

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

ADRIELE DE MOURA SOARES

EFEITO DA HORA E DO MÊS NOS INDICADORES FISIOLÓGICOS DE ESTRESSE  
TÉRMICO DE NOVILHAS MESTIÇAS LEITEIRAS

Uberlândia

2023

ADRIELE DE MOURA SOARES

EFEITO DA HORA E DO MÊS NOS INDICADORES FISIOLÓGICOS DE ESTRESSE  
TÉRMICO DE NOVILHAS MISTIÇAS LEITEIRAS

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Zootecnia.

Orientadora: Prof. Dra. Mara Regina Bueno de Mattos Nascimento

Uberlândia

2023

## RESUMO

As condições meteorológicas podem influenciar o desempenho produtivo e o bem-estar (BEA) do gado leiteiro. O comportamento frente ao ambiente térmico, em especial no que concerne às variáveis termofisiológicas são importantes como indicadores do BEA e, por consequência, no crescimento e desempenho das novilhas leiteiras. Dessa forma, objetivou-se estudar a interferência das condições meteorológicas dos meses mais frio e mais quente e da hora do dia sobre a termorregulação de novilhas leiteiras mestiças criadas no Cerrado brasileiro. A coleta de dados foi realizada na fazenda Experimental do Glória no setor de bovinocultura de leite da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) localizada em Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. As temperaturas retal (TR), fronte (TF) e frequência respiratória (FR) de 11 novilhas leiteiras mestiças foram medidas nos meses mais quentes (outubro, novembro e dezembro) e nos meses mais frio (junho e julho) pela manhã e tarde. As temperaturas: do ambiente e do globo e a umidade do ar foram mensuradas no mesmo momento das medidas fisiológicas. Calculou-se o índice de temperatura e umidade (ITU), o índice de temperatura equivalente (ITE) e a carga térmica radiante (CTR). As novilhas apresentaram valores de TR, TF e FR pela manhã (38,39°C; 29,14 mov.min<sup>-1</sup>; 27,35°C, respectivamente) inferiores estatisticamente que a tarde (38,70°C; 34,13 mov.min<sup>-1</sup> e 32,25°C, respectivamente). Estas variáveis nos meses mais frios (38,40°C; 28,63 mov.min<sup>-1</sup> e 27,83°C) foram estatisticamente inferiores nos meses mais quentes (38,69°C; 34,63 mov.min<sup>-1</sup> e 31,77°C). A hora do dia e os meses mais frios e mais quentes influenciam as variáveis termofisiológicas de novilhas mestiças leiteiras criadas em ambiente tropical.

**Palavras-chave:** Bovino de leite; temperatura corporal superficial; estresse térmico; temperatura retal; equilíbrio térmico.

## ABSTRACT

Weather conditions can influence the productive performance and welfare of dairy cattle. Behavior in the thermal environment, especially with regard to thermophysiological variables, are important indicators of welfare and, consequently, in the growth and performance of dairy heifers. The objective was to study the interference of meteorological conditions of the coldest and hottest months and the time of day on the thermoregulation of crossbred dairy heifers raised in the Brazilian Cerrado. Data was collected in the Glória Experimental Farm in the dairy cattle sector of the Federal University of Uberlândia (UFU) located in Uberlândia, Minas Gerais, Brazil. The temperatures rectal (RT), forehead (FT) and respiratory rate (RR) of 11 crossbred dairy heifers were measured in the hottest months (October, November and December) and in the coldest months (June and July) in the morning and in the afternoon. The temperatures of the environment and of the globe and the humidity of the air were measured at the same time as the physiological measurements. The temperature and humidity index (THI), the equivalent temperature index (ETI) and the radiant thermal load (RTL) were calculated. The heifers showed statistically lower values of RT, FT and RR in the morning (38.39°C; 29.14 mov.min<sup>-1</sup>; 27.35°C, respectively) than in the afternoon (38.70°C; 34.13 mov.min<sup>-1</sup> and 32.25°C, respectively). These variables in the coldest months (38.40°C; 28.63 mov.min<sup>-1</sup> and 27.83°C) were statistically lower in the warmer months (38.69°C; 34.63 mov.min<sup>-1</sup> and 31.77°C). The time of day and the coldest and hottest months influence the thermophysiological variables of crossbred dairy heifers reared in a tropical environment.

**Keywords:** Dairy cattle; surface body temperature; thermal stress; rectal temperature; thermal balance.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, por ter permitido que eu tivesse saúde e determinação para não desanimar durante a realização deste trabalho.

Aos amigos/familiares e também ao meu namorado, que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade incondicional, pelo companheirismo e apoio demonstrado ao longo de todo o período de tempo em que me dediquei a este trabalho. Os colegas que auxiliaram nas coletas de dados de campo, meu agradecimento em especial a Paola Perez Bóscollo.

Expresso minha gratidão a minha orientadora Prof<sup>ª</sup> Mara Regina Bueno de Mattos Nascimento. Assim como ao Prof. Dr. Ednaldo Carvalho Guimarães e ao estudante Gustavo Roberto Dias Rodrigues que colaboraram no tratamento dos dados estatísticos.

*“Não temas, porque estou contigo; não te assombre, porque eu sou teu Deus; eu te esforço, e te ajudo, e te sustento com a destra da minha justiça” – Isaías 41:10*

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	07
<b>2</b>	<b>Revisão de Literatura</b>	09
2.1	Variáveis termofisiológicas de novilhas	09
2.2	Índices de estresse térmico	09
2.2.1	<i>Índice de Temperatura e Umidade (ITU)</i>	10
2.2.2	<i>Índice de Temperatura Equivalente (ITE)</i>	11
2.2.3	<i>Carga Térmica Radiante (CTR)</i>	11
<b>3</b>	<b>Material e Métodos</b>	13
<b>4</b>	<b>Resultados e Discussão</b>	15
4.1	Variáveis do ambiente térmico pela manhã e tarde	15
4.2	Efeito da hora do dia sobre as variáveis termofisiológicas	15
4.3	Variáveis do ambiente térmico nos meses mais frios e mais quentes	17
4.4	Efeito dos meses mais frios e mais quentes sobre as variáveis fisiológicas	18
<b>5</b>	<b>Conclusão</b>	20
	<b>Referências</b>	21

## 1 Introdução

As regiões tropicais são conhecidas por suas altas temperaturas e intensa radiação solar. Nesse cenário, no âmbito da pecuária, é essencial que estudos avancem acerca das influências da relação entre animal e ambiente e os meios possíveis de proporcionar o bem-estar animal especialmente em novilhas que é uma categoria animal ainda pouco estudada. Nesse sentido, as condições tropicais geralmente são incompatíveis com o ideal de conforto para eficientes animais leiteiros, de maneira que os fatores meteorológicos restringem a expressão do potencial de produção leiteira em bovinos (SILVA, 2011).

Uma das vantagens de um ambiente adequado que garanta conforto térmico aos animais, é que, quanto menos energia for gasta para manutenção da temperatura corporal interna, mais energia será destinada para a produção do leite (BERTONCELLI et al., 2013). Diversas são as formas de atingir o conforto térmico e o bem-estar dos animais (BEA), dentre elas observar as respostas fisiológicas dos animais relacionadas ao estresse térmico e determinar os índices de estresse térmico que são capazes de avaliar o ambiente e também podem caracterizar o estresse em que os animais são submetidos (MARTELLO, 2006). Os estudos referentes ao conforto térmico permitem melhorias nos sistemas de produção da pecuária, evidenciando quais áreas devem ser modificadas e as melhores condições para que os animais produzam de forma mais eficiente.

Destarte, considerando que as relações entre os fatores meteorológicos e os animais possuem grande impacto na produção dos bovinos leiteiros, mostra-se imprescindível o estudo e a avaliação dos níveis de conforto desses animais nas condições em que eles estão expostos. Para ter animais saudáveis é essencial que sejam garantidos o BEA e o conforto, desde sua criação, passando pela sua alimentação e até mesmo as condições do ambiente térmico adequadas. O correto manejo dos bovinos leiteiros poderá proporcionar boa produção e lucratividade.

Considerando o cenário exposto, as interferências das condições meteorológicas em ambiente tropicais poderão prejudicar a termorregulação e conseqüentemente o BEA e a produtividade. Dessa forma, o estudo acerca da termorregulação nesses ambientes em que estão inseridos os bovinos são importantes para esclarecer estas interações e indicar melhor manejo do ambiente térmico. Também, é imprescindível a análise das variáveis fisiológicas nos bovinos, como a temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e temperatura corporal superficial (TCS) e suas influências e o modo como elas se comportam para manter o equilíbrio térmico.

Neste contexto, os estudos com estresse por calor com vacas leiteiras são muitos, entretanto, pesquisas com novilhas são escassos. No presente estudo objetivou-se em investigar as variáveis termofisiológicas TR, FR e temperatura da fronte (TF) pela manhã e tarde e nos meses mais frio e mais quente do ano em novilhas mestiças leiteiras em ambiente tropical.

## 2 Revisão de Literatura

### 2.1 Variáveis termofisiológicas de novilhas

Com objetivo de avaliar as respostas termorreguladoras Souza et al. (2010) em Piracicaba – SP utilizaram 12 novilhas de raças leiteiras mestiças de Holandês com Jersey com o peso médio de 285kg. Os autores afirmaram que FR é uma forma eficiente de perda de calor por períodos curtos, mas quando ela é mantida por várias horas, pode acarretar em sérios problemas no animal. A respiração quando está acelerada pode interferir na ingestão de alimentos e causar problemas metabólicos. Estes autores identificaram que as médias de TR e FR antes da exposição ao sol foram menores (39,1°C e 65 mov.min<sup>-1</sup>, respectivamente) que os valores após a exposição ao sol (39,5 °C e 94 mov.min<sup>-1</sup>, respectivamente).

Na região do Cerrado, Brettas et al. (2017) ao expor novilhas mestiças leiteiras ao sol, das 9 às 13 h, em dias ensolarados e sem chuva, encontraram valores de FR de 41,97 mov.min<sup>-1</sup> e de TR de 38,85°C.

Segundo Ferreira et al. (2006), pela tarde, a TR e FR de novilhas ½ Gir x ½ holandês são maiores no verão (41,14 °C e 134,02 mov.min<sup>-1</sup>, respectivamente) que inverno (40,59 °C e 124,55 mov.min<sup>-1</sup>, respectivamente). Os autores atribuíram este resultado por causa da adaptação dos animais à temperatura ambiente elevada. Além disso, no verão verifica-se elevadas temperaturas, intensa radiação solar e umidade do ar alta, que proporciona carga térmica alta, que dificulta a perda de calor, e, portanto, aumenta a TR e FR dos animais. Ferreira et al. (2006) afirmaram que a TR e a FR são importantes variáveis para avaliar o estresse por calor em bovinos.

Outra variável importante na termorregulação é a TCS. Alguns fatores podem influenciar a TCS como o ambiente térmico e os fatores fisiológicos. Ferreira et al. (2006) observaram que a TCS em novilhas ½ Gir x ½ holandês são maiores no verão 49,29°C que no inverno 46,14°C. O aumento da TCS reflete, diretamente, o aumento da temperatura ambiente, não caracterizando, portanto, a temperatura corporal interna dos animais e afirmam também que a temperatura, a umidade do ar, o vento, a vascularização e o suor podem influenciar a TCS. Os mesmos autores citaram que a vasodilatação ou a vasoconstrição periférica ocorrem quando está calor e frio, respectivamente, auxiliando no controle de temperatura interna e podem modificar a TCS.

### 2.2 Índices de Estresse Térmico

Os índices de estresse térmico são muito utilizados na avaliação dos efeitos negativos ocasionados pelo estresse por calor. Segundo Rodrigues, Souza e Pereira Filho (2010), os ambientes térmicos podem ser analisados de várias maneiras, porém, a mais comum é a utilização do índice de estresse térmico, que expressa numericamente o ambiente em que o animal se encontra. Esses índices são desenvolvidos para avaliar conjuntamente duas ou mais variáveis do ambiente térmico e devem levar em consideração as características específicas de cada espécie animal, se o ambiente é aberto ou fechado e a importância relativa de cada variável utilizada (MARTELLO et al., 2004).

### 2.2.1 Índice de Temperatura e Umidade (ITU)

O índice de temperatura e umidade (ITU) é o índice de estresse térmico mais utilizado. O ITU foi desenvolvido por Thom (1959) para avaliar o conforto térmico em seres humanos, e posteriormente foi utilizado em animais de produção. A equação para cálculo do ITU é:

$$ITU = Ta + 0,36Tpo + 41,5$$

Em que:

Ta: temperatura ambiente, em °C (bulbo seco);

Tpo: temperatura de ponto de orvalho, em °C.

Ao longo dos anos diversas equações de ITU foram propostas. O ITU leva em consideração o efeito da temperatura e umidade do ar conjuntamente (NRC, 1971; YOUSEF, 1985; MADER; DAVIS; BROWN-BRANDL, 2006; BERMAN et al., 2016). A última equação de ITU que foi encontrada na literatura consultada foi:

$$ITU = 3,43 + 1,058 x Ta - 0,293 x UR + 0,0164 x Ta x UR + 35,7$$

(BERMAN et al., 2016)

Em que:

Ta: temperatura do ar (bulbo seco), em °C;

UR: umidade relativa, em %.

Segundo Azevedo et al. (2005), considerando-se um limite da frequência respiratória igual a 60 mov.min<sup>-1</sup>, os valores críticos de ITU são de 80, 77 e 75 para os bovinos dos grupos genéticos ½, ¾ e 7/8 HZ, respectivamente e se considerar a temperatura retal de 38,0 a 39,0°C os limites de ITU são de 79, 77 e 76 para os bovinos dos grupos genéticos ½, ¾ e 7/8 HZ,

respectivamente. Negri et al. (2022) encontraram o limiar de ITU para vacas da raça Girolando 7/8H e 3/4H, respectivamente, de 77 e 78 e para animais 1/4H, 1/2H, 5/8H o ITU de 80.

### 2.2.2 Índice de Temperatura Equivalente (ITE)

O Índice de Temperatura Equivalente (ITE) foi elaborado por Baêta et al. (1987) e inicialmente foi utilizado para avaliar o conforto térmico de vacas Holandesas de coloração preta e branca em câmara climática. O ITE é considerado mais acertado na avaliação do conforto térmico dos animais nas regiões tropicais (SILVA; MORAIS; GUILERMINO, 2007). Tendo em vista que, o índice avalia ao mesmo tempo os efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do vento em um único valor e é obtido pela equação (BAÊTA et al., 1987):

$$ITE = 27,88 - 0,456 Ta + 0,0107547 Ta^2 - 0,4905 UR + 0,00088 UR^2 + 1,1507 v - 0,126447 v^2 + 0,019876 TaUR - 0,046313 Ta v$$

Em que:

Ta: temperatura ambiente, em °C (bulbo seco);

UR: umidade relativa, em %;

v: velocidade do vento, em m.s<sup>-1</sup>.

O ITE foi criado usando vacas Holandesas expostas à temperatura de 15 a 41°C, umidade relativa entre 40% e 90% e velocidade do vento até 6,5 m.s<sup>-1</sup>. Os animais utilizados possuíam pelame de verão e os autores verificaram que um aumento do ITE, desde uma temperatura neutra até 41°C, afetava 38,3% na redução de produção de leite e causava uma elevação da temperatura retal de até 40,8°C.

A classificação proposta para os valores de ITE foram: ausência de problemas (18 a 27), cautela (27 a 32), cautela extrema (32 a 38), perigo (38 a 44) e perigo extremo (> 44) por Baêta et al. (1987). Entretanto, Silva et al. (2007) observaram que para vacas Holandesas bem adaptadas ao ambiente tropical as categorias de ITE podem ser assim estabelecidas: seguro (ITE < 30), cautela (ITE: 30 a 34), cautela extrema (ITE: 34 a 38), perigo (ITE > 38).

### 2.2.3 Carga térmica radiante (CTR)

Todo o calor trocado por radiação entre um corpo e o ambiente é conhecido como carga térmica radiante (CTR) (SILVA; MAIA, 2013). Esses autores citaram que o globotermômetro é o equipamento usado para medir a CTR. O equipamaneto deve ser colocado no local onde o animal está e a temperatura indicada fornece uma estimativa da combinação dos efeitos da radiação, da velocidade do vento e da temperatura do ar. A CTR é calculada pela temperatura radiante média (TRM), que representa a temperatura média de todas as superfícies ao redor do animal (SILVA; MAIA, 2013).

$$CTR = \sigma Trm^4$$

A TRM pode ser calculada a partir da equação (BAÊTA, SOUZA, 2010):

$$Trm = 100[2,51\sqrt{v(Tgn - Tbs)} + (\frac{Tgn}{100})^4]^{1/4}$$

Onde:

v: velocidade do vento (m.s<sup>-1</sup>)

Tgn: temperatura do globo negro (K)

Tbs: temperatura do bulbo seco (K)

### 3 Material e Métodos

Este estudo foi aprovado pelo CEUA/UFU sob número A013/21.

A coleta de dados foi realizada na fazenda experimental do Glória no setor de bovinocultura de leite (SEBOC) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), localizado na região do Triângulo Mineiro, coordenadas: Latitude: 18° 54' e 41" sul; Longitude de 48° 15' e 44" oeste, altitude de 843 metros, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.

As coletas foram realizadas em duas épocas, sendo uma nos meses mais quentes (15/10 a 03/12 de 2021, primavera) e outra nos meses mais frio (20/06 a 01/07 de 2022, inverno) e em dois horários do dia 07:00 horas e às 12:00 horas.

Onze novilhas mestiças Holandesas x Zebu criadas a pasto e recebendo água e sal mineral à vontade foram utilizadas. A idade média das novilhas na primeira coleta foi de 16,25 meses e o peso corporal inicial e final, respectivamente de 311,18 e 328,55 kg. Na segunda coleta a idade foi de 24,27 meses e a massa corporal inicial e final, respectivamente de 366,18 e 380,73 kg.

As variáveis de termorregulação mensuradas foram: FR, TR e TCS. A FR foi medida pela observação visual no flanco, do lado direito, durante 15 segundos e o resultado foi multiplicado por quatro para obter um número de movimentos respiratórios por minuto (mov.min<sup>-1</sup>). TR, em °C, foi determinada com o termômetro clínico veterinário introduzido no reto do animal em uma profundidade de 5 cm durante 2 minutos. A temperatura superficial, na frente, em °C, foi medida com termômetro de infravermelho digital portátil, com emissividade de 0,95 (DT 8530) a uma distância de 10,0 cm.

A temperatura e umidade do ar e a temperatura do globo negro foram determinadas no momento da medição das variáveis fisiológicas de cada novilha, pelo globotermômetro IBUTG (TGM-200) colocado na sombra. A velocidade do vento foi quantificada pelo anemômetro (AD-250). Depois calcularam-se os seguintes índices de estresse térmico: Índice de temperatura e umidade (ITU) pela equação de Berman et al. (2016), índice de temperatura equivalente (ITE) de acordo com Baeta et al. (1987) e a carga térmica radiante (CTR) de acordo com Silva e Maia (2013).

Neste estudo utilizou o delineamento inteiramente casualizado para verificar o efeito da hora do dia (manhã e tarde) e o efeito dos meses mais quentes e mais frio (outubro, novembro e dezembro vs junho e julho) sobre as variáveis termofisiológicas. Os dados do ambiente térmico seguiram as etapas: 1) Estatísticas descritivas das variáveis (média e erro padrão); 2) Verificação de outliers por visualização de boxplot; 3) Testes de normalidade e homogeneidade para as variáveis

(Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirov, Anderson-Darling e Lilliefors); 4) Testes de hipóteses (no caso, como todas as variáveis não passaram nos testes da etapa 3, foi utilizado o teste não paramétrico de Mann-whitney) com nível de significância de 5%.

Os dados das variáveis termofisiológicas foram verificados para as pressuposições para uso da ANOVA (aditividade, normalidade dos resíduos, homocedasticidade, independência dos resíduos) e aplicou o teste t a 1% de significância.

## 4 Resultados e Discussão

### 4.1 Variáveis do ambiente térmico pela manhã e tarde

Os valores médios das temperaturas do ar e do globo, ITU e CTR pela manhã foram estatisticamente menores que pela tarde ( $p$ -valor $<0,05$ ), exceto vento e ITE que não diferiram entre turnos e umidade relativa que foi maior pela manhã em relação à tarde (Tabela 1). Nesta região pela manhã tem-se um ambiente térmico mais adequado as exigências dos bovinos que a tarde uma vez que observa um aumento da temperatura ambiente e da intensidade da radiação solar ao longo do dia. Pela manhã os animais teriam maior facilidade de dissipar calor para o ambiente que a tarde, ou seja, o ambiente a tarde favorece o ganho de calor ao invés da perda. Quanto aos valores de ITE, pela manhã observa-se que o seu valor está na categoria de ausência de problemas e à tarde já é cautela (BAETA et al., 1987).

Tabela 1: Médias e erro padrão das variáveis do ambiente térmico pela manhã e tarde medidas no momento das coletas das variáveis termofisiológicas de novilhas mestiças leiteiras criadas em ambiente tropical.

Variáveis	MANHÃ	TARDE
Tar (°C)	20,51 ± 0,29a	27,39 ± 0,19b
Tg (°C)	21,96 ± 0,34a	30,82 ± 0,23b
Vento (m.s <sup>-1</sup> )	0,46 ± 0,09a	0,26 ± 0,05a
UR (%)	72,70 ± 0,68a	46,24 ± 0,57b
ITU*	63,72 ± 0,63a	76,32 ± 0,35b
ITE** (°C)	21,43 ± 0,39a	28,43 ± 0,22a
CTR” (W.m <sup>-2</sup> )	431,00 ± 2,05a	485,76 ± 1,55b

Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo Teste de Mann Whitney a 5%. Tar = temperatura do ar; Tg = Temperatura do globo, \*ITU=Índice de Temperatura e Umidade pela equação de Berman et al. (2016); \*\*ITE=Índice de Temperatura Equivalente; “CTR = Carga Térmica Radiante.

### 4.2 Efeito da hora do dia sobre as variáveis termofisiológicas

A FR, TR e TF foram maiores pela tarde que manhã (Tabela 2). A FR é uma resposta fisiológica do animal numa situação de estresse por calor, caracterizando-se como um mecanismo fisiológico de dissipação de calor para o ambiente (DANTAS et al., 2012). Dessa

maneira, o aumento na FR observada a tarde comparado ao período da manhã possivelmente ocorreu pela necessidade de acréscimo da perda de calor causado pelo desconforto térmico uma vez que houve, por exemplo, elevação da temperatura do ar e radiação solar (CTR).

Tabela 2: Valores médios e erro padrão da frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR) e temperatura da frente (TF) pela manhã e tarde de novilhas mestiças leiteiras, Uberlândia, MG, Brasil.

	FR (mov.min <sup>-1</sup> )	TR (°C)	TF (°C)
Manhã	29,14 ± 0,45a	38,39 ± 0,25a	27,35 ± 0,25a
Tarde	34,13 ± 0,60b	38,70 ± 0,25b	32,25 ± 0,12b

Médias seguidas de letras diferentes para cada variável diferem pelo teste t ( $p < 0,01$ ).

Rezende et al. (2015) sugeriram que o aumento da FR do animal à tarde ocorre com a finalidade de manter a temperatura corporal dentro da normalidade e possivelmente é por causa do maior desconforto térmico, verificada pela maior temperatura ambiente e radiação solar neste turno. Outra possível explicação para a maior FR a tarde é o maior esforço físico realizado durante o dia, relacionadas as atividades de pastagem e alimentação. Ferreira et al. (2006) em avaliação de variáveis fisiológicas de bovinos cruzados submetidos ao estresse por calor reportaram que FR do animal é maior à tarde (128,99 mov.min<sup>-1</sup>) que de manhã (17,38 mov.min<sup>-1</sup>), mas sem diferenças entre as estações de verão e inverno. Castro et al. (2018) encontraram que a FR de vacas F1 Holandês x Zebu no período matutino (31,5 – 37,0 mov.min<sup>-1</sup>) foi maior em relação ao período vespertino (45,3 mov.min<sup>-1</sup>), relacionando essa diferença principalmente ao menor tempo entre ordenhas e elevado índice de globo negro e umidade (IGNU) a tarde.

A TR do animal é uma medida que reflete o equilíbrio entre a perda e o ganho de calor (FERREIRA et al., 2006), então, quando a TR está acima dos valores fisiológicos indica hipertermia e conseqüentemente falha em manter a homeotermia. Na região do Cerrado, Brettas et al. (2017) ao expor novilhas mestiças leiteiras ao sol, das 9 às 13 h, em dias ensolarados e sem chuva, encontraram valores de TR de 38,85°C, valor próximo ao encontrado no presente estudo nos meses mais quentes (38,70°C). Já Souza et al. (2010) encontraram em novilhas de raças leiteiras mestiças Holandesas/Jersey valores de TR de 39,1°C antes da exposição ao sol e de 39,5°C após a exposição ao sol, valores superiores aos obtidos no presente estudo.

Segundo Bianca (1963), um aumento na TR de 38° para 39° C pode ser considerado de menor importância que um aumento da mesma magnitude de 41° para 42° C. Portanto, ao analisar a TR do animal sob estresse térmico deve-se verificar a faixa de TR dos animais, pois quando a TR é muito elevada é considerado uma variável mais importante que a sua magnitude de acréscimo.

A perda de calor pela troca entre o ambiente e o corpo do animal é mais efetiva quando há maior diferença entre a temperatura do ar e a temperatura corporal superficial. Assim, a diferença entre temperatura do ar e a TF pela manhã e tarde foram, respectivamente, 6,84 e 4,86. Portanto, a maior diferença pela manhã que a tarde pode ter desencadeado em maior dissipação de calor pelos mecanismos de perda sensível (condução, convecção e radiação) combinado com menores FR pela manhã que a tarde. A FR menor mostra que a adoção dessa estratégia fisiológica para aumentar a dissipação do calor não foi necessária pela manhã.

Silva (2008) afirmou que a temperatura do pelame está diretamente relacionada as condições meteorológicas, como temperatura e radiação. Dessa forma, a TF pode ser influenciada pela temperatura ambiente, sendo maior quando a temperatura do ar é elevada ou menor quando a temperatura do ambiente diminui. Também Silva e Maia (2013) afirmaram que as perdas de calor por convecção e radiação de ondas longas dependem da diferença de temperatura entre a superfície do animal e seu ambiente.

No presente estudo apesar do aumento da TR à tarde, a amplitude dessa elevação pode ser considerada baixa e dentro de uma faixa normal de temperatura corporal interna (38,0 a 39,0°C), sendo assim um indicativo que os animais avaliados são adaptados a esse ambiente térmico de criação uma vez que não foram identificados com hipertermia.

#### 4.3 Variáveis do ambiente térmico nos meses mais frios e mais quentes

Todas variáveis do ambiente térmico determinadas foram maiores nos meses mais quentes comparadas com as obtidas nos meses mais frios (Tabela 3). O ambiente térmico mais adequado as exigências dos bovinos ocorreram nos meses mais frios (junho e julho) que nos meses mais quentes (outubro, novembro e dezembro). Em junho e julho os bovinos teriam maior facilidade de perder calor para o ambiente que em outubro, novembro e dezembro devido as variáveis de ambiente de outubro, novembro e dezembro serem acima dos limiares estabelecidos na literatura.

Quanto aos valores de ITE obtidos no presente estudo, o valor médio encontrado nos meses mais frios está classificado como de ausência de problemas e nos meses mais quentes já é classificado como de cautela, conforme Baeta et al. (1987).

#### 4.4 Efeito dos meses mais frios e mais quentes sobre as variáveis fisiológicas

A FR, TR e TF do animal foram maiores nos meses mais quentes em relação aos meses mais frio (Tabela 4).

Tabela 3: Médias e erro padrão das variáveis do ambiente térmico nos meses mais quente e nos meses mais frios medidas no momento das coletas das variáveis termofisiológicas de novilhas mestiças leiteiras criadas em ambiente tropical.

Variáveis	Mais frio	Mais quente
Tar (°C)	21,19 ± 0,31a	27,26 ± 0,25b
Tg (°C)	22,86 ± 0,38a	29,92 ± 0,31b
Vento (m.s <sup>-1</sup> )	0,01 ± 0,00b	0,71 ± 0,10a
UR (%)	57,94 ± 1,10a	61,00 ± 1,07b
ITU*	63,55 ± 0,58a	76,49 ± 0,40b
ITE** (°C)	21,04 ± 0,34a	28,82 ± 0,24b
CTR” (W.m <sup>-2</sup> )	436,62 ± 2,28a	480,14 ± 1,97b

Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo Teste de Mann Whitney a 5%. Tar = temperatura do ar; Tg = Temperatura do globo, \*ITU=Índice de Temperatura e Umidade pela equação de Berman et al. (2016); \*\*ITE=Índice de Temperatura Equivalente; “CTR = Carga Térmica Radiante.

Tabela 4: Valores médios e erro padrão da frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR) e temperatura da frente (TF) nos meses mais frio e mais quente do ano de novilhas mestiças leiteiras, Uberlândia, MG, Brasil.

	FR (mov.min <sup>-1</sup> )	TR (°C)	TF (°C)
Meses mais frio	28,63 ± 0,60a	38,40 ± 0,26a	27,83 ± 0,27a
Meses mais quente	34,63 ± 0,41b	38,69 ± 0,24b	31,77 ± 0,17b

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem pelo teste t (p < 0,01).

O aumento da FR do animal constitui uma forma de acréscimo na dissipação de calor para o ambiente por meio da evaporação. Em novilhas mestiças leiteiras criadas a pasto na primavera e verão, no município de Uberlândia, Triângulo Mineiro, Minas Gerais, Brettas et al. (2017) encontraram valores de FR de 41,97 mov.min<sup>-1</sup>, valor superior ao obtido no presente estudo nos meses mais quentes. De acordo com este valor obtido por estes autores pode-se considerar que no presente estudo as novilhas não estavam submetidas ao estresse térmico mesmo nos meses quentes em que a FR foi de 34,63 mov.min<sup>-1</sup>. Azevedo et al. (2005) afirmaram que 60 mov.min<sup>-1</sup> é o limite da FR para considerar um bovino submetido ao estresse por calor portanto, no presente estudo o valor da FR tanto nos meses mais frio e mais quente foi inferior a este valor limite.

A TR é um importante indicador do balanço térmico que pode ser utilizado para avaliar o estresse térmico (DARCAN, CEDDEN, GUNEY, 2007). Segundo Perissinotto et al. (2009), as variações de TR podem ser influenciadas por fatores extrínsecos (hora do dia, ingestão de

alimentos e de água temperatura ambiental, velocidade do vento, estação do ano), e também por fatores intrínsecos (idade, raça e estado fisiológico). Numa revisão de literatura Rezende et al. (2015) concluíram que em bovinos a TR é maior no verão que no inverno. Deste modo, no presente estudo pode-se afirmar que os meses mais quentes influenciaram a TR de novilhas mestiças leiteiras criadas a pasto em Uberlândia, MG, Brasil.

O mesmo comportamento de aumento de TR nos meses mais quentes foi verificado para TF (Tabela 4). Deste modo, pode-se afirmar que os meses mais quentes foram responsáveis por um aumento da TR, da TF e FR. Este acréscimo ocorre porque o sistema fisiológico do animal foi ineficiente para dissipar o calor gerado e calor recebido do ambiente na mesma intensidade que nos meses frios, entretanto os valores das variáveis termofisiológicas ficaram dentro do esperado para conforto térmico.

## 5 Conclusão

A hora do dia e os meses mais frio e mais quente do ano influenciam as variáveis termofisiológicas de novilhas mestiças leiteiras criadas em ambiente tropical. Além disso, nesta região o produtor deve estar atento às maneiras de amenizar os efeitos prejudiciais do estresse por calor pela tarde e também nos meses mais quentes do ano.

## Referências

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

AZEVEDO, M. *et al.* Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras 1/2, 3/4, 7/8 Holandês-Zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 2000-2008, novembro/dezembro 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000600025> Acesso em: 30 set. 2022.

BAÊTA, F. C. *et al.* Equivalent temperature index at temperatures above the thermoneutral for lactating cows. In: MEETING OF THE AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS, 1987, Baltimore. [**Proceedings...**] Baltimore: American Society of Agricultural Engineers, 1987. p.21.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: Conforto animal**. 2.ed. Viçosa: EDUFV, 2010. 269p.

BERMAN, A. *et al.* A comparison of THI indices leads to a sensible heat-based heat stress index for shaded cattle that aligns temperature and humidity stress. **International Journal of Biometeorology**, Lisse, v. 60, p. 1453–1462, 2016. DOI: 10.1007/s00484-016-1136-9. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00484-016-1136-9#citeas> Acesso em: 19 jan. 2022.

BERTONCELLI, P. *et al.* Conforto térmico alterando a produção leiteira. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 17, p. 762-777, 2013. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2013b/CIENCIAS%20AGRARIAS/Conforto%20termico.o.pdf> Acesso em: 10 mar. 2022.

BIANCA, W. Rectal temperature and respiratory rate as indicators of heat tolerance in cattle. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 60, n. 1, p. 113–120, 1963. DOI: 10.1017/S0021859600015902. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-agricultural-science/article/abs/rectal-temperature-and-respiratory-rate-as-indicators-of-heat-tolerance-in-cattle/0D3F57833FEE4CF79EC724231105293F> Acesso em 14 fev. 2023.

BRETTAS, P. K. M.; NASCIMENTO, M. R. B. M.; GUIMARÃES, E. C.; SOUZA, G. P. Melhor índice de estresse térmico para novilhas leiteiras mestiças. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v. 45, n.1486. 2017. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2890/289053641026.pdf> Acesso em: 19 jan. 2023.

CASTRO, A. L. O. *et al.* Parâmetros fisiológicos de vacas F1 Holandês x Zebu criadas em ambientes com e sem sombreamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 70, n. 3, p. 722–730, 2018. DOI: 10.1590/1678-4162-9305. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-09352018000300722&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352018000300722&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 30 jun. 2022.

CUNHA, N. F. V. C. *et al.* Desempenho, variáveis fisiológicas e comportamento de bezerros mantidos em diferentes instalações: época chuvosa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.4, p.1140-1146, 2007 (supl.).

DANTAS, M. R. T. *et al.* Termorregulação de bovinos em ambiente tropical: uma abordagem com ênfase nas respostas fisiológicas. **PUBVET**, Londrina, v. 6, n. 7, p. 21, 2012. Disponível

em: <https://www.pubvet.com.br/uploads/90e4345d459c5b07c437e93cd5fce03b.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2022.

FERREIRA, F. *et al.* Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** [online], Belo Horizonte, v. 58, n. 5, p. 732-738, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352006000500005>. Acesso em: 9 fev. 2022. Epub 15 Jan 007. ISSN 1678-4162. <https://doi.org/10.1080/00431672.1959.9926960>

LEFCOURT, A.M.; ADAMS, W.R. Radiotelemetry measurement of body temperatures of feedlot steers during summer. **Journal of Animal Science**, v.74, p.2633-2640, 1996.

MADER, T. L.; DAVIS, M. S.; BROWN-BRANDL, T. Environmental factor influencing heat stress in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, n. 3, p. 712-719, 2006. DOI: <https://doi.org/10.2527/2006.843712x>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16478964/> Acesso em: 20 dez. 2022.

MARTELLO, L. S. *et al.* Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 181-191, 2004. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982004000100022>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/TjDySX7PHNw39Ng5NzbmRXw/?lang=pt> Acesso em: 20 dez. 2022.

MARTELLO, L. S. **Interação animal ambiente: efeito do ambiente climáticos sobre as respostas fisiológicas e produtivas de vacas Holandesas em freestall**. 2006. 110 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74131/tde-05102006-091637/publico/DO3245260.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2022.

MARTELLO, L.S. *et al.* Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.1, p181-191, 2004.

MORAN, D.S. *et al.* An environmental stress index (ESI) as a substitute for the wet bulb globe temperature (WBGT). **Journal of Thermal Biology**, Oxford, v.26, n. 4, p.427-431, September 2001. [https://doi.org/10.1016/S0306-4565\(01\)00055-9](https://doi.org/10.1016/S0306-4565(01)00055-9) Disponível em: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0306456501000559?token=8600ADA724C476F3A501B25B18576F2ADB52490E545739AD2406F0FFAC8407BD707B209ED2D202095F58ABF0C9CB8233&originRegion=us-east-1&originCreation=20221220214417> Acesso em: 20 dez. 2022.

NÄÄS, I. A. Tipologia de instalações em clima quente. In: Simpósio Brasileiro de Ambiência na Produção de Leite, 1., 1998, Piracicaba **Anais...** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1998. p.146-155.

NASCIMENTO, G. V. D. *et al.* Indicadores produtivos, fisiológicos e comportamentais de vacas de leite. **Agropecuária Científica no Semiárido**. Campina Grande, v. 9, n. 4, p. 28-36, outubro/dezembro 2013. Disponível em:

<http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/349/pdf> Acesso em: 20 dez. 2022.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **A guide to environmental research on animals**. Washington, DC: National Academy of Sciences, 1971. 374p.

NERI, R. *et al.* **Pesquisas sobre tolerância ao estresse térmico em animais Girolando avançam**. Disponível em: <https://www.girolando.com.br/noticia/3897/pesquisas-sobre-tolerancia-ao-estresse-termico-em-animais-girolando-avancam>. Acesso em: 20 dez. 2022.

REZENDE, S. R. *et al.* Características de termorregulação em vacas leiteiras em ambiente tropical: Revisão. **Veterinária Notícias**, Uberlândia, v. 21, n. 1, p. 1–29, 2015. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/vetnot/article/view/24709> Acesso em: 20 dez. 2022.

RODRIGUES, A. L.; SOUZA, B. B.; PEREIRA FILHO, J. M. Influência do sombreamento e dos sistemas de resfriamento no conforto térmico de vacas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 6, n. 2, p. 14-22, abril/junho 2010. Disponível em: <http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/62/pdf> Acesso em: 30 set 2022

SILVA, B. C. M. **Efeito do ambiente térmico nas respostas fisiológicas, produtivas, características do pelame e no comportamento de vacas Holandesas puras por cruza no norte de Minas Gerais**. 2011. 124f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claro–MG, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-8NFFHA>. Acesso em: 30 set. 2022

SILVA, R. G. **Biofísica ambiental: os animais e seu ambiente**. São Paulo: 386p. FUNEP. 2008.

SILVA, R. G.; MAIA, A. S. C. Evaporative cooling and cutaneous surface temperature of Holstein cows in tropical conditions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 5, p. 1143–1147, 2011. DOI: 10.1590/S1516-35982011000500028. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/gGgWTFBdHmfDG6KszyHFvHt/?lang=en>. Acesso em: 30 jun. 2022.

SILVA, R. G.; MORAIS, D. A. E. F.; GUILHERMINO, M. Evaluation of thermal stress indexes for dairy cows in tropical regions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 1192- 1198, julho/agosto 2007. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000500028>

SILVA, R.G. *et al.* Índices de Estresse Térmico para Vacas Leiteiras em Regiões Equatoriais Secas. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 12, p. 125-128, 2010.

SOUZA, B. B. *et al.* Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Patos, v.06, n 02, p. 59 – 65, abril/junho 2010. Disponível em: <http://www.nupea.esalq.usp.br/admin/modSite/arquivos/imagens/8202ff129439e9f774d1b2009a6af62d.pdf>. Acesso em: 09 fev. 2022.

THOM, E.C. The discomfort index. **Weatherwise**, Washington, v. 12, n. 2, p. 57-61, 1959.

YOUSEF, M. K. **Stress physiology in livestock**. vol. I. Basic principles. Boca Raton, FL: CRC Press, 1985. 217p. DOI: <https://doi.org/10.1002/smi.2460020413>.