respiratórios por minuto

% - percentual

PIB - Produto Interno Bruto

SEAPA - Secretária de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento

T_A - temperatura ambiente

TBS - temperatura bulbo seco

TBU - temperatura bulbo úmido

TCS - temperatura crítica superior

TCI - temperatura crítica inferior

TG - temperatura de globo negro

T_{po} - temperatura de ponto de orvalho

TS – temperatura superficial corpórea

UR - umidade relativa

USDA - United States Department of Agriculture

V - velocidade do vento

ZTN - Zona de Termoneutralidade

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	11
2.	REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1	Produção de leite no Brasil.....	12
2.2	Sistemas de produção de leite no Brasil.....	13
2.3	Bovino leiteiro mestiço.....	14
2.4	Importância da categoria novilha no sistema de produção leiteira.....	15
2.5	Recria de novilhas mestiças a pasto.....	15
2.6	Zona de Termoneutralidade.....	17
2.7	Variáveis do ambiente térmico que afetam os bovinos de leite.....	19
2.7.1	Radiação Solar.....	19
2.7.2	Temperatura ambiente.....	20
2.7.3	Temperatura do globo negro.....	20
2.7.4	Temperatura bulbo seco e bulbo úmido.....	21
2.7.5	Umidade do ar.....	22
2.7.6	Velocidade do vento.....	23
2.7.7	Índice de Temperatura e Umidade (ITU).....	23
2.8	Variáveis fisiológicas.....	24
2.8.1	Frequência Respiratória (FR).....	25
2.8.2	Temperatura Retal (TR).....	25
2.8.3	Temperatura superficial Corpórea (TS).....	25
2.9	Mecanismos de Produção de Calor (Termogênese).....	26
2.10	Mecanismos de Perda de calor (Termólise).....	27
2.10.1	Condução.....	27
2.10.2	Convecção.....	27
2.10.3	Evaporação.....	28
2.10.4	Radiação.....	28
2.11	Mecanismos de Adaptação dos Bovinos.....	29
3.	MATERIAL E MÉTODOS.....	30
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
5.	CONCLUSÃO.....	39
	REFERÊNCIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

A pecuária leiteira exerce importante papel econômico e social em nosso país, gerando emprego e renda (CARVALHO et al., 2002). Segundo o USDA (United States Department of Agriculture) (2014), no ano de 2013 o Brasil ocupou a quarta posição na produção mundial de leite estando atrás da China, Índia e Estados Unidos. O país tem um grande potencial e está em constante evolução tanto em relação à qualidade, quanto ao volume de produção, podendo ter grandes avanços no setor (CARVALHO et al., 2002). Segundo Vilela; Leite e Rezende, (2002) essas melhorias da qualidade e do volume do produto, que geram maiores ganhos ao produtor, advêm da introdução de novas tecnologias que visam melhorar a eficiência dos fatores de produção, melhoramento genético, sanidade e nutrição de nossos rebanhos leiteiros.

O estresse térmico na bovinocultura leiteira tem sido objeto de estudo e atenção de técnicos e produtores, tendo como objetivo uma maior produção e lucro na atividade (VILELA et al., 2011). Segundo estes autores, o estresse térmico passou a ser um fator oponente para os produtores de leite, pois afeta não somente a quantidade produzida, mas a qualidade do produto também. Se por um lado o nosso país está localizado entre os trópicos, sendo marcado por altas temperaturas e intensa radiação térmica, tal característica favorece a produção de alimentos, por outro lado é um fator contrário ao desempenho e produção desses animais (PINHEIRO, 2012).

O objetivo deste estudo foi avaliar respostas fisiológicas de termorregulação em novilhas leiteiras mestiças expostas ao sol por quatro horas e correlacioná-las com o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e verificar o possível impacto do ambiente térmico no ganho de massa corporal, visto que tal categoria é importante dentro do sistema de produção leiteiro e que são poucos os estudos que avaliam o seu comportamento em ambientes quentes, especialmente as raças mestiças que são consideradas mais tolerantes ao calor.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Produção de leite no Brasil

O leite está dentre os itens mais importantes da agropecuária brasileira, estando à frente de itens tradicionais como o café, especialmente devido ao seu elevado valor nutricional (VILELA, 2002). Barros e colaboradores (2006) retratam a importância do agronegócio do leite e sua relevância no fornecimento de alimentos e na criação de emprego e renda para a população. A pecuária leiteira apresenta grande importância na economia e na criação de empregos no país (SANTOS et al., 2008).

De acordo com dados da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) (2016), a produção leiteira no Brasil teve um crescimento significativo nos últimos anos, de 2010 até 2015, em torno de cinco bilhões de litros. Em 2010 a produção leiteira era de 30,7 bilhões de litros, no ano de 2013 o país ocupou a quarta posição mundial de produção segundo o USDA (2014). No final de 2015 a produção de litros foi de 35,4 bilhões (CNA, 2016).

Conforme Zoccal e Stock (2011), 36% da produção de leite do país encontrava-se na região Sudeste, seguida pela região Sul com 32% e pelas regiões Centro-oeste, Nordeste e Norte com 14%, 13% e 5%, respectivamente. Segundo o IBGE, em 2014 a região Sul passou a ser a maior produtora de leite no país, com 12,2 bilhões de litros produzidos, o correspondente a 34,7% do total. A região Sudeste, antes considerada a maior produtora, encontrou-se um pouco atrás, com 12,17 bilhões de litros produzidos, 34,6% da produção total (IBGE, 2014).

Ainda que o Sul tenha sido a maior região produtora em 2014, o estado de Minas Gerais, até então, é o maior estado produtor do país, dispondo de vantagem representativa sobre os demais: produziu 9,4 bilhões de litros de leite, o dobro do Rio Grande do Sul (4,7 bilhões de litros), que foi considerado o segundo estado com maior produção. Segundo a Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SEAPA, 2014), o leite é responsável por R\$ 7,04 bilhões do PIB no estado de Minas Gerais.

Em 2016, a raça leiteira Girolando, chegou a 20 anos de oficialização no Brasil pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (KIST; JUNGBLUT, 2016). Segundo estes autores, de acordo com a associação Girolando, a raça representa cerca de 80% da produção nacional de leite, devido a sua adaptação a vários tipos de manejo e clima,

estando presente de Norte a Sul, tendo destaque no Sudeste e no principal estado produtor do país, Minas Gerais.

Em 2014 e 2015, foi observado nos principais estados produtores redução de 4% no preço pago ao produtor e aumento de 9% nos custos operacionais de produção (KIST; JUNGLBUT, 2016). Neste âmbito a compreensão do arranjo da pecuária leiteira no Brasil é de extrema significância para determinar infraestrutura e analisar a viabilidade de projetos de desenvolvimento regional (ZOCCAL et al., 2007). Sendo assim, é necessário promover a profissionalização desses produtores para que haja uma produtividade mais aperfeiçoada e eficiente em toda a cadeia (RINALDI; VIANA, 2008).

2.2 Sistemas de produção de leite no Brasil

A pecuária leiteira no Brasil dispõe de duas características importantes, a sua dimensão nacional e a variabilidade nos sistemas de produção, os quais são um ponto crucial para identificar os desafios no setor produtivo e implementar projetos adequados à realidade das fazendas, sendo a produtividade animal o principal parâmetro considerado (ASSIS et al., 2005). Segundo a Organização Mundial da Saúde Animal (OIE) (2017), o padrão racial e o manejo alimentar são fatores que devem ser considerados para definir o sistema de produção a ser adotado, sendo também necessário preocupar-se com o bem-estar e conforto térmico dos animais.

Na pecuária leiteira nacional observa-se duas particularidades: a produção bastante fragmentada, processando-se em todo o território, e a segunda é a não permanência de um sistema modelo de produção (IBGE, 2006; SIQUEIRA; CARNEIRO, 2012). Segundo Altafin e colaboradores (2011), grande parte das propriedades produtoras de leite são familiares, dispondo de poucos recursos financeiros e uma gestão ineficiente, dificultando que o produtor chegue a um patamar de maior qualidade e produtividade. O sistema de produção observado é o extensivo, com uso limitado de capital, produção variada e uso de bens disponíveis na devida entidade produtiva.

Segundo Chester-Jones e Lin (2006), a recria de novilhas a pasto possibilita um menor custo, sendo esta a escolha adotada por grande parte dos produtores. Abrigos para novilhas devem possuir área sombreada com capacidade para alojar de 20 a 30 animais, sendo este o número mencionado como adequado para um lote com uniformidade de peso e idade, proporcionando um acompanhamento mais eficiente de desempenho reprodutivo e sanitário dos animais (LUCCI, 1989; MACHADO, 2005; SANTOS E JUCHEM, 2000).

Em regiões tropicais, o estresse térmico afeta diretamente a produção leiteira, e passa a ser um ponto importante a se considerar sendo que este dificulta a introdução de raças especializadas em produção de leite, pois estes animais são mais exigentes e sensíveis ao calor (SOUZA; SILVA; SILVA; 2011). Segundo Mellace (2009), deve-se instituir mudanças no sistema de produção, como o fornecimento de sombra natural aos animais (Figura 1) ou artificial (Figura 2), sendo estas medidas observadas comumente e que vem sendo adotadas buscando minimizar os efeitos negativos do estresse por calor a que os animais estão sujeitos, principalmente em criações a pasto.

2.3 Bovino leiteiro mestiço

Os animais mestiços são resultantes do cruzamento de uma raça pura de origem europeia especializada na produção de leite (Holandês, Pardo-Suíça, Jersey e outras), com uma raça de origem indiana, (Gir, Guzerá, Indubrasil, Sindi ou Nelore) (BARBOSA et al., 2004). Segundo esses autores, em torno de 70% da produção leiteira do país é oriunda de animais mestiços Holandês-Zebu (HZ), tendo como destaque a raça Holandesa, sendo o mais visto o Holandês com o Gir, dando origem ao Girolando. O Guzolando, resultado do cruzamento de Holandês com Guzerá, e o “Jersolando”, do cruzamento do Holandês com Jersey também tem conquistado espaço entre produtores de leite da Região Sudeste (CARVALHO et al., 2003).

Segundo Lemos e Teodoro (1993), quanto mais grau de sangue holandês dispor o rebanho, maiores serão as exigências em nutrição, susceptibilidade a ectoparasitas e a sensibilidade ao estresse por calor. Quando a comparação entre bovinos europeus e indianos é feita, a maior resistência ao calor e a outros estressores ambientais que possam vir a restringir a expressividade de características produtivas em áreas tropicais e subtropicais é observada nos animais indianos (BÓ; BARUSELLI; MARTINEZ, 2003). Raças zebuínas são mais termotolerantes devido à sua menor produção de leite, menor taxa metabólica basal e à sua grande capacidade de sudorese (BLACKSHAW; BLACKSHAW, 1994).

Beede e Collier (1986) indicam o aperfeiçoamento genético de animais menos afetados pelo calor ambiental como uma alternativa de tentar minimizar os efeitos negativos do estresse por calor. Sendo assim, o cruzamento de bovinos indianos com raças leiteiras europeias tem sido amplamente utilizado para acrescer a capacidade produtiva dos animais nos trópicos (SYRSTAD, 1996), sendo caracterizada por McDowell (1996) a escolha mais viável economicamente.

As raças europeias quando em ambientes favoráveis são bastante produtivas, e por isso os produtores têm buscado combinar as características desejáveis das raças européias e zebuínas por meio da introdução de animais mestiços na fazenda, sendo as raças Holandesa e Gir as mais utilizadas (AZEVEDO et al., 2005). Porém os animais mestiços, mesmo sendo considerados tolerantes ao calor, sofrem mudanças comportamentais e fisiológicas quando expostos a ambientes com temperaturas elevadas (NARDONE, 1998).

No entanto, dispendo de um manejo eficiente, estes apresentam menores incidências de doenças, baixa taxa de descarte, menor taxa de mortalidade e maior longevidade no rebanho (BORGES et al., 2015). Portanto, devido às características dos sistemas de produção do Brasil, predominando sistemas a pasto, e considerando nosso clima tropical, é economicamente mais viável utilizar rebanhos mestiços (CARVALHO, 2009; RUAS et al., 2014).

2.4 Importância da categoria novilha no sistema de produção leiteira

Adquirir novilhas de reposição entre 22 e 24 meses de idade representa uma das execuções mais onerosas dentro do sistema de produção leiteira (BITTAR, 2006). Segundo este autor, não há nenhuma restituição financeira nesses meses, sendo necessário o gasto com alimentação e mão de obra. Heinrichs (1993) relata que a produção de novilhas de reposição de alta aptidão a menor custo será um dos desafios da fazenda de gado leiteiro do século XXI. Conforme este autor, por representar uma grande parcela do custo absoluto da produção de leite, os produtores terão de satisfazer às imposições de seu rebanho e repor esses animais a um menor custo para sustentar a renda da fazenda.

A importância dessa categoria no sistema de produção é evidente, e torna-se necessário estabelecer medidas que irão atender às exigências dos animais, como questões de ambiência (MELLACE, 2009). O conforto térmico é fator impactante no desenvolvimento dessa categoria animal no sistema de produção, pois o mesmo requer um alto investimento e, além disso, as bezerras e as novilhas serão as futuras vacas lactantes, que são a fonte de renda para a fazenda leiteira (HEINRICH, 1993).

2.5 Recria de novilhas mestiças a pasto

A fase de recria compreende o início da desmama e sucede o período até a primeira cobertura ou inseminação artificial (PACIULLO et al., 2011). Torna-se necessário otimizar o

desempenho animal dessa categoria para que haja a reposição na fazenda e também possibilitando ao produtor ter animais excedentes que possam ser comercializados, o que representa uma fração significativa na receita da atividade (ZOOCCAL et al., 2008). Segundo estes autores, devido à diversidade de gramíneas tropicais e ao seu potencial produtivo, o sistema de recria a pasto é o mais utilizado no Brasil (ZOOCCAL et al., 2008).

Novilhas mestiças Holandês-Zebu apresentam massa corporal média ao nascimento de 30 kg e massa corporal a primeira cobertura ou inseminação de 330 kg. Objetivando que este animal entre na reprodução com 18 meses aproximadamente e que tenha o primeiro parto aos 27 meses, o ideal é um ganho diário de massa corporal em torno de 600 gramas/novilha durante as épocas das águas e seca do ano (DOMINGUES et al., 2008). Zoccal e colaboradores (2008) relatam que com a redução da idade ao primeiro parto, o produtor pode ter mais animais em lactação, e conseqüentemente maior volume de leite, gerando receita para a fazenda.

O crescimento corporal está associado a um conjunto de eventos metabólicos orientados pela genética e influenciados pelo meio a que o animal está exposto (MULLER, 1982). Segundo este autor, as condições climáticas podem afetar o crescimento fetal, ao nascer e depois da desmama, afetando a ingestão de alimentos e, conseqüentemente, a disponibilidade de energia para as funções de manutenção e produção.

O estresse por calor reduz a ingestão de matéria seca e o metabolismo do animal através de mecanismos endócrinos (SILVA, 2000). Todas as categorias sofrem com essas complicações Novilhas, especialmente as que estão em recria a pasto, pois tem o ganho de peso e o desenvolvimento corporal afetados (CONCEIÇÃO, 2008). O consumo de matéria seca em ruminantes pode ser alterado pela temperatura ambiente (FAVERDIN; BAUMONT; INGVAERTSEN, 1995). Beede e Collier (1986) relatam que a partir de 25 a 27°C, há uma queda no consumo, e a ingestão voluntária de matéria seca é prejudicada. No verão, os animais, são observados em áreas sombreadas durante as horas mais quentes do dia (PERERA et al., 1986; PIRES; WERNEK, 2001; SHULTZ, 1983) e pastejam por menos tempo quando comparado ao inverno (WERNEK, 2001).

Segundo Muller (1982), nas raças bovinas europeias, há um decréscimo no crescimento quando os animais estão frequentemente submetidos a temperaturas acima de 24°C, sendo agravado quando a temperatura está entre 29 e 32°C, onde o ganho de peso é interrompido. Segundo Polastre (1989), em regiões tropicais, mesmo que o animal disponha de uma alimentação e manejo adequados, se não é estabelecido o equilíbrio térmico com o ambiente, haverá consumo de energia para promover esse equilíbrio, sendo que esta energia poderia

estar sendo utilizada para outras funções, como ganho de massa corporal ou produção. Conforme Cappelle e colaboradores (2001), avaliar dietas, desempenho animal e condições ambientais de determinada região para auxiliar o manejo e as decisões a serem tomadas na propriedade. Vale ressaltar que outras variáveis podem vir a afetar no desenvolvimento das novilhas, como a qualidade da forrageira, taxa de lotação, ausência de doenças, entre outras.

Segundo Pegorini (2011), as novilhas sofrem menos com o estresse por calor quando comparadas às vacas em lactação, devido ao menor calor metabólico e dispondo também de maior área de superfície em relação ao volume corpóreo (PEGORINI, 2011). No entanto, em um estudo realizado por Marai, Habeeb e Farghaly (1999), estes compararam o desenvolvimento de dois grupos de novilhas no verão (36°C e 47% de umidade) mantiveram os animais em mesmas condições, porém um grupo tinha aspersão sete vezes ao dia e, assim, essas novilhas apresentaram temperatura retal e frequência respiratória menores e um ganho de massa corporal 26,1% maior, o que foi explicado pelo menor consumo de matéria seca e maior exigência de manutenção dos animais do grupo controle para dissipar o excesso de calor, evidenciando que o estresse térmico afeta também essa categoria animal.

Segundo West (2003), embora o NRC (2001) não considere os efeitos do estresse térmico sobre exigências nutricionais de bovinos leiteiros, muitos autores já os demonstraram em seus estudos. Sabendo-se que novilhas também sofrem com o estresse térmico, tendo redução no desempenho, e sendo o sistema de recria a pasto desafiador e o mais utilizado em nosso país, fica clara a importância que deve ser dada a essa categoria em questões de ambiência (PEGORINI, 2011).

2.6 Zona de Termoneutralidade

Martello (2006) considera a zona de termoneutralidade (ZTN) uma faixa de temperatura ambiente em que o animal não passa por estresse por calor ou frio e os mecanismos fisiológicos necessários para manter a homeotermia são mínimos, a reserva de energia da dieta é máxima, a temperatura superficial corpórea e o consumo de alimentos não são alterados e a produção é favorecida. Nessas condições ambientais, a frequência respiratória também é normal e a perspiração passa a ser o principal mecanismo de perda de calor se comparado à sudorese (SILVA, 2000).

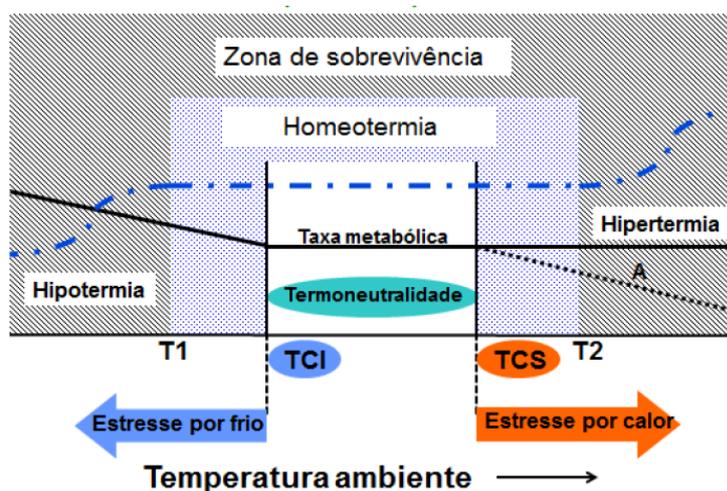
Essa zona de conforto é variável entre as espécies e raças estando entre a temperatura crítica superior (TCS) e temperatura crítica inferior (TCI) (Figura 3). Mudanças comportamentais e fisiológicas são observadas quando os animais estão em temperaturas

acima da TCS ou abaixo da TCI podendo levar os animais a óbito por hipertermia ou hipotermia, respectivamente (MARTELLO, 2006).

Cattelan e Vale (2013) relatam que no, estresse por frio, os mecanismos termorregulatórios são ativados para incrementar a produção e a retenção de calor, buscando compensar o calor que é perdido para o ambiente. Essa compensação acontece devido às alterações comportamentais e aumento na taxa de metabolismo, que é resultante dos mecanismos de termogênese (SILVA, 2000).

Figura 3. Relação entre a temperatura ambiente, taxa metabólica e temperatura superficial corpórea.

Fonte: Da Silva e Campos Maia (2013).



Quando a temperatura ambiente encontra-se mais baixa e é inferior a T1 (Figura 3), o animal já é ineficiente em manter a homeotermia, mesmo acionando mecanismos de compensação, como um aumento da taxa metabólica, e, assim, uma redução da temperatura corporal profunda (hipotermia), este quadro pode levar o animal a óbito (DA SILVA; CAMPOS MAIA, 2013). Segundo estes mesmos autores, quando a temperatura ambiente é superior a T2, o organismo está submetido a intenso estresse por calor. Os mecanismos termorregulatórios de perda de calor já não são suficientes para sustentar o equilíbrio térmico e a temperatura corporal profunda aumenta constantemente (hipertermia), podendo também levar o animal a óbito. A linha tracejada A na Figura 3 demonstra a necessidade de redução de calor metabólico, porém a taxa metabólica não pode mais ser reduzida, pois já se encontra no seu mínimo (DA SILVA; CAMPOS MAIA, 2013).

De acordo com Freitas, Durães e Menezes (2002) o produtor de leite pode optar por uma forma de acondicionamento dos animais mais adequada para as condições climáticas de sua propriedade quando este conhece a zona de conforto térmico e as exigências fisiológicas de diversas raças bovinas, devendo também levar em consideração o sistema de produção adotado. Conforme Barbosa e colaboradores (2004) para bovinos de origem europeia as condições ambientais eficazes para estes animais seriam, temperatura média mensal inferior a 20°C em todos os meses do ano e a uma umidade relativa do ar alternando entre 50% e 80%. Freitas e Miranda (2009) relatam que a ZTN para animais adultos está entre -1°C e 21°C, podendo ter pequenas oscilações proporcionalmente à raça europeia. Nestes, o crescimento é limitado quando são mantidos em temperaturas de 29°C a 32°C (MULLER, 1989).

Roefeldt e Youlsef (1985) caracterizam como ZTN uma faixa entre 5 e 25°C para bovinos leiteiros. Conforme Freitas e Miranda (2009), para a raça Holandesa, a TCS está entre 24°C e 26°C, entre 27°C e 29°C para a Jersey e para Pardo-Suiço acima de 29,5°C. Para animais da raça zebuína, o limite do conforto térmico está entre 10° C a 32° C (SILVA, 2000). De acordo com Pereira (2005), a raça zebuína, por ser originada do ambiente tropical da Índia é mais termotolerante, vinda de um clima quente e úmido, como observado na Península de Kathiawar, origem do Gir e Guzerá, tendo esses animais a TCS de 35°C.

Segundo Robinson (2004), a ZTN varia conforme a taxa metabólica e, sendo assim, uma vaca de alta produção leiteira, que produz muito calor metabólico, possui uma ZTN mais baixa. Dentre os fatores bioclimáticos, a radiação solar é dita como o fator individual mais importante dos que irão intervir no conforto térmico do animal, em ambiente tropical e em animais criados a pasto (GUILERMINO; MORAIS; SILVA, 2007). Quando se fala em animais a pasto, o ambiente térmico torna-se um fator extremamente complexo, tendo esses animais sua termorregulação afetada, uma vez que a radiação, velocidade do vento, umidade e temperatura do ar alteram-se constantemente (PACIULLO; CASTRO, 2006).

2.7 Variáveis do ambiente térmico que afetam os bovinos de leite

2.7.1 Radiação Solar

Conforme Costa (2014), existem três formas de radiação solar, sendo elas química, luminosa e térmica, que nos animais se degradam em calor, depois de serem absorvidas em variadas intensidades conforme a cor do pigmento do pelo e grau de pigmentação da pele. Alterações comportamentais e fisiológicas podem ser observadas conforme a duração e

intensidade da radiação a que os animais são submetidos (CASTRO, 2006). Segundo Costa (2014), a radiação tem forte influência sobre o animal que não dispõe de pigmentação, sendo os ultravioletas os raios que mais afetam os animais.

Segundo Silva (2000), as trocas térmicas por radiação estabelecem as diferenças entre um ambiente suportável ou insustentável para o animal. Para mensurar as medidas envolvidas nessa quantificação, vários instrumentos são utilizados, dentre eles se destaca o termômetro de globo negro (TG), o qual é um meio prático de se quantificar os componentes da energia radiante do ambiente, (SOUZA et al., 2002). Segundo estes autores, a TG aponta o efeito da radiação sobre o animal por meio do valor obtido, o qual representa a energia radiante, temperatura e velocidade do ar, três importantes fatores que afetam o conforto térmico dos animais.

2.7.2 Temperatura ambiente

Roberto (2012) caracteriza a temperatura ambiente (TA) como um fator do ambiente térmico de grande importância sobre os processos fisiológicos e produtivos dos animais de produção. A TA ideal depende da raça e do grau de especialização e tolerância ao calor ou ao frio (ALMEIDA, 2009; CAMPOS; PIRES, 2008). Quando essa TA encontra-se entre 32°C e 38°C e a UR está em torno de 50%, o estresse térmico em vacas é evidenciado, podendo-se observar: polipnéia térmica, animais com a boca aberta, língua para fora, aumento de temperatura superficial corpórea, uma diminuição brusca na produtividade e ingestão de alimentos (PERISSINOTO; MOURA, 2007).

2.7.3 Temperatura do globo negro

O globo negro (Figura 2) equivale a um elemento circular oco de cobre, geralmente com 0,15m de diâmetro, com duas camadas externas pintadas de tinta escura para potencializar a captação de radiação solar, tendo em seu interior um termômetro que permite a leitura da temperatura (SILVA, 2008).

Azevêdo e Alves (2009) afirmam que a TG pode nos indicar três importantes elementos que alteram o conforto térmico dos animais, a energia radiante, a velocidade do ar e a temperatura ambiente. Ainda segundo esses autores, o globo negro é uma forma prática de estimar parte da energia radiante no ambiente e é amplamente utilizado em pesquisas de bioclimatologia na definição de índices que apresentam o grau de conforto térmico dos

animais. Segundo Mota (2001), a faixa ideal de TG para vacas em lactação é de 7 a 26°C, 27 a 34°C é regular e acima de 35°C torna-se crítica. Ferreira e outros (2006) indicam como zona de conforto térmico uma TG de 23°C, e classificam 44°C como condições propícias para estresse calórico.

Figura 2. Termômetro de globo negro exposto ao sol.

Fonte: arquivo pessoal.



2.7.4 Temperaturas de bulbo seco e de bulbo úmido

A temperatura de bulbo seco (TBS) representa a temperatura do ar e a temperatura de bulbo úmido (TBU) é utilizada para determinar a umidade do ar, as quais são obtidas pelo termohigrômetro de mercúrio (Figura 3) (BEZERRA; RODRIGUES; SOUZA, 2009). Segundo Baccari Júnior (1998) e Marcheto e colaboradores (2002), uma TBS de 24°C e uma umidade relativa de 38% são consideradas ideais para vacas leiteiras em lactação. Já Ferreira e colaboradores (2006) relatam TBS de 22°C indicativo de conforto térmico. O valor crítico superior da TBS é 26°C (BARBOSA FILHO et al., 2007), já uma TBU de 18°C indica conforto térmico para bovinos (FERREIRA et al., 2006).

Figura 3. Termohigrômetro de mercúrio.

Fonte: arquivo pessoal.



2.7.5 Umidade do ar

A umidade relativa do ar (UR) representa um fator importante quando a temperatura ambiente está acima da TCS, ultrapassando o valor ideal para o conforto animal, pois o ambiente quente e úmido dificulta a perda de calor por evaporação através da pele e trato respiratório (FERRO et al., 2010; PIRES; CAMPOS, 2004).

O animal estando em um ambiente com temperatura muito alta e o ambiente muito seco representa uma situação inconveniente para a perda de calor, tanto o excedente como a falta de umidade são prejudiciais, se estiver muito quente e a evaporação for rápida, o animal pode desidratar e ter irritação na pele (STARLING et al., 2002). Quando a temperatura do ambiente ultrapassa os valores máximos suportados pelo animal em conforto térmico, a umidade relativa equivale a um fator importante na eliminação do calor, porque em condições de alta umidade, o ar saturado inibe a evaporação da água pelo sistema respiratório e pele, dificultando as perdas de calor por evaporação (SOTA, 1996).

2.7.6 Velocidade do vento

A velocidade do vento (V), é um elemento necessário para que as perdas de calor por convecção e evaporação sejam delimitadas, intervindo diretamente no conforto térmico (TAKAHASHI; BILLER; TAKSAHASHI, 2009). Segundo Costa (2014), a V deve ser considerada como um fator favorável para o conforto térmico dos animais. Segundo este autor, quando entendemos as exigências do ambiente térmico para os bovinos leiteiros, pode-se projetar as instalações com o objetivo de prover ventilação adequada, sendo ela natural ou artificial que satisfaça o tipo de animal específico.

A V influencia se os animais vão estar sujeitos a estresse por frio ou calor (MANCERA et al., 2011). Em climas quentes, para que os animais possam manter uma boa produtividade, preconiza-se uma velocidade de vento de $2,2 \text{ m.s}^{-1}$ de acordo com Hahn (1985).

2.7.7 Índice de Temperatura e Umidade (ITU)

A temperatura ambiente e umidade do ar são avaliadas conjuntamente por um indicador de conforto térmico chamado Índice de Temperatura e Umidade (ITU) (VIANA et al., 2009). Segundo tais autores, em regiões produtoras de leite o estudo do ITU representa um importante recurso, assessorando produtores na escolha dos meios mais compatíveis de acondicionamento térmico dos animais.

Bohmanova, Misztal e Cole (2007) relatam que, devido às diferentes sensibilidades das raças à temperatura ambiente e à umidade relativa, foram desenvolvidas várias equações para o cálculo do ITU. A mais recente foi desenvolvida pela pesquisa de Berman e colaboradores (2016):

$$\text{ITU} = 3,43 + 1,058 \times T_{\text{bs}} - 0,293 \times \text{UR} + 0,0164 \times T_{\text{bs}} \times \text{UR} + 35,7$$

Onde:

T_{bs} : temperatura de bulbo seco, em °C;

UR: umidade relativa do ar, em %.

O ITU, desenvolvido por Thom (1959), fundamentou-se na temperatura de bulbo seco e na umidade do ar, avaliada a partir do ponto de orvalho. O ITU é estipulado pela equação:

$$\text{ITU} = T_A + -0,36T_{\text{po}} + 41,5$$

Em que:

TA: temperatura ambiente, em °C;

Tpo: Temperatura do ponto de orvalho, em °C.

A temperatura do ponto de orvalho é dita como a temperatura na qual a água começa a condensar, conforme Batista e Soares (2004).

A caracterização de efeitos advindos do estresse térmico conforme a variação do ITU foram classificados por Armstrong (1994): ITU como brando (72 a 78), moderado (79 a 88), severo (89 a 98). Segundo o autor, o ITU abaixo de 72 representaria um ambiente com ausência de estresse por calor. Pires e Campos (2004) sugerem a seguinte classificação: menor ou igual a 70 como sendo uma faixa normal, o animal se encontra em ZTN ideal para seu desempenho produtivo, 70 a 72 como alerta e sugerem condições ambientais no limite da ZTN para um desempenho produtivo adequado, 73 a 78 como alerta e acima do limite crítico para produção, nessas condições o desempenho animal cai e a produção já está comprometida, 79 a 82 como perigo, os processos fisiológicos dos animais estão comprometidos, acima de 82 como emergência, o animal não consegue controlar a temperatura, e pode vir a óbito).

Thatcher e colaboradores (2010) classificam a situação como emergente quando o ITU for superior a 88 Aguiar, Baccari Junior e Teodoro (1995) observaram um aumento da frequência respiratória média em vacas holandesas em ITU de 79, chegando a 68 mov.min⁻¹. Azevedo e colaboradores (2005) observaram um aumento da frequência respiratória em animais mestiços 1/2, 3/4 e 7/8 HZ (holandês – zebu) quando o ITU apresentava valores de 63, 61, e 60, respectivamente, e aumento da temperatura retal dos três grupos a partir de um ITU igual a 72, 67 e 63, respectivamente, atribuindo esses resultados ao que foi referido por Lemerle e Goddard (1986), em que pode haver um aumento da temperatura retal antes que seja atingido o valor crítico do ITU.

2.8 Variáveis fisiológicas

O estresse térmico é responsável por modificar a homeostase e tem sido avaliado através das variáveis fisiológicas tais como: frequência respiratória, temperatura retal e temperatura superficial corporal (COSTA, 2014). Na ótica bioclimática, mesmo para animais mestiços, os quais são considerados mais tolerantes ao calor, podem ocorrer alterações nesses parâmetros (NARDONE, 1988; TORRES JUNIOR et al., 2008). Portanto, a observação das respostas fisiológicas vem sendo habitualmente empregada como maneira de compreender o

comportamento, assim como o grau de adaptação dos animais em condições de estresse térmico (SMITH et al., 2006).

2.8.1 Frequência Respiratória

Segundo Robertshaw (2006), o aumento da frequência respiratória pode estar relacionado à exposição ao calor e sua elevação pode ocorrer antes do aumento da temperatura retal. O aumento ou diminuição da frequência respiratória pode resultar da intensidade e duração da exposição ao estresse térmico que os animais estão submetidos (MARTELLO, 2006).

Segundo Martello (2006), o primeiro mecanismo que é acionado pelos bovinos visando a perda de calor frente ao estresse térmico é a vasodilatação periférica, o segundo é a sudorese e, logo após, a respiração, sendo o aumento da frequência respiratória o primeiro sintoma perceptível. A frequência respiratória comum em bovinos adultos está entre 12 e 36 mov.min⁻¹ (STOBER, 1993), mas pode exibir valores mais extensos, entre 24 e 36 mov.min⁻¹ (TERRA, 1993). Sob estresse térmico, a frequência respiratória eleva-se antes da temperatura retal (BIANCA, 1965) e, em geral, nota-se taquipnéia em bovinos em ambientes com temperatura elevada (BOTTAR; MULLER; SMITH, 1994; COELHO; FERREIRA; PIRES; 1998; STOBER, 1993).

2.8.2 Temperatura Retal

Para bovinos adultos a temperatura retal fisiológica indicada está entre 38°C e 39,5°C (CATTLEMAN; VALE, 2013). Para que a temperatura corpórea seja mantida, o calor vindo do metabolismo e da absorção de calor do meio, deve estar em equilíbrio entre o calor produzido e liberado para o ambiente (PERISSINOTO et al., 2009). A temperatura retal é utilizada frequentemente como parâmetro de adequação fisiológica ao ambiente quente, pois sua elevação indica que os mecanismos de liberação de calor tornaram-se insuficientes para manter a homeotermia (DALCIN, 2013).

2.8.3 Temperatura Superficial Corpórea

Condições ambientais de temperatura ambiente, umidade relativa, velocidade vento, radiação solar, tem relação com a temperatura superficial corpórea (TS), podendo afetar as condições fisiológicas do animal, como a vascularização e a evaporação pelo suor (SILVA,

2000). Baccari Júnior (2001) relata que, quando a temperatura da pele é maior que a do ambiente, o organismo transfere calor às moléculas de ar, gerando uma troca térmica. Baêta e Souza (2010) questionam que quando o animal está em um ambiente térmico estressante, sendo este com altas temperaturas, conforme a TS se aproxima da temperatura ambiente, as trocas de calor sensível deixam de ser realizadas para que haja balanço homeotérmico, pois o gradiente de temperatura torna-se pequeno, tendo uma efetividade menor, tendo o animal que acionar os mecanismos para a troca de calor latente.

Segundo Scharf e colaboradores (2008), algumas condições podem intervir a relação entre a temperatura ambiente e temperatura superficial corpórea do animal, estimulando uma vasodilatação visando a manutenção da homeostase (SILVA, 2008). Animais à pasto sem acesso a sombra absorvem mais radiação solar direta e têm a TS mais elevada, quando comparados com animais com acesso a sombra (CAMPOS; NAVARINI; KLOSOWSKI, 2009).

Martello (2002) verificou em seu estudo que vacas da raça Holandesa alojadas em instalações climatizadas apresentaram uma temperatura da superfície corpórea com variação de 31,6°C (6h) a 34,7°C (13h), sem apontar que o animal estava sofrendo estresse pelo calor. Perissinotto (2006) avaliou o efeito do estresse por calor sobre os parâmetros fisiológicos de vacas em lactação na utilização de sistemas de climatização e constataram que, em sistemas de nebulização e aspersão, quando associados com ventilação, reduziu-se significativamente a temperatura do barracão em comparação com o ambiente externo, em torno de 1,6°C, favorecendo a uma menor temperatura da superfície corpórea conseqüentemente.

A temperatura superficial corpórea pode ser quantificada em pontos distintos no animal, como fronte, costela, flanco, perna, úbere e em animais com pelagem malhada, também pode-se medir temperatura no pelame branco e preto (ALVES; FILHO, 2017). Segundo resultados de Salles et al. (2016), quando a TS é aferida na testa e flanco direito do animal, esta apresenta correlações com o ITU, demonstrando que determinadas regiões no corpo do animal podem indicar efeitos do ambiente sobre respostas termorregulatórias dos animais.

2.9 Mecanismos de produção de calor

Segundo Medeiros e Vieira (1997), o calor corporal resulta da oxidação de elementos vindos dos alimentos, da energia liberada no metabolismo basal, para crescimento e atividade fisiológica produtiva, por exemplo, e do calor oriundo do ambiente. Ainda de acordo com

estes autores, especialmente quando os animais são criados a pasto, estes absorvem o calor direta ou indiretamente da radiação solar, sendo incorporado ao calor produzido pelo metabolismo, formando o calor total, que deve ser parcialmente extravasado para o ambiente para que o animal mantenha seu equilíbrio homeostático.

2.10 Mecanismos de perda de calor

Nos processos de termólise (perda de calor), ocorrem trocas de energia entre o animal e o ambiente externo, podendo ser de forma sensível ou latente (SILVA, 2000). Segundo o autor, existem dois mecanismos de perda de calor: sensíveis (condução, convecção e radiação), e insensíveis (evaporação: pela superfície cutânea e pela respiração). As trocas de calor sensível são estabelecidas pela diferença entre a temperatura ambiente e a temperatura superficial corpórea (ROBERTO, 2012). Já as trocas de calor insensível não são dependentes desse gradiente de temperatura entre o corpo do animal e o ambiente, porém há maior gasto de energia para que essa troca seja feita e o animal mantenha sua homeostase térmica (VILELA, 2008).

2.10.1 Condução

A perda de calor por condução ocorre devido ao contato físico do corpo do animal com uma temperatura inferior de alguma superfície, sendo verificado em bovinos de leite a ocorrência mais comum dessas trocas por meio de lagoas, barro ou piso cimentado (SOUZA, 2003). No fluxo de calor por condução, uma molécula quente do corpo, se choca com uma outra molécula próxima com temperatura inferior e transfere parte de sua energia cinética, tendendo assim a um equilíbrio (BAÊTA; SOUZA, 2010). A condução é a forma de troca de calor sensível que menos contribui no processo de termólise pelo animal, devido a necessidade de contato com uma superfície de temperatura inferior (HARDY, 1981).

2.10.2 Convecção

A convecção é uma forma de perda de calor do animal para o ambiente, na qual o ar, em contato com a pele, é aquecido e, como o ar quente é considerado menos denso, este sobe, ocorrendo uma troca do ar quente por um mais frio, propiciando correntes convectivas

próximas à superfície da pele, sustentando assim um gradiente de temperatura entre a pele e o ar (KADZERE et al., 2002). Essa forma de troca de calor difere da condução por existir translocação de moléculas e ainda porque o calor que é trocado depende da TS, além de sua característica e tamanho (BAÊTA; SOUZA, 2010).

2.10.3 Evaporação

Em ambientes tropicais o mecanismo de perda de calor considerado como sendo o mais eficiente é o evaporativo, por este não depender de um diferencial de temperatura entre o organismo e o ambiente (VILELA, 2008). Para bovinos em ambiente tropical, a evaporação torna-se o principal mecanismo termolítico quando a temperatura do ar se eleva acima de 30°C, com baixa umidade relativa do ar, podendo ser responsável por até de 80% do fluxo total de calor latente (BAÊTA; SOUZA, 2010). Segundo Mcdowell (1985), há um aumento no consumo de água frente ao estresse calórico, o que proporciona maior conforto ao animal, sendo este o principal substrato para que haja termólise evaporativa através de respiração e sudação.

É fundamental destacar que a perda de calor por meio da evaporação na superfície cutânea não ocorre somente pelo suor produzido pelas glândulas sudoríparas (sudação), há também o processo de perspiração, que é a difusão do vapor dos fluidos derivados dos tecidos abaixo da epiderme, ou seja, é a difusão da água por meio da epiderme, contribuindo na dissipação de calor (SILVA, 2000). Assim, as taxas de evaporação cutânea normalmente referem-se a um volume de água maior que o secretado apenas pelas glândulas sudoríparas separadamente (SILVA; STARLING, 2003).

2.10.4 Radiação

A radiação pode ser considerada um meio de troca térmica do animal com o ambiente, onde a perda ocorre quando há transferência do seu calor para o meio ambiente por meio de ondas eletromagnéticas longas (MACHADO, 1998). Quando um corpo recebe energia radiante, há aumento de carga interna e assim, a temperatura aumenta ocorrendo também o processo inverso (KADZERE et al., 2002).

2.11 Mecanismos de adaptação dos bovinos

A adaptação do animal ao calor está relacionada com modificações estruturais, funcionais ou comportamentais visando a sobrevivência, reprodução e produção em condições adversas (BRIDI, 2010). A superfície cutânea, constituída pela epiderme e anexos (pêlos, lã, glândulas sudoríparas e glândulas sebáceas) representam a mais extensa forma de contato entre o organismo e o ambiente (HAFEZ, 1973).

Segundo este autor, a pigmentação da capa externa do animal influencia as trocas térmicas com o ambiente. As raças bovinas zebuínas, adaptadas às regiões tropicais, apresentam uma epiderme com maior pigmentação quando comparada às de origem europeia. O pelame escuro apresenta maior absorção e menor reflexão da radiação térmica, ocasionando maior estresse térmico para os animais, em pelames claros, há maior penetração da radiação solar que os escuros (BRIDI, 2010). Segundo este autor, bovinos que dispõem de pelames mais espessos demonstram maior dificuldade em eliminar calor latente via evaporação cutânea e, mesmo que a epiderme pigmentada ofereça proteção contra a radiação ultravioleta, esta é responsável por absorver maior quantidade de radiação térmica. Segundo Silva (1999), o bovino mais adaptado para ser criado a pasto em regiões tropicais é aquele que apresenta um pelame de cor clara com pêlos curtos, grossos, medulados e bem assentados sobre a epiderme bem pigmentada.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido no setor de bovinocultura de leite na Fazenda Experimental do Glória (869 m de altitude, 18° 55' 03,5'' de latitude sul e 48° 15' 31,2'' de longitude oeste) da Faculdade de Medicina Veterinária (FAMEV) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), localizada na cidade de Uberlândia/MG. A pesquisa foi realizada no período de novembro e dezembro de 2016 e em janeiro e fevereiro de 2017, meses caracterizados por elevadas temperaturas ambientais e altos valores do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) (NASCIMENTO; NASCIMENTO; SILVA, 2014).

Foram utilizadas 08 novilhas mestiças, sendo 5 totalmente pretas e 3 malhadas, com massa corporal média entre 400 e 500 Kg, criadas a pasto. Em média, 5 dias por mês, que foram ensolarados e sem chuva, os animais foram expostos ao sol no curral de manejo das 09h às 13h, com água *ad libitum*. Logo após, foram conduzidas para o tronco individualmente para a avaliação da frequência respiratória, da temperatura retal e da superfície corpórea. Enquanto eram medidos os parâmetros fisiológicos de termorregulação de cada novilha, as outras continuaram expostas ao sol.

A frequência respiratória foi quantificada pela contagem do número de movimentos da região do flanco direito, com intervalo de trinta segundos e multiplicado por dois. A temperatura retal, com o auxílio de um termômetro clínico veterinário, o qual permaneceu na mucosa retal durante dois minutos na profundidade de 5 cm. Por fim, a TS foi medida no flanco direito, com um termômetro de infravermelho digital, direcionado perpendicularmente à superfície do corpo e afastado a 10 cm da mesma. Nas novilhas malhadas, a TS foi mensurada separadamente na região branca e na preta.

A cada avaliação de um animal, foram mensuradas as temperaturas de bulbo seco e de bulbo úmido por um termohigrômetro de mercúrio. A temperatura do globo negro foi quantificada pelo termômetro de globo, colocado a 0,9 m de altura e exposto ao sol. A velocidade do vento foi mensurada pelo anemômetro. Já a pressão de saturação da temperatura de bulbo úmido ($P_s(T_u)$), a pressão parcial de vapor (P_v), a pressão de saturação da temperatura de bulbo seco ($P_s(T_a)$) e a umidade relativa (UR) foram calculados conforme as equações sugeridas por Silva (2000):

$$P_s(T_u) = 0,61078 \times 10^9 \left((7,5 \times T_{bu}) / (T_{bu} + 237,5) \right);$$

$$P_v = P_s(T_u) - 0,061078 \times 10^9 \left((7,5 \times T_{bs}) / (T_{bs} + 237,5) \right);$$

$$P_s(T_a) = 0,6178 \times 10^9 \left((7,5 \times T_{bs}) / (T_{bs} + 237,5) \right);$$

$$UR\% = 100 \times P_v / P_s(T_a).$$

A partir desses dados, foi calculado o ITU segundo Berman et al. (2016):

$$\text{ITU} = 3,43 + 1,058 \times \text{Tbs} - 0,29 \times \text{UR} + 0,0164 \times \text{Tbs} \times \text{UR} + 35,7$$

Foi usado o programa Action 2.9 para a realização das estatísticas descritivas das variáveis fisiológicas, ambientais e do ITU. A associação entre o ITU e os parâmetros fisiológicos de termoregulação foi realizada pela correlação linear simples de Pearson, com significância de 5%. Assim, foi estimada a eficiência do ITU em expressar a resposta do animal ao ambiente (SILVA; MORAIS; GUILHERMINO, 2007).

As oito novilhas mestiças, com massa corporal média em novembro de 2016 próxima aos 500 kg, criadas a pasto, o qual possuía gramíneas como *Urochloa* syn *Brachiaria* “braquiariinha”, e Tifton 85. Os animais não eram suplementados, a não ser com sal mineralizado, dispondo somente de pastagem como fonte de alimentação, porém em quantidade favorável, pois o experimento foi realizado no período chuvoso, o qual contribuiu para uma maior massa de forragem disponível para esses animais. Mas, não foram medidas massa e composição da forragem.

Os animais foram pesados quinzenalmente, após jejum de 12 horas, durante todo o período experimental visando observar se houve diferença no ganho médio mensal de massa corporal das novilhas nos meses de maior estresse por calor. Foi avaliada a média da massa corporal das novilhas em todos os meses e também o ganho médio de massa corporal de um mês para o outro. A avaliação mensal do ambiente térmico foi feita com base nos dados mensais mínimo, médio e máximo de temperatura ambiente e umidade relativa oriundos da Estação Meteorológica da Fazenda Experimental Glória: latitude 18° 57' 38,00" S; longitude 48° 12' 16,80" O. Com tais dados e utilizando a mesma equação supracitada do ITU (BERMAN et al., 2016), também foram calculados os seus valores mensais mínimo, médio e máximo para avaliar possível efeito do ambiente térmico no desenvolvimento das novilhas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apesar do estudo ter sido realizado nos meses em que são observadas elevadas temperaturas ambientais na região avaliada, a temperatura ambiente média (Tabela 1) esteve dentro dos padrões para a criação de gado mestiço, pois, segundo Silva (2000), o ideal é entre 7°C e 35°C. A umidade relativa média (Tabela 1) também esteve dentro do intervalo ideal para os bovinos, que é entre 50% e 70% (ALMEIDA et al., 2014), porém os valores máximo e mínimo observados extrapolaram tais limites. No entanto, deve ser considerado que os meses do experimento (novembro a fevereiro) são de grande concentração de chuvas na região (primavera e verão).

Tabela 1 - Valores de variáveis do ambiente térmico, do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e das variáveis fisiológicas de novilhas leiteiras mestiças em Uberlândia, MG, de novembro de 2016 a fevereiro de 2017.

ITU, Variáveis Ambientais e Fisiológicas	Média	Variação
Temperatura ambiente/bulbo seco (°C)	29,96 ± 0,13	24,5 a 33
Umidade Relativa (%)	50,51 ± 0,53	39,22 a 80,61
Temperatura do globo negro (°C)	41,73 ± 0,35	29 a 50,5
Velocidade do vento (m.s ⁻¹)	0,11 ± 0,02	0 a 1,2
ITU (BERMAN et al., 2016)	79,10 ± 1,85	74,67 a 83,58
Temperatura Retal (°C)	38,85 ± 0,03	38 a 40,2
Frequência Respiratória (mov.min ⁻¹)	41,97 ± 0,89	20 a 76
Temperatura Superficial Corpórea (°C) - Flanco Preto	35,82 ± 0,11	28,8 a 39,1
Temperatura Superficial Corpórea (°C) - Flanco Branco	35,04 ± 0,18	30,9 a 37,6

A temperatura média do globo negro (Tabela 1) apresentou-se acima dos limites de conforto térmico indicados por Mota (2001), que considera acima de 35°C valores críticos para os bovinos. Além disso, esse valor médio tão superior à temperatura ambiente média, como ocorreu no presente estudo, demonstra a intensidade da radiação sobre os animais no período mais quente do dia (FONSÊCA et al., 2016). Com relação à velocidade do vento (Tabela 1), mesmo o valor máximo obtido esteve abaixo do indicado por Hahn (1985), que preconiza 2,2 m.s⁻¹ como ideal para o gado leiteiro, o que prejudica as perdas de calor do corpo do animal para o ambiente e, assim, aumenta o seu desconforto térmico.

Por fim, o ITU médio (Tabela 1) indicou que as novilhas avaliadas, cuja composição genética variou de 3/4 a 5/8 Holandês-Zebu, estiveram expostas ao estresse por calor, pois, segundo uma pesquisa realizada pela Embrapa Gado de Leite (AZEVEDO et al., 2005), baseado na frequência respiratória, estimaram-se valores críticos de ITU superiores a 77 e 76 para os bovinos dos grupos genéticos 3/4 e 7/8 Holandês-Zebu, respectivamente. O ITU é um índice de estresse térmico que avalia conjuntamente a temperatura do ar e a umidade do ar. Assim, Berman e outros (2016), ao proporem uma nova equação para o seu cálculo, levaram em consideração a forte interação que há entre essas duas variáveis para avaliar mais precisamente o potencial impacto delas na termorregulação dos bovinos.

Apesar dos elevados valores do ITU, a temperatura retal média (Tabela 1) apontou uma adaptação das novilhas ao calor, pois esteve dentro da fração considerada normal para o gado leiteiro, 38°C a 39°C (MOURA; PERISSINOTO, 2007). Ainda segundo estes autores, quando a temperatura retal se mantém nos padrões de normalidade, indicam que os mecanismos de termorregulação foram eficientes em eliminar o excesso de calor, mantendo sua homeostase. Portanto, pode-se afirmar que as novilhas, por manterem a sua temperatura retal média normal, conseguiram dissipar calor para o ambiente.

A frequência respiratória média das novilhas (Tabela 1) reafirmou a hipótese de adaptação das mesmas ao calor, pois Almeida Neto e colaboradores (2014) afirmam que um valor inferior a 60 mov.min⁻¹ determina ausência de estresse por calor ou que este apresenta pequena intensidade e que o animal consegue manter a sua homeotermia. No estudo desenvolvido por Lima e colaboradores (2013), estes avaliaram as variáveis fisiológicas de vacas da raça Girolando e observaram que, em ambiente com temperaturas médias de 28,2°C e ITU de 78,5, as vacas 1/2 sangue tiveram menor valor de frequência respiratória média, próxima àquela encontrada na presente pesquisa, 42 mov.min⁻¹. Já as vacas com maior grau sanguíneo Holandês apresentaram uma maior frequência respiratória, se aproximando de 58 mov.min⁻¹.

A temperatura superficial corpórea, tanto no flanco preto, quanto no flanco branco, apresentou uma média relativamente alta (Tabela 1), pois Martello (2006) indica que o seu intervalo normal varia entre 31,6°C e 34,7°C. Porém, esse valor médio foi ligeiramente maior quando medido no flanco preto (Tabela 1), confirmando o que foi dito por Mcdowel (1996), a pelagem branca absorve menos a radiação solar que a pelagem preta. Conforme Barbosa e outro (2014), a temperatura superficial corpórea se eleva quando os animais estão expostos ao sol, pois há um decréscimo do gradiente térmico entre a superfície do organismo e o meio ambiente, reduzindo a perda de calor pelos mecanismos de radiação, condução e convecção.

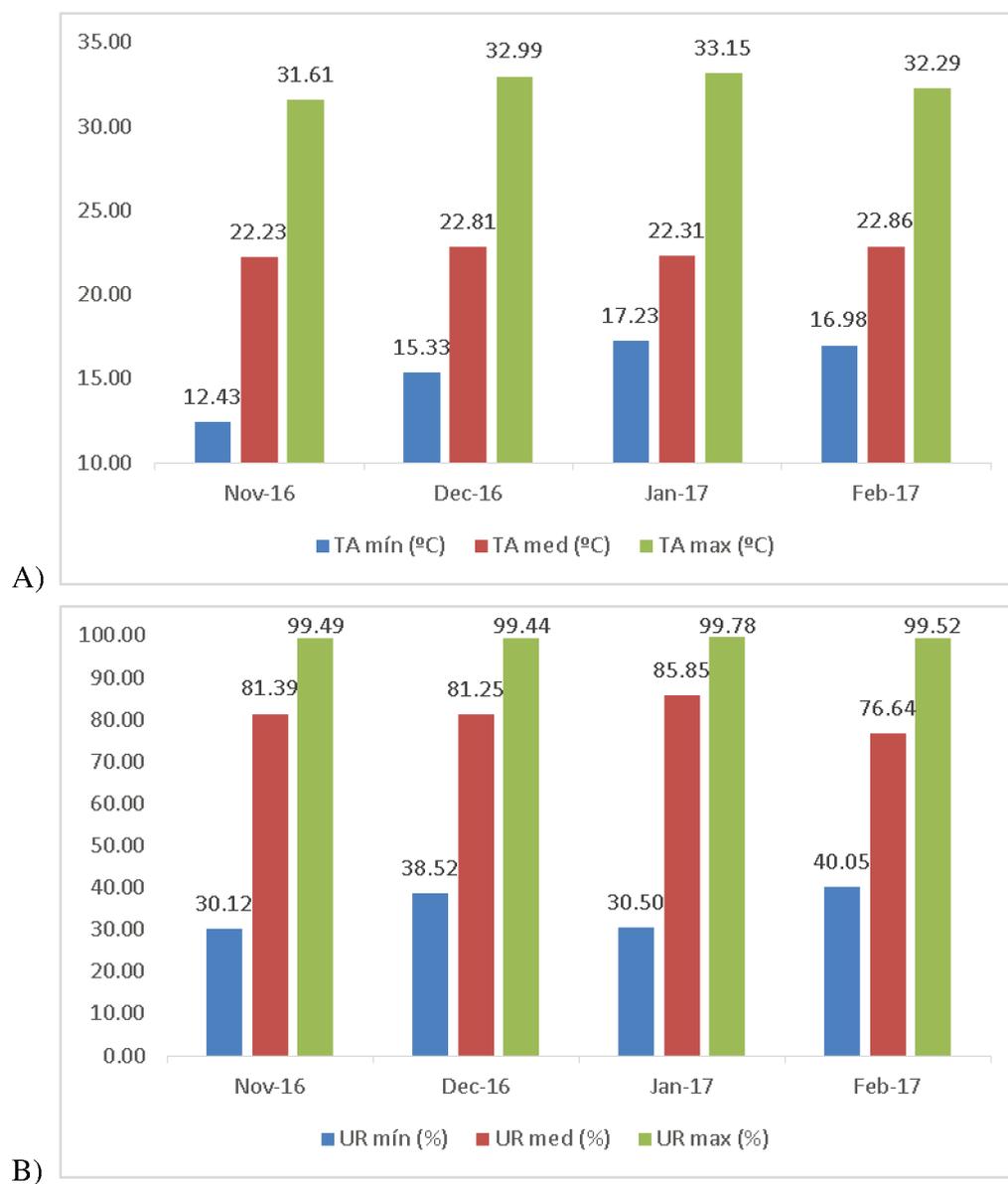
Os valores obtidos também foram superiores àqueles encontrados por Martello (2002), que não verificou estresse por calor em vacas Holandesas alojadas em instalações climatizadas, sendo a temperatura superficial corpórea desses animais de 34,7°C às 13h, mesmo horário de coleta dos dados no presente estudo.

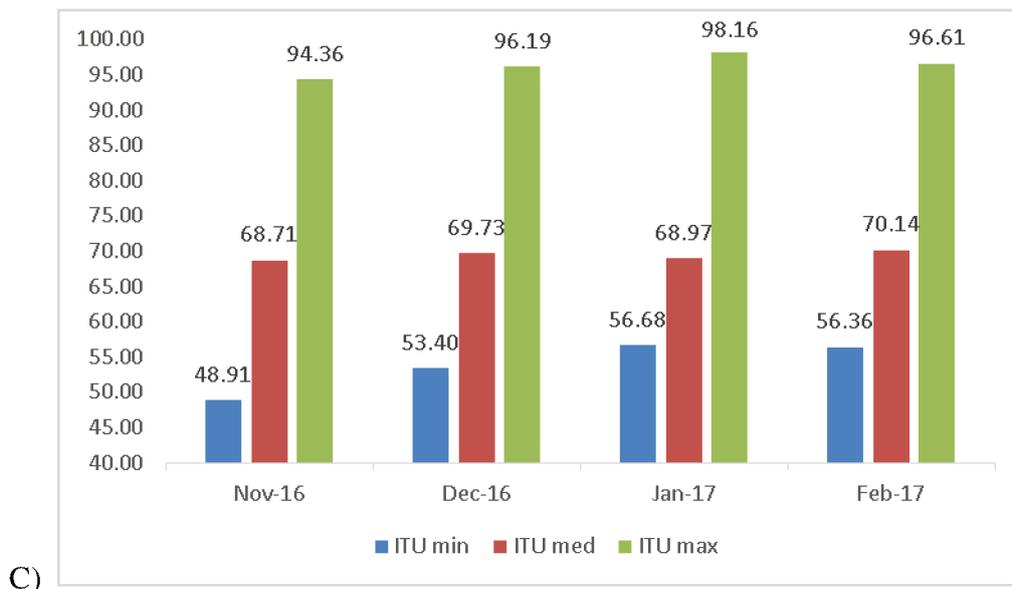
Houve uma correlação significativa e positiva entre o ITU e a frequência respiratória (0,265), o que indica que um aumento do ITU é acompanhado por um acréscimo da frequência respiratória. Tal resultado pode ser justificado pelo fato da resposta mais visível dos bovinos ao estresse por calor ser a taquipnéia, que objetiva eliminar o excesso de calor endógeno por evaporação, sendo também a frequência respiratória uma variável bem mais sensível de se avaliar do que a temperatura retal, especialmente em bovinos jovens (LINHARES et al., 2015).

Assim, justifica-se a ausência observada de uma correlação significativa entre o ITU e a temperatura retal (0,144), a qual não é um indicador tão confiável de estresse por calor quanto a frequência respiratória (AZEVEDO et al., 2005). Já a temperatura superficial corpórea apresentou correlação significativa e positiva com o ITU, (0,603) no flanco branco e (0,580) no flanco preto. Segundo Barbosa e colaboradores (2014), essa variável fisiológica aumenta significativamente quando os animais estão expostos ao sol, situação em que o ITU se elava. Além disso, sabe-se que, à medida que o estresse por calor se intensifica, o que é acompanhado pelos valores do ITU, a eficiência da termólise pelos mecanismos sensíveis diminui como consequência do menor gradiente de temperatura entre a superfície do corpo do animal e o ambiente, o que leva o organismo a tentar manter a sua temperatura corporal profunda estável por meio de uma vasodilatação, para que haja um aumento do fluxo sanguíneo periférico e da temperatura corporal superficial (DA SILVA; CAMPOS MAIA, 2013).

Referente aos dados oriundos da Estação Meteorológica da Fazenda Experimental Glória do mesmo período (novembro de 2016 a fevereiro de 2017), a figura 4-A mostra que novembro foi o mês com a menor temperatura ambiente mínima, seguido por dezembro. Janeiro e fevereiro tiveram mínimas iguais. Já as temperaturas máximas mais elevadas foram verificadas nos meses de dezembro e especialmente em janeiro, o ITU mais elevado também foi observado no mês de janeiro (Figura 4-C).

Figura 4. Valores mínimos, médios e máximos mensais da temperatura ambiente (TA) (A), umidade relativa (UR) (B) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) (C), de novembro de 2016 a janeiro de 2017, em Uberlândia-MG.





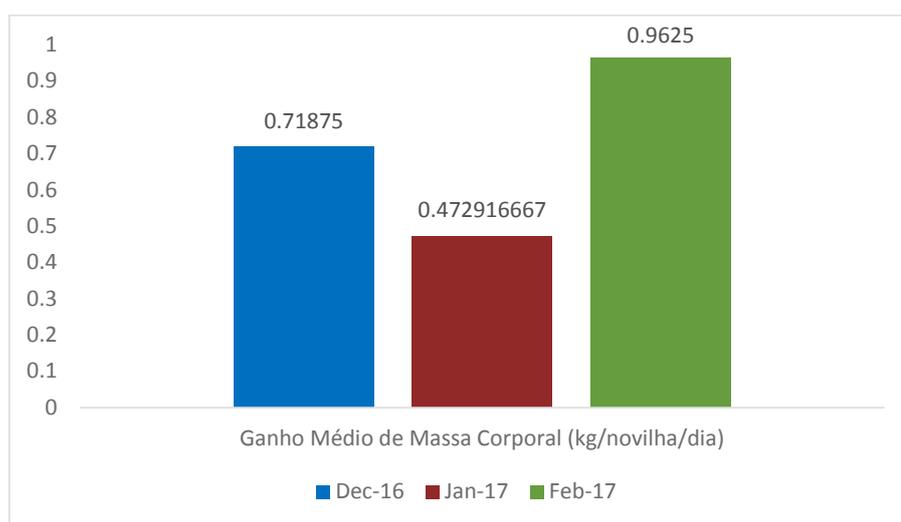
No presente estudo, dezembro e janeiro além de terem apresentado as maiores temperaturas máximas, também foram os meses com os valores mais elevados de umidade relativa máxima (Figura 4-B), a qual esteve acima do limite superior sugerido por Almeida e colaboradores (2014) de 70%, chegando aos 98%, o que pode acarretar em maior dificuldade para que o animal perca calor por evaporação nessas condições. Quando a temperatura ambiente se encontra acima da temperatura corpórea, o resfriamento evaporativo torna-se a principal forma de perda de calor, dependendo da umidade relativa e tendo uma maior eficácia em áreas de baixa umidade (ROBINSON, 2004; SILVA, 2000). Em altas temperaturas ambientais e alta umidade, o mecanismo de perda de calor por evaporação é dificultado (SILVA, 2000).

A massa corporal média das novilhas no início do experimento foi de 495,6 kg e no final foi de 560,25 kg (Figura 5), demonstrando que durante a pesquisa as novilhas ganharam massa corporal, sendo o ganho médio de 21,6 kg em dezembro e de 28,8 kg em fevereiro, equivalendo a 0,718 gramas/dia/novilha e a 0,965 gramas/dia/novilha, respectivamente (Figura 6) superando o que é indicado por Domingues e outros (2008) como ideal, que é um ganho diário de 600 gramas/dia/novilha para animais criados a pasto durante a época das águas.

Figura 5. Massa corporal média mensal de novilhas leiteiras mestiças de novembro de 2016 a janeiro de 2017 em Uberlândia-MG.



Figura 6. Ganho médio mensal de massa corporal de novilhas leiteiras mestiças de novembro de 2016 a janeiro de 2017 em Uberlândia-MG.



Já em janeiro, a média de ganho de massa corporal dos animais foi inferior, 14,19 kg, representando 0,472 gramas/dia/novilha, mês que apresentou justamente a maior temperatura ambiental máxima (Figura 4-A), chegando a 32,8°C, e também os maiores valores de ITU máximo, próximos a 98 (Figura 4-C). Conforme Beede e Collier (1986), a partir de 25 °C a

27°C, há uma queda na ingestão voluntária de matéria seca, que é prejudicada e influenciada pela temperatura ambiente. Segundo Muller (1982), nas raças bovinas europeias, há uma redução no ganho de massa corporal em temperaturas acima de 24°C, sendo que os efeitos se agravam em temperaturas entre 29 °C e 32 °C, onde o ganho de massa corporal é interrompido, intervalo de temperatura a que as novilhas estavam expostas em janeiro, quando houve redução no ganho de massa corporal. Vale ressaltar que, o valor nutritivo, a estrutura da forragem e massa de forragem também são fatores que influenciam o ganho de peso de animais a pasto.

Segundo Polastre (1989), em regiões tropicais, mesmo o animal dispondo de uma alimentação e manejo adequados, se ele não conseguir estabelecer equilíbrio térmico, haverá consumo de energia para manter o equilíbrio homeostático térmico, sendo que esta poderia estar sendo utilizada para outras funções, como o desenvolvimento corporal ou produção. Um menor consumo de matéria seca e maior exigência de manutenção foi verificado por Farghaly, Habeeb, Marai (1999) em novilhas expostas ao estresse por calor, evidenciando que essa categoria animal também é afetada.

5 CONCLUSÃO

Novilhas leiteiras mestiças em exposição ao sol por 4 horas mantêm respostas fisiológicas de termorregulação dentro do padrão de normalidade, mostrando sua adaptabilidade ao ambiente quente e de intensa radiação solar. A frequência respiratória correlaciona com o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e pode ser utilizada para avaliar o efeito do estresse por calor em novilhas leiteiras mestiças, assim com a temperatura superficial corpórea. Por fim, o ganho de massa corporal desses animais pode ser comprometido em função do ambiente térmico desconfortável na região de Uberlândia-MG.

REFERÊNCIAS

- ARMSTRONG, D.V. Heat stress interaction with shade and cooling. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.2044-2050, 1994.
- AZEVEDO, M.; PIRES, M. F.A.; SATURNINO, H. M.; LANA, M. A. 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 e 7/8 Holandês-Zebu em Lactação. **Revista Brasileira Zootecnia** v.34, n.6, p.2000-2008, 2005.
- ALMEIDA, C. P.; KLOSWSKI, E. S.; NAVARINI, F. C.; CAMPOS, A.; TEIXEIRA, R. A. Conforto térmico de bovinos da raça nelore a pasto sob diferentes condições de sombreamento e a pleno sol. **Engenharia Agrícola** v.29, n.4 2009.10 p.
- ALMEIDA NETO, L. A; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G. L. P.; GUISELINE, C. Climatização na pré-ordenha de vacas girolando no inverno semiárido. **Revista brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.18, n.10, p.1072-1078, 2014.
- ALTAFIN, I.; PINHEIRO, M.; VALONE, G.; GREGOLIN, A.; PRODUÇÃO FAMILIAR DE LEITE NO BRASIL: um estudo sobre os assentamentos de reforma agrária no município de Unaí (MG). **Revista UNI**, n.1, p.31-49, jan-jul 2011.
- ASSIS, A. G.; STOCK, L. A.; CAMPOS, O. F.; GOMES, A. T.; ZOCCAL, R.; SILVA, M. R. **Sistemas de produção de leite no Brasil**. Juiz de Fora: EMBRAPA Gado de leite. Circular técnica, n.85, dez. 2005. 6 p. Disponível em: <<http://www.cnpqgl.embrapa.br/nova/publicacoes/circular/CT85.pdf>> Acesso em: 28 out. 2017.
- AZÊVEDO, A. M. M. R.; ALVES, A. A. **Bioclimatologia aplicada à produção de bovinos leiteiros nos trópicos**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2009. 83 p. (Embrapa Meio-Norte. Comunidade Técnico, 188). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/664507/bioclimatologia-aplicada-a-producao-de-bovinos-leiteiros-nos-tropicos>> Acesso em: 30 out.. 2016.
- AZÊVEDO, 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 e 7/8 Holandês-Zebu em Lactação. **Revista Brasileira Zootecnia** v.34, n.6, p.2000-2008, 2005. 9 p.
- BACCARI JR, F. Adaptação de sistema de manejo na produção de leite em clima quente. In: SILVA, I. J. O. **Ambiência na produção de leite**.Piracicaba: FEALQ, p. 24-65. 1998.
- BACCARI JR, F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Londrina: UEL, 2001.142 p.
- BACCARI JR, F.; AGUIAR, I. S. TEODORO, S. M. Hipertermia, taquipnéia e taquicardia em vacas holandesas malhadas de vermelho sob stress térmico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 1.,1995, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Biometeorologia, 1995. p.15-16.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações Rurais: conforto térmico animal**. Viçosa:UFV, 2010 246 p.

BARBOSA FILHO, J. A. D.; VIEIRA, F. M. C.; GARCIA, D. B.; SILVA, M. A. N.; SILVA, I. O. J. **Tabela prática para avaliação do ambiente de confinamento de vacas holandesas em lactação**. Núcleo de Pesquisa em Ambiência: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.nupea.esalq.usp.br/noticias/visualizador_noticias.php?id=26&lg=br> Acesso em: 12 nov. 2017

BARBOSA, O. R.; BOZA, P. R.; 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, 2004.8 p.

BARBOSA, B. R. P.; SANTOS, S. A.; ABREU, U. G. P.; EGITO, A. A ; COMASTRI FILHO, J. A.; JULIANO, R. S.; PAIVA, S. R.; MCMANUS, C.(2014) Tolerância ao calor em bovinos das raças Nelore branco, Nelore vermelho e Pantaneira. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v.15, n.8, p. 854-865. 2014.

BARROS, G. S; BACCHI, M, R, P; MIRANDA, S, H, G; BARTHOLOMEU, D, B; FILHO, J, V, C; OSAKI, M. **Agronegócio Brasileiro: Perspectivas, desafios e uma agenda para seu desenvolvimento**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz Esalq/Usp- Centro de Estudo Avançados em Economia Aplicada. Piracicaba, 2006. 6 p.

BEEDE, D.K.; COLLIER, R.J. Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. **Journal Animal Science**, v.62, p.543-555, 1986.

BERMAN, A.; HOROVITZ, T.; KAIM, M.; GACITUA, H. A comparison of THI indices leads to sensible heat-based heat stress index for shaded cattle that aligns temperature and humidity stress. **International Journal of Biometeorology**, v.60, n.10, p.1453-1462, 2016.

BIANCA, W. Reviews of the progress of dairy science. Section A. Physiology. Cattle in a hot environmental. **Journal of Dairy Research**, v.32, p. 291-345, 1965.

BÓ, G.A.; BARUSELLI, P.S.; MARTINEZ, M.F. Pattern and manipulation of follicular development in *Bos indicus* cattle. **Animal Reproduction Science**, v.78, p.307-326, 2003.

BORGES, A.; MARTINS, T.; NUNES, P.; RUAS, J.; Reprodução de vacas mestiças: potencialidade e desafios. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.39, p.1-9, 2015.

BITTAR, C.; FERREIRA, L. S. **Planilha de Custo de Produção de Novilhas de Reposição: criação própria vs. Terceirização**. São Paulo [2006] Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/animais-jovens/planilha-de-custo-de-producao-de-novilhas-de-reposicao-criacao-propria-vs-terceirizacao-32491n.aspx>> Acesso em: 02 set. 2016

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

BRIDI, A. M. Efeitos do ambiente tropical sobre a produção animal. 2010. Disponível em: <http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologia_arquivos/EfeitosdoAmbienteTropicalsobreaProduçãoAnimal.pdf> Acesso em: 10 nov. 2017.

CAPPELLE, E. R.; FILHO, S. C. V.; CECON, P.R.; SILVA, J. F. C. Estimativas do Consumo e do Ganho de Peso de Bovinos, em Condições Brasileiras. **Revista brasileira zootecnia**, v.30, n.6, p.1857-1865, 2001.

CARVALHO, B C. **Parâmetros reprodutivos, metabólitos e produção de leite de vacas mestiças Holandês x Zebu submetidas a dois manejos pré-parto**. 2009. 193f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

CARVALHO, L. A.; NOVAES, L. P.; MARTINS, C. E.; ZOCCAL, R; MOREIRA, P.; RIBEIRO, A. C. C. L.; LIMA, V. M. B. **Sistemas de Produção: 1.2- Importância Econômica**. Embrapa Gado de Leite, 2002.1p. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteCerrado/importancia.html>> Acesso em: 10 set. 2016.

CARVALHO, L. A.; NOVAES, L, P; GOMES, A, T; MIRANDA, J, E, C; RIBEIRO, A, C,C L; **Sistema de Produção de Leite (Zona da Mata Atlântica)**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, Jan/2003. 12p. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteZonadaMataAtlantica/>> Acesso em: 10 set. 2016.

CASTRO, C. R. T.; PACIULLO, D. S. C. **Boas práticas para implantação de sistemas silvipastoris**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, Ago 2006.6p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/595889/boas-praticas-para-a-implantacao-de-sistemas-silvipastoris>> Acesso em: 13 set. 2016.

CATTELAM, J.; VALE, M. M. Estresse Térmico em Bovinos. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 108, n. 587-588, p. 96-102, dez. 2013.

CHESTER- JONES, H.; LINN, J. **Effect of nutrition and management of dairy heifers on resultant cow longevity**. University of Minesota Extension Service, 2006. 18p. Disponível em: <www.extension.umn.edu/dairy>. Acesso em: 15 out. 2017

CNA destaca cooperação tecnológica com Nova Zelândia na produção de leite [2016]. Disponível em: <<http://www.cnabrazil.org.br/noticias/cna-destaca-cooperacao-tecnologica-com-nova-zelandia-na-producao-de-leite>> Acesso em: 12 nov. 2016

CONCEIÇÃO, M. N. **Avaliação da influência do sombreamento artificial no desenvolvimento de novilhas em pastagens**. 2008. 137f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura "Luiz d Queiroz", Piracicaba, 2008.

COSTA, A. N. L. **Estresse térmico em Fêmeas Bovinas Girolando:3/4Holandês ¼ Gir vs. ½ Holandês ½ Gir, criadas em clima semiárido no estado do Ceará**. 2014. 99f. Tese-Doutor em Zootecnia- Universidade Federal do Ceará, 2014. Fortaleza, CE. 2014.

COSTA, A. N. L.; FEITOSA, J. V. ; MONTEZUMA, P. A. ; SOUZA, P. T.; ARAÚJO, A. A. Rectal temperatures, respiratory rates, production, and reproduction performances of crossbred Girolando cows under heat stress in northeastern Brazil. **International Journal of Biometeorology**, v. 1, p. 10, 2015.

DA SILVA, R. G.; CAMPOS MAIA, A. S. **Principles of Animal Biometeorology**. Heidelberg: Springer Netherlands, 2013. 264p.

DALCIN, V. C. **Parâmetros fisiológicos em bovinos leiteiros submetidos ao estresse térmico**. 2013.49 f. Tese (Mestrado em Zootecnia) – FACULDADE DE AGRONOMIA, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre (RS), 2013.

DOMINGUES, F. N., SILVA, J.F.C., VASQUEZ, H. M.; VIEIRA, R. A. M.; FEROLLA, F. S.; LISTA, F. N. Desempenho ponderal de novilhas mestiças Holandês x Zebu submetidas a duas estratégias de suplementação mineral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.343-349, 2008.

FAVERDIN, P.;BAUMONT, R.;INGVARTSEN, K . L. 1995. **Control and prediction of feed intake in ruminants**. In: Proc. International Symposium on the Nutrition of Herbivores, 4, 1995. Paris.INRA. p. 95-120.

FERREIRA, F.; PIRES, M. F. A.; MARTINEZ, M. L.; COELHO, S. G.;CARVALHO, A. U.; FERREIRA, P. M.; FACURY FILHO, E. J.; CAMPOS, W. E. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 5, p.1-9, 2006.

FERRO, F. R. A.; CAVALCANTI NETO, C. C.; TOLEDO FILHO, M. R.; FERRI, S. T. S.; MONTALDO, Y. C. Efeito do estresse calórico no desempenho reprodutivo de vacas leiteiras. **Revista Verde**, v. 5, n.5, p. 01-25, 2010.

FEITOSA, F. L.; BIRGEL, E. H. Variação da concentração de imunoglobulinas G e M, de proteína total e suas frações eletroforéticas e da atividade da gamaglutamiltransferase no soro sanguíneo de vacas holandesas, antes e após o parto. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 52, n. 2, p. 111–116, 2000.

FONSÊCA, V. D. F. C.; CÂNDIDO, E. P.; GONZAGA, N. S.; SARAIVA, E. P.; FURTADO, D. A.; GAMA, J. F. P.; NASCIMENTO, G. V.; SARAIVA, C. A. S.; ALMEIDA, G. H. O. Thermoregulatory responses of sindhi and guzerat heifers under shade in a tropical environment. **Semina Ciências Agrárias**, v. 37, p. 4327-4338, 2016..

FREITAS, A. F.; DURÃES, M. C.; MENEZES, C. R. A. **Girolando: raça tropical desenvolvida no Brasil**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2002. 20 p. (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 67). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/gado-de-leite/busca-de-publicacoes/-/publicacao/594820/girolando-raca-tropical-desenvolvida-no-brasil>> Acesso em 12 set: 2016.

FREITA, A. F.; MIRANDA, J. E. C. **Raças e tipos de cruzamentos para produção de leite**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2009. p. 1-11. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/gado-de-leite/busca-de-publicacoes/-/publicacao/737102/racas-e-tipos-de-cruzamentos-para-producao-de-leite>> Acesso em: 14. set. 2016.

HAFEZ, E. S. E. **Adaptacion de los animales domésticos**. Labor, S. A. Barcelona, 1973. 563 p.

HAHN, G. L. (1985) **Management and housing of farm animals en hot environments**. In: YOUSEF, M.K. (Ed.) *Stress physiology in livestock*. Boca Raton: CRC Press, v.2, p.151-174, 1985.

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

HEINRICHS, A. J. Raising replacement heifers to meet the needs of the 21st century. **Journal Dairy Science**, v.10, p. 3179–3187,1993.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário, 2006. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.146 p. Disponível em:<<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/default.shtm>> Acesso em: 3 out. 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da Pecuária Municipal – 2014. Disponível em: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:PfYaKmD9VCMJ:https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2015_v43_br.pdf+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br&client=firefox-b-ab> Acesso em : 24 out. 2016.

KADZERE, C. T.; MURPHY, M, R.; SILANIKOVE, N.; MALTZ, E. Heat stress in lactating dairy cows: a review. **Livestock Production Science,Amsterdam**,v. 77, n. 1, p. 59-91, Oct. 2002.

KIST, B. B.; JUNGBLUT, G. **Anuário Brasileiro do Gado de Leite 2016**. Editora Gazeta, Santa Cruz do Sul (RS), 2016. p. 1-24. Disponível em: <<http://www.editoragazeta.com.br/produto/anuario-brasileiro-do-gado-de-leite-2016/>> Acesso em: 03 nov. 2017.

LEMONS, A. M.; TEODORO, R. L. **Utilização de raças, cruzamentos e seleção em bovinos leiteiros**. Coronel Pacheco: Embrapa – CNPGL, 1993. 23 p. (Embrapa–CNPGL. Documentos,52). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/gado-de-leite/busca-de-publicacoes/-/publicacao/590936/utilizacao-de-racas-cruzamentos-e-selecao-em-bovinos-leiteiros>> Acesso em: 27 out. 2016.

LEMERLE, C.; GODDARD, M. E. Assesment of heat stress indairy cattle in Papua New Guinea. **Tropical Animal Health and Production**, v.18, n.4, p.232-242, 1986.

LINHARES, A. S F.; SOARES, D.L.; OLIVEIRA, N.C.; SOUZA, B. B.; DANTAS, N. L. B. (2015). Respostas fisiológicas e manejo adequado de ruminantes em ambientes quentes. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, v.11, n. 2, p. 27 - 33, abr - jun, 2015.

LIMA, I. D. A.; AZEVEDO, M.; BORGES, C. R. D. A.; FERREIRA, M. D. A.; GUIM, A.; ALMEIDA, G. L. P. Thermoregulation of Girolando cows during summertime, in Pernambuco State, Brazil. **Acta Scientiarum, Animal Sciences**, v. 35, n.2, p. 193-199, 2013.

LUCCI, C. **Bovinos leiteiros jovens: nutrição, manejo, doenças**. São Paulo: Nobel; EDUSP, 1989. 371 p.

MACHADO, P. F. **Manejo do bezerro de 7 dias após a desmama até a liberação para cobertura**. 2005. Disponível em: <http://www.megaagro.com.br/lecheria/art_lib_cobertura.asp>. Acesso em: 12 nov.2017

MACHADO, P. F. Efeitos da temperatura sobre a produção, reprodução e sanidade de bovinos leiteiros. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p.179-188.

MADER, T. L.; JOHNSON, L. J.; GAUGHAN, J. B. A comprehensive index for assessing environmental stress in animals. **Journal Animal Science**, v.88, p. 2153-2165, 2010.

MANCERA, A. V.; MENDONZA, M. M.; CRÍSPIN, R. H.; FLORES, F. V.; IZQUIERDO, A. C. Effect of climate factors on conception rate of lactating dairy cows in Mexico. **Tropical Animal Health and Production**, v.43, p.597-601, 2011.

MARAI, I. F. M.; HABEEB, A. A. M.; FARGHALY, H. M. Productive physiological and biochemical changes in imported and locally born Holsteins lactating cows under hot summer conditions of Egypt. **Tropical Animal Health Production**, v.31, n. 4, p.233-243, ago. 1999.

MARCHETO, F. G.; NAAS, I. A.; SALGADO, D. D.; SOUZA, S. R. L. Efeito das temperaturas de bulbo seco e de globo negro e do índice de temperatura e umidade, em vacas em produção alojadas em sistema de free-stall. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 39, n. 6, p. 1-6, 2002.

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

MARTELLO, L. S. **Interação animal-ambiente: efeito do ambiente climático sobre as respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em free-stall**, 2006. 113f. Tese (Doutorado em qualidade e produtividade animal) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

MCDOWELL, R. E. Economic viability of crosses of *Bos Taurus* and *Bos indicus* for dairyn in warm climates. **Journal Dairy Science**, v.79, p.1292-1303, 1996.

MCDOWELL, R.E. **Nutrition of grazing ruminants in warm climates**. Orlando. ACADEMIC PRESS. 1985. 443p.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. L. Apostila Bioclimatologia Animal. UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO- INSTITUTO DE ZOOTECNIA DEPARTAMENTO DE REPRODUÇÃO E AVALIAÇÃO ANIMAL. 1997, 126 p.

MELLACE, M. E. **Eficiência da área de sombreamento artificial no bem-estar animal de novilhas leiteiras criadas a pasto.** 2009. 95f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2009.

MOTA, F. S. **Climatologia zootécnica.** Pelotas: Edição do autor, 104 p.2001.

MÜLLER, P. B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos.** Porto Alegre: Sulina, 1989. 262p.

MULLER, P.B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos.** 2. ed. Porto Alegre: Sulina, 1982. 158 p.

MULLER, C. J. C.; BOTHA, J.A.; SMITH, W.A Production, physiological and behavioral responses of lactating Friesian cows to a shade structure in a temperate climate. IN: BUCKLIN, R.A. (Ed.). INTERNATIONAL DAIRY HOUSING CONFERENCE, 3., 1994, St. JosephI. **Proceedings...** St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers, 1994. p.597-588.

NARDONE, A. Thermoregulatory capacity among selection objectives in dairy cattle in hot environment. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.24, p.295-306, 1998.

NASCIMENTO, C. C. N.; NASCIMENTO, M. R. B. M.; SILVA, N. A. M. Ocorrência de ondas de calor no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e seu efeito na produção leiteira e consumo alimentar em bovinos. **Bioscience Journal**, v.30, n. 5, p. 1488-1495, Set./Out. 2014.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 7^a ed. Washington: National Academy Press, 2001, 381p.

NAVARINI, F. C.; KLOSOWSKI, E. S.; CAMPOS. A. T. Conforto térmico de bovinos da raça Nelore a pasto sob diferentes condições de sombreamento e a pasto sol. *Engenharia Agrícola*, v.29, n.4, p.508-517, 2009.

OIE – World Organisation for Animal Health. Animal Welfare and Dairy Cattle Production Systems. In: **Terrestrial Animal Health Code.** 2017. Cap. 7. P. 1-14. Disponível em: <http://www.oie.int/index.php?id=169&L=0&htmfile=chapitre_aw_dairy_cattle.htm> Acesso em: 28 out. 2017.

PACIULLO, D. S. C.; DE CASTRO, C. R. T.; GOMIDE, C. A. M.; MAURICIO, R. M.; PIRES, M. F. A.; MULLER, M. D.; XAVIER, D. F. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. **Livestock Science**, v.141, p. 166-172, 2011.

PACIULLO, D.; CASTRO, C. **Sistema silvipastoril e pastagem exclusiva de braquiária para recria de novilhas leiteiras: massa de forragem, qualidade do pasto, consumo e ganho de peso.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2006.21 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 20). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/gado-de-leite/busca-de-publicacoes/-/publicacao/595895/sistema-silvipastoril-e-pastagem-exclusiva-de-braquiaria-para-recria-de-novilhas-leiteiras-massa-de-forragem-qualidade-do-pasto-consumo-e-ganho-de-peso>> Acesso em: 19 out. 2016.

PEGORINI, L. N. C. **Efeitos do estresse térmico em rebanhos leiteiros de alta produção.** 2011. 41 f. Graduação em Medicina Veterinária- Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2011.

PERISSINOTO, M. Efeito da utilização de sistemas de climatização nos parâmetros fisiológicos do gado leiteiro. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 3, p. 663-671, set./dez. 2006.

PERISSINOTO, M.; MOURA, D. J. Determinação do conforto térmico de vacas leiteiras utilizando a mineração de dados. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v.1, n. 2, p. 117-126, maio./ago., 2007.

PEREIRA, J. C. C. **Fundamentos de bioclimatologia aplicados à produção animal.** Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005. 195p.

PERERA, K. S.; GWAZDAUSKAS, F. C.; PEARSON, R. E.; BRUMCACK, Jr. 1986. Effect of season and stage of lactation on performance of Holstein. **Journal Dairy Science**. vol.69:228-236.

PERISSINOTO, M.; MOURA, D. J.; CRUZ, V. F.; SOUZA, S. R. L.; LIMA, K. A.O.; MENDES, A. S.; Conforto térmico de bovinos leiteiros confinados em clima subtropical e mediterrâneo pela análise de parâmetros fisiológicos utilizando a teoria de conjuntos de fuzzy. **Revista Ciência Rural**, v. 39, n.5, p.1492-1498, 2009.

PINHEIRO, M. Produção de leite em ambiente tropical. [2012]. **Pesquisa & Tecnologia**, v.9, n.1, jan./jun. 2012.

PIRES, M. F. A. ; CAMPOS, A. T. **Modificações ambientais para reduzir o estresse calórico em gado de leite.** Comunicado Técnico 42. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; 2004. p.6.

PIRES, M. F. A.; R. S.; WERNEK, D V. 2001. Ambiente e comportamento animal na produção do leite. **Informe Agropecuário**, v.22, n. 211, p. 11-21, 2001.

PIRES, M. F. A.; CAMPOS, A. T. **Conforto animal para maior produção de leite.** Viçosa: CPT – Centro de Produções Técnicas, 2008. p. 252.

PIRES, M. F. A.; FERREIRA, A. M.; COELHO, S.G. Estresse calórico em bovinos de leite. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO E NUTRIÇÃO DE GADO LEITEIRO, 1998, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 1998. p.17-30.

POLASTRE, R. O uso de cruzamentos em bovinos de aptidão leiteira nos trópicos. In: 1º CICLO INTERNACIONAL DE PALESTRAS SOBRE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL. Botucatu, FMVZ/UNESP, 1989. **Anais...**Jaboticabal, FUNEP, 1989. 130 p.

RHAYLLA, M. O. **Ação da temperatura sobre os animais domésticos.** Disciplina de Bioclimatologia e Melhoramento Animal – Curso de Medicina Veterinária Faculdade Anhanguera Dourados. 2014. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/marianarhaylla/ao-da-temperatura-sobre-os-animais-domsticos>> Acesso em: 18 nov. 2017.

RINALDI, R.; VIANA, G. Principais fatores que influenciam no desempenho da cadeia produtiva de leite –Um estudo com os produtores de leite do município de Laranjeiras do Sul

–PR., In: CONGRESSO DE SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 2008, Toledo. **Anais...** Toledo: UNIOESTE, 2008. p.19.

ROENFELDT, S. You can't afford to ignore heat stress. **Dairy Manage**, v.35, n.5, p.6-12, 1998.

ROBINSON, N. E. **Homeostase–Termorregulação**. In: Cunningham JG Tratado de fisiologia veterinária. 3rd ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2004. p. 550–61. 588 p.

RUAS J. R. M.; SILVA E. A.; QUEIROZ D. S.; MENEZES A. C.; NETO A. M. Vacas F1 Holandês x Zebu: uma opção para sistema de produção de leite em condições tropicais. **Informe Agropecuário**, v. 35, p.113-120, 2014.

ROBERTSHAW, D. Regulação da temperatura no ambiente térmico. In: DUKES, H, H. **Fisiologia dos Animais Domésticos**. 13. Ed .Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006 p.899 a 909.

ROBERTO, J. V. B. **Efeito do ambiente térmico e uso de termografia de infravermelho em caprinos Saanen e seus mestiços com o boer no semiárido Brasileiro**. 2012, 89 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) -PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2012.

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

RODRIGUES, A. L.; BEZERRA, W. M. A.; SOUZA, B. B. **A influência do ambiente quente sobre os parâmetros fisiológicos de vacas leiteiras**. Radar Técnico-MilkPoint, [2009]. Disponível em: < <https://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/sistemas-de-producao/a-influencia-do-ambiente-quente-sobre-os-parametros-fisiologicos-de-vacas-leiteiras-57366n.aspx> > Acesso em: 20 nov. 2016.

ROENFELDT, S. You can't afford to ignore heat stress. **Dairy Manage**, v.35, n.5, p.6-12, 1998.

SANTOS, F. A. P. S.; JUCHEM, S.O. Sistemas de produção de leite a base de forrageiras tropicais. In: SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE, 2001, Passo Fundo, **Anais...** Passo Fundo: Sistema de Produção de Leite, 2000. p. 250

SANTOS, M. V.; RENNÓ, F. P.; SILVA, L.F.; FONSECA, L. F.; Cadeia Produtiva da Bovinocultura Leiteira no Brasil. **Revista Conselho Federal Medicina Veterinária** n. 44. p. 1-7, 2008.

SCHARF, B.; WAX, L. E.; AIKEN, G. E.; SPIERS, D. E. Regional differences in sweat rate response of steers to short-term heat stress. **International Journal of Biometeorology**, v. 52, p.725-732, 2008.

SEAPA. Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais. **Perfil do Agronegócio Mineiro: Produto Interno Bruto do Agronegócio**. jun. 2014.

Disponível em: <http://www.agricultura.mg.gov.br/images/files/publicacoes/perfil_agronegocio_mineiro.pdf> Acesso em: 03. nov. 2017.

SHULTZ, T. A Weather and shade effects on cow corral activities. **Journal of Dairy Science**. V.67, p.868-873, 1983.

SILVA, R. G. **Biofísica ambiental: os animais e seu ambiente**. Jaboticabal: Funep, 2008. 386 p.

SILVA, I.J.O. **Ambiência e Qualidade na Produção Industrial de Suínos**. Piracicaba: FEALQ. 1999.

SILVA, R. G.; MORAIS, D. A. E. F.; GUILHERMINO, M. M. Evaluation of thermal stress indexes for dairy cows in tropical regions. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 36, n.4, jul./ago. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982007000500028> Acesso em: 28. out. 2017.

SILVA, R. G.; STARLING, J. M. C. Evaporação Cutânea e Respiratória em Ovinos sob Altas Temperaturas Ambientas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1956-1961, 2003.

SILVA, R. G.; MORAIS, D. A. E. F.; GUILHERMINO, M. M. Evaluation of thermal stress indexes for dairy cows in tropical regions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 1192-1198, jul./ago. 2007.

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

SIQUEIRA, K. B.; CARNEIRO, A. V. **CONJUNTURA DO MERCADO LÁCTEO**. Boletim Eletrônico Mensal, v. 5, n. 41, 2012. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2012. 9 p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/76307/1/2012-04-indicadores-leite.pdf>> Acesso em: 10 out. 2016.

SMITH, T. R.; CHAPA, A.; WILLARD, S.; HERNDON, C. J.; WILLIAMS, R.J.; CROUCH, J.; RILEY, T.; POGUE, D. Evaporative tunnel cooling of dairy cows in Southeast I: effect in body temperature and respiration rate. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. ,p. 3914, 2006.

SOARES, R.V. e BATISTA, A.C. **Meteorologia e Climatologia Florestal**. Curitiba: UFPR. 2004. 195 p.

SOUZA, C.; TINÔCO, I. F. F.; BAÊTA, F.C.; FERREIRA, W. P. M.; SILVA, R. S. Avaliação de materiais alternativos para confecção do termômetro de globo. **Ciências Agrotecnologia**, v.26, n.1, p.157-164, 2002.

SOUZA, S. R. L. **Análise do ambiente físico de vacas leiteiras alojadas em sistema de free stall**. 2003. 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2003.

SOUZA, B. B; SILVA, G. A.; SILVA, E. M. N. **Termografia: avaliação a adaptação de caprinos leiteiros e conforto térmico das instalações**. Radar Técnico Milkpoint, [2011]. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/ovinos-e-caprinos/termografia->

avaliacao-a-adaptacao-de-caprinos-leiteiros-e-conforto-termico-das-instalacoes-70890n.aspx>
Acesso em: 20. nov.2016.

SOTA, R. L. Fisiologia ambiental: mecanismos de repuestas del animal al estress calórico. In: JORNADA DE MANEJO DEL ESTRESS CALÓRICO, 1., 1996, La Plata. **Anais...** La Plata: EDULP, 1996. p. 1-43.

STARLING, J. M. C. SILVA, R. G.; CERON, M. M.; BARBOSA, G. S. S. C.; COSTA, M. J. R. P. Análise de algumas variáveis fisiológicas para avaliação do grau de adaptação de ovinos submetidos ao estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n. 5, p. 2070- 2077, 2002.

SYRSTAD, O. Dairy cattle crossbreeding in the tropics: choice of crossbreeding strategy. **Tropical Animal Health Production**, v.28, p.223-229, 1996.

STÖBER, M. Identificação, anamnese, regras básicas da técnica de exame clínico geral. In: DIRKSEN, G.; GRÜNDER, H.D.; STÖBER, M. **Exame clínico dos bovinos**. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. cap.2, p.44-80.

TAKSAHASHI, L, S; BILLER, J D; TAKSAHASHI, K, M. Radiação e conforto térmico. **Apostila Bioclimatologia zootécnica**. Ed. Jaboticabal, v. 1, p. 16-17, 2009.

THOM, E. C. The Discomfort index. **Weatherwise**, Boston, v.12, n.1 p. 57-60, 1959.

TEIXEIRA, V.H. **Instalações e ambiência para bovinos leiteiros**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 125p.

TERRA, R. L. História, exame físico e registro dos ruminantes. In: SMITH, B.P. **Tratado de medicina interna dos grandes animais**. São Paulo: Manole, 1993. v.1, cap.1, p.3-15.

TERRA, R. L.; REINOLDS, J. P. Ruminant history, physical examination, welfare assessment, and records. In: Smith BP, editor. **Large Animal Internal Medicine**. 5th ed. Missouri: Mosby Elsevier; 2014. p. 2–12.

TITTO, E. A. L.; PEREIRA, A. M. F.; VILELA, R. A.; TITTO, C. G.; AMADEU, C. C. B. Manejo ambiental e instalações para vacas leiteiras em ambiente tropical. In: WORKSHOP DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, I., 2008, Nova Odessa. **Anais..** Nova Odessa: Centro Apta - Bovinos de Leite do Instituto de Zootecnia, 2008. p.1-24.

THATCHER, W.W., FLAMENBAUM, I., BLOCK, J., BILBY, T.R. Interrelationships of heat stress and reproduction in lactating dairy cows. The High Plains Dairy Conference. Amarillo, **Anais..Tx. USA**. p. 60. March 2010.

TORRES JÚNIOR, J. R. S.; PIRES, M. F. A.; SÁ, W. F.; FERREIRA, A. M.; VIANNA, J. H. M.; CAMARGO, L. S. A.; RAMOS, A. A.; FOLHADELLA, I. M.; POLISSENI, J.; FREITAS, C.; CLEMENTE, C. A. A.; SÁ FILHO, M. F.; PAULA, L. F. F.; BARUSELLI, P. S. Effect of maternal heat-stress on follicular growth and oocyte competence in *Bos indicus* cattle. **Theriogenology**, v.69, p.155-166, 2008.

- WERNECK, C. L. 2001. **Comportamento alimentar e consume de vacas em lactação (Holandês-Zebu) em pastagem de capim elefante** (*Pennisetum purpureum*, Schum). Dissertação Mestrado. Univ. Fed. Juiz de Fora. MG 58 p.
- WEST, J. W. Effects of Heat-Stress on Production in Dairy Cattle. **Journal of Dairy Science** v.86, n.6, 2003. 14 p.
- YOULSEF, M. K. **Stress physiology in livestock**. Boca Raton: CRC Press, 1985. 217 p.
- USDA. **Departamento de Agricultura dos Estados Unidos**. 2014 Disponível em: <http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome?navid=ANIMAL_PRODUCTION> Acesso em: 15 out. 2016.
- VIANA, E.; LIMA, J. J. P.; VIGODERIS, R. B.; BRANDAO, I. R, S. S. Determinação do índice de temperatura e umidade da região de Caruaru- Pe para avaliar o bem estar térmico de bovinos de leite no período de verão. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL, 2009, Pernambuco. **Anais...** Pernambuco: UFRPE, 2009. 3 p.
- VILELA, D.; LEITE, J. L. B.; RESENDE, J. C.; Políticas para o leite no Brasil: Passado, presente e futuro. In: SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA LEITEIRA NA REGIÃO DO SUL DO BRASIL., 2002, Maringá. **Anais...**Maringá: UEM, 2002. p.1- 26.
- VIANELLO, R. L. e ALVES, R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa:Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, 1991. 449p.
- VILELA, L.; JUNIOR, G. B. M.; MACEDO, M.C. M.; MARCHAO, R. L.; JUNIOR, R. B.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado- **Pesquisa agropecuária brasileira** v.46 n.10, p. 20-42, 2011. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2011001000003> Acesso em: 27 nov. 2016.
- VILELA, R. A. **Comportamento e termorregulação de vacas holandesas lactantes frente a recursos de ventilação e nebulização em estabulação livre**. 2008. 88 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2008.
- ZOCCAL, R.; STOCK, L. A. Estrutura da produção de leite no Brasil. In: CARNEIRO, A. V.; NASSAR, A. M; LIMA-JÚNIOR, A. C. S.; KASSAMA, B. Y.; SILVEIRA, C. D.; GAMA, D. A; DINIZ, F. H.; TAYRA, F.; CARVALHO, G. R.; TRAVASSOS, G. F.; SCHIRE, H.; LEITE, B. L. B.; SIQUEIRA, K. B.; HARFUCH, L.; STOCK, L. A.; PINHA, L. C.; BACHION, L. C.; HOTT, M. C.; ALMEIDA, M. F.; CARVALHO, M. P.; JUNQUEIRA, R. V. B.; ZOCCAL, R.; NETTO, V. N. **Competitividade do agronegócio do leite brasileiro**. Brasília: Embrapa Gado de Leite, 2011. cap 2. p.36-57.
- ZOCCAL, R.; CASSELE, F. L. G.; CHAIB FILHO, H.; CARNEIRO, A. V.; JUNQUEIRA, R. **Mudanças no mapa da produção de leite no Brasil**. In: FERNANDES, E. N.; MARTINS, P. do C.; MOREIRA, M.S. de P.; ARCURI, P. B. (Ed.). **Novos desafios para o leite**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2007. p. 24-34.

ZOOCAL, R.; REIS FILHO, J.C.R.; NOGUEIRA, J. L. A.; CARVALHO, G. R.; HOTT, M. C.; MARTINS, P.C.; YAMAGUCHI, C. T. Agropolo Sobral. In: ZOOCAL, R.; MARTINS, P.C.; CARNEIRO, A.V.; FILHO, R. J. C.; CARVALHO, G. R. (Eds.) **Competitividade da cadeia produtiva do leite no Ceará: produção primária**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2008. p. 341-364.