

**AVALIAÇÃO DO AMBIENTE TÉRMICO DE CRIAÇÃO DE VACAS LEITEIRAS
EM SISTEMA DE PRODUÇÃO DE LEITE A PASTO**

 <https://doi.org/10.56238/arev7n4-216>

Data de submissão: 18/03/2025

Data de publicação: 18/04/2025

Joyce Cavalcante de Brito

Zootecnista

Instituição: Universidade Federal de Sergipe

Endereço: Nossa Senhora da Glória, Sergipe, Brasil

E-mail: joycecavalcante15@academico.ufs.br

Patricia de Azevedo Castelo Branco Vale

Doutora em Ciência Animal

Instituição: Universidade Federal de Sergipe

Endereço: Nossa Senhora da Glória, Sergipe, Brasil

E-mail: pacbvale@academico.ufs.br

Wellington Gonzaga do Vale

Doutor em Produção Vegetal

Instituição: Universidade Federal de Sergipe

Endereço: São Cristóvão, Sergipe, Brasil

E-mail: valewg@gmail.com

Lígia Maria Gomes Barreto

Doutora em Zootecnia

Instituição: Universidade Federal de Sergipe

Endereço: Nossa Senhora da Glória, Sergipe, Brasil

E-mail: ligiamgbarreto@academico.ufs.br

Valdir Ribeiro Junior

Doutor em Zootecnia

Instituição: Universidade Federal de Sergipe

Endereço: Nossa Senhora da Gloria, Sergipe, Brasil

E-mail: valribjunior@academico.ufs.br

Juliana Paula Felipe de Oliveira

Doutora em Zootecnia

Instituição: Universidade Federal de Sergipe

Endereço: Nossa Senhora da Gloria, Sergipe, Brasil

E-mail: jupaula.oliv@academico.ufs.br

Suelange Oliveira Cruz

Doutoranda em Zootecnia

Instituição: Universidade Federal da Bahia

Endereço: Salvador, Bahia, Brasil

E-mail: suelange26@gmail.com

Adriano Henrique do Nascimento Rangel
Doutor em Zootecnia
Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Endereço: Natal, Rio Grande do Norte, Brasil
E-mail: adrianohrangel@yahoo.com.br

RESUMO

A produção de leite a pasto está submetida a diversos desafios, sendo um deles, o ambiente térmico ao qual as vacas são submetidas, podendo ser fator determinante na quantidade e qualidade de leite produzido. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o ambiente térmico de criação de vacas holandesas, produzindo leite a pasto, analisando o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e a Frequência respiratória (FR). Durante os meses experimentais, foi observado T_{max} ($^{\circ}C$) de 40 $^{\circ}$, caracterizando valor elevado no quesito térmico para vacas leiteiras. Quanto ao ITU, observou-se valor médio de 72, considerando o ambiente térmico de criação como confortável para as vacas. Durante o período experimental, as vacas leiteiras encontraram-se, na maior parte do tempo, em condições de estresse térmico brando a moderado, uma vez que os valores de ITU e FR observados, ao serem comparados com os da literatura consultada, sugerem tal situação. Mas ao considerar a UR durante o período de avaliação, percebeu-se diversos picos, entre 80 e 90, que alertam que alguns dias pode ter havido uma umidade excessiva coincidindo com uma temperatura mais elevada, gerando estresse térmico pois os mecanismos latentes de dissipação de calor, como a sudação e evaporação, não são eficientes, o que pode ser compreendido pelos valores de FR observados, em sua maioria, acima do valor considerado normal, portanto FR presente no gráfico em altos picos de 80 a 100 $mov.\cdot min^{-1}$, sendo este intervalo classificado por alto estresse térmico. Diante do exposto, é necessário adotar estratégias para mitigar o estresse térmico das vacas, principalmente as de alta produção, uma vez que há influência direta entre elevação de FR e redução na produção de leite.

Palavras-chave: Conforto térmico. Estresse térmico. Parâmetros fisiológicos.

1 INTRODUÇÃO

Quando se trata de produção leiteira, o Brasil desonta entre os maiores produtores de leite do mundo, tendo alcançado, em 2022, de acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) a produção de 34,6 bilhões de litros de leite, colocando o país em terceiro no ranking de maior produtor mundial de leite (IBGE, 2023). Esses dados evidenciam a capacidade produtiva do país, mesmo diante das dificuldades econômicas ou ambientais que são enfrentadas pelos criadores. Diante disto, a pecuária leiteira nacional destaca-se como uma criação crescente e que faz parte da segurança alimentar, principalmente no âmbito interno do país.

O Brasil possui cerca de dois terços de seu território situados na faixa tropical do planeta, onde o clima é Bsh segundo classificação de Koppen, caracterizando-se pela predominância de temperaturas elevadas, alta incidência da radiação e baixa humidade do ar. (Dias e Silva, et al 2012). Esse fato contribui para as dificuldades na criação a pasto, pois as vacas de raças leiteiras são particularmente sensíveis ao estresse térmico devido à sua função produtiva mais especializada e à sua alta eficiência na utilização dos alimentos (Baccari, 1989, citado por Moura, 2010).

Nesse contexto, a sociedade exige e valoriza os produtos que são oriundos de práticas que garantem os direitos dos animais e que os mesmos expressem suas liberdades. O bem-estar tem correlação direta com uma produção eficiente, pois, se o animal é bem manejado e não apresenta problemas de saúde, pode expressar seu potencial produtivo.

Broom (1986) definiu o Bem Estar Animal (BEA) como o estado que um animal apresenta em relação às suas tentativas em lidar com o meio-ambiente em que vive. Nesse sentido, o bem estar pode implicar diretamente nas reações fisiológicas do animal, tendo efeitos negativos ou positivos, pois a partir do momento que o animal sai da zona de conforto térmico para tentar manter sua homeotermia, há gasto calórico, tanto para perder ou manter calor corporal. Se os animais forem mantidos em ambientes de termoneutralidade, o gasto de energia para manutenção do animal é constante e mínima, e a retenção de energia da dieta é máxima (TOSETTO, 2014)

Sabe-se que o estresse térmico é um componente estritamente ambiental, assim sendo, deve ser definido apenas em termos de ambiente. Em criações a pasto os animais estão no seu ambiente natural e estão sujeitos às mudanças de temperatura e umidade durante todo o dia, em especial no Brasil, por ser um país tropical, compartilha de altas temperaturas durante o ano inteiro, e os animais estão frequentemente expostos ao estresse por calor. Este ocorre quando o somatório de forças externas que agem sobre um animal homeotérmico muda a temperatura corporal do estado de repouso e isso provoca tensões fisiológicas, metabólicas, celulares e moleculares (FERREIRA et al, 2017).

Contudo, existe a termoneutralidade que se refere a temperatura ambiental ótima para o animal, que mantém sua homeotermia, sem gastar energia para manter seu conforto. Em ambientes onde as condições climáticas são adversas às ideais, os animais acionam o seu sistema termorregulador para manutenção da sua temperatura corporal. Funções reprodutivas, o desempenho produtivo e os parâmetros fisiológicos são afetados negativamente em condições ambientais fora da zona de termoneutralidade (Tosetto, 2014). E, com a produção de leite, não seria diferente. Segundo Souza et al. (2021), a produção leiteira está intimamente ligada à manutenção do animal na zona de termoneutralidade, isto é, onde o animal não sofre estresse pelo frio ou calor.

Quando a homeotermia não é atingida, o animal se encontra nas faixas de temperatura consideradas críticas, sendo elas, temperatura crítica superior, com consequente estresse por calor e temperatura crítica inferior, sendo esse submetido ao estresse pelo frio. De acordo com Azevedo e Alves (2009, apud Nãas, 1989), a temperatura de conforto para as raças bovinas, se encontra no intervalo de 13 °C a 18 °C e, para vacas em lactação, recomenda-se temperaturas entre 4 °C e 24 °C, podendo restringir esses limites de 7 °C a 21 °C, em razão da umidade relativa e da radiação solar.

Em vista disso, diversos estudos na área do bem estar buscam sempre identificar se o ambiente e as instalações estão oferecendo conforto aos animais (Alves, 2014) e para isso são utilizados índices que medem o conforto térmico tais como o Índice de temperatura e umidade (ITU), Índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), bem como variáveis fisiológicas como a frequência respiratória (FR) e temperatura retal (TR), esses dados são utilizados para modificar e melhorar o local no qual os animais estão presentes, com alternativas de minimização do estresse por calor.

Em vias de regra, o primeiro sinal visível de animais submetidos ao estresse térmico é o aumento da frequência respiratória, embora este seja o terceiro na sequência dos mecanismos de termorregulação. O primeiro mecanismo é a vasodilatação e o segundo, a sudorese, esse mecanismo fisiológico promove a perda de calor por meio evaporativo. A frequência respiratória (FR) depende, principalmente, do período do dia, da temperatura ambiente e do nível de produção animal (MARTELLO, 2002).

Para Silanikove (2000) citado por Dalcin, 2013, valores de FR de 40 a 60, 60 a 80 e 80 a 120 mov/min caracterizam respectivamente baixo, médio e alto estresse para ruminantes, e acima de 200 mov/min o estresse é classificado como severo.

Segundo Ferreira (2017), a temperatura retal é um parâmetro fisiológico indicador do balanço térmico e pode ser medida para indicar a adaptabilidade a ambientes quentes. Quando a temperatura retal aumenta, o animal estoca calor que não é dissipado, ou seja, os mecanismos de termorregulação

estão insuficientes para manter a homeotermia e, como consequência, pode haver a manifestação de efeitos deletérios do estresse por calor (BACCARI JÚNIOR, 2001 citado por FERREIRA, 2017).

Martello (2004) relata que a temperatura retal média para bovinos com mais de um ano de idade é de $38,5 \pm 1,5$ °C. Esta temperatura é mantida mediante regulação cuidadosa do equilíbrio entre a formação de calor e sua liberação pelo organismo. A temperatura retal tem variação durante todo o dia e geralmente tem os graus mais elevados no período da tarde do que pela manhã.

O índice de temperatura e umidade (ITU), que relaciona temperatura e umidade relativa do ar, é o mais utilizado pelos pesquisadores para avaliação do estresse térmico (MARTELLO, 2004). Foi desenvolvido inicialmente para humanos por Thom (1958), e após começou a ser utilizados para animais, principalmente bovinos (FERREIRA, 2017).

Armstrong (1994) classificou o estresse térmico de acordo com a variação de ITU em ameno ou brando (72 a 78), moderado (79 a 88) e severo (89 a 98). ITU abaixo de 72 caracterizaria um ambiente sem estresse por calor.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o ambiente térmico de criação de vacas holandesas, produzindo leite a pasto, analisando o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e a Frequência respiratória (FR).

2 MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi desenvolvida na Fazenda Leite Verde Agropecuária, localizada no município de Jaborandi – BA, Rodovia Mambaí - Cocos Km 35, local de estágio supervisionado obrigatório, a fazenda faz criação a pasto de animais Kiwicross raça derivada dos cruzamentos das raças Holandês Holstein Friesian com Jersey. O período experimental foi de agosto a dezembro de 2023.

Possui 11 pivôs de irrigação com 56 hectares de área cada um, subdivididos em 24 piquetes com área de 4,6 ha, com capacidade para 600 animais, adotando-se o sistema rotacionado com manejo diário de pastagem, aferição de altura de entrada e saída do capim, como também adubação e correção do solo.

A fazenda é referência na criação a pasto com seu leite que possui diferencial pelo sabor agregado ao seus 4,2% de gordura, com volume total de 12 milhões de litros de leite produzidos, produção média de 37 mil litros/dia, com média de 16 litros/vaca/dia.

A freqüência respiratória (FR, mov/min.) foi avaliada às 8 h e 14 h, após as respectivas ordenhas da manhã e da tarde em três dias alternados de cada semana (2^a, 4^a e 6^a feiras), durante os meses de agosto a dezembro de 2023. A FR foi medida contando-se o número de movimentos respiratórios no

flanco dos animais por um período de 30 segundos, multiplicando-se os valores encontrados por dois para se obter o número de movimentos respiratórios/minuto.

Os dados para cálculo do Índice de temperatura e umidade, ITU, foram cedidos pela fazenda, uma vez que ela possui uma estação meteorológica, situada em posição central aos piquetes onde as vacas ficam. Dessa forma, a cada hora essa estação registrava temperatura de bulbo seco (Tbs) e umidade relativa do ar (UR), além de outros parâmetros climáticos, sendo apenas os dois mencionados importantes para gerar o ITU. Para este cálculo, foram utilizados os dados climáticos compreendidos entre 8 e 16 horas, no mesmo dia da avaliação da FR, totalizando 15 dias de avaliação, 3 a cada mês, totalizando 120 observações de cada variável avaliada no período experimental.

O índice de temperatura e umidade (ITU) foi calculado para cada hora de registro dos dados, utilizando-se a seguinte fórmula, citada por Kelly & Bond (1971):

$$\text{ITU} = \text{Tbs} - 0,55 (1 - \text{Ur}) (\text{Tbs} - 58)$$

em que ITU = índice de temperatura e umidade, adimensional; Tbs = temperatura do bulbo seco em graus Fahrenheit; UR = umidade relativa do ar expressa em valor decimal.

Os dados foram carregados e processados utilizando a biblioteca pandas (versão 3.6). A estatística descritiva foi calculada utilizando a biblioteca numpy (versão 1.24.0) para análise exploratória dos dados. Os gráficos foram criados utilizando a biblioteca matplotlib.pyplot (versão 3.9.10) para visualização dos dados e padrões. Todas as análises de dados foram realizadas utilizando linguagem de programação Python (versão 3.9.13), no ambiente do Visual Studio Code (VSCode) (versão: 1.86.2), uma popular IDE para desenvolvimento de software, proporcionando uma interface intuitiva e recursos avançados para programação em Python.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta os dados referentes ao período experimental, oriundos de 3 coletas por mês, sendo de agosto a dezembro de 2023, totalizando 15 períodos analisados, com 8 repetições por período. Observou-se maior desvio padrão (DP,%) para as variáveis UR (10,91) e FR (15,89), indicando alta variação nesses valores, podendo levar a condição de estresse térmico por calor nos animais.

Tabela 1. Estatística descritiva para as variáveis Frequência respiratória (FR), Temperaturas máxima, média e mínima (Tmáx; Tmed; Tmin), Umidade relativa (UR) e Índice se Temperatura e Umidade máximo, médio e mínimo (ITU Max; ITU Med; ITU Min), nos 15 períodos de avaliação da FR, entre os meses de agosto a dezembro.

| | Número amostral | média | DP ¹ (%) | min | Max |
|--------------|-----------------|-------|---------------------|-------|--------|
| Tmax (°C) | 120.0 | 33.92 | 2.61 | 26.00 | 40.00 |
| Tmed (°C) | 120.0 | 25.04 | 2.52 | 15.00 | 34.00 |
| Tmin (°C) | 120.0 | 17.81 | 2.54 | 11.00 | 23.00 |
| UR (%) | 120.0 | 60.08 | 10.91 | 45.00 | 88.00 |
| ITU | 120.0 | 72.84 | 3.45 | 58.81 | 84.29 |
| FR (mov/min) | 120.0 | 85.75 | 15.89 | 57.00 | 123.00 |

¹ Desvio Padrão

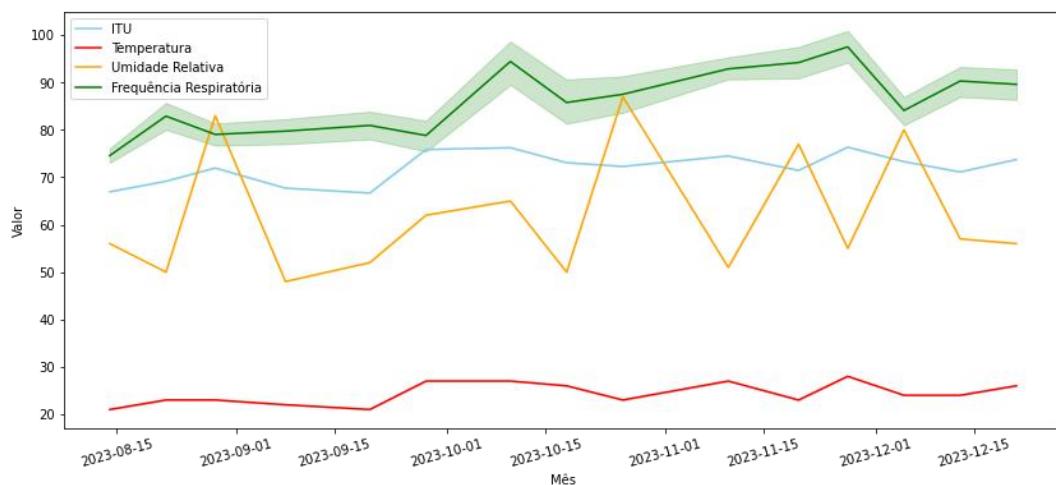
Durante os meses experimentais, foi observado Tmax (°C) de 40°, caracterizando valor elevado no quesito térmico para vacas leiteiras, que segundo a classificação de Huber (1990) os valores ideais se encontram entre 4°C e 26°C, onde valores acima dos mencionados podem prejudicar a capacidade produtiva dos animais, uma vez que aumenta temperatura corporal devido as falhas dos mecanismos reguladores de calor.

Os valores máximos de FR observados, 123 mov/min, provavelmente foi consequência das altas significativas de temperatura, particularmente, nos valores de máxima. A temperatura média manteve-se fora da zona de termoneutralidade para vacas leiteiras, segundo Huber (1990), uma vez que o valor médio observado foi de 33.92°C. Por ser uma região tropical, esta é a faixa de temperatura que predomina grande parte do ano, com elevadas temperaturas e umidades, provocando estresse aos animais, uma vez que eles tentam adaptar-se a essa situação adversa, Já a Tmin de 26°C esteve dentro da faixa esperada uma vez que essas temperaturas ocorrem nos meses frios, compreendendo agosto como um desses meses com baixas temperaturas para a região em questão.

Quanto ao ITU, observou-se valor médio de 72, considerando o ambiente térmico de criação como confortável para as vacas, de acordo com a classificação de Armstrong (1994), sendo ITU abaixo de 72, ambiente sem estresse por calor; 72 a 78, estresse ameno ou brando; moderado, de 79 a 88 e estresse severo quando ITU entre 89 e 98. Já a média para valor máximo observada no período experimental, 84.29, aponta para um ambiente térmico desafiador aos animais, caracterizando o estresse térmico em moderado.

O gráfico 1 apresenta o comportamento dos dados referentes ao ITU, T°C, UR, e FR, de acordo com as datas das avaliações, revelando um ITU entre 60 e 80, isto é, classificando a condição térmica dos pivô 2 entre ideal até moderado estresse térmico.

Gráfico 1: ITU, T ($^{\circ}$ C), UR (%) e FR (mov.min $^{-1}$) observados nos dias de coleta, distribuídos entre os meses de agosto a dezembro de 2023.

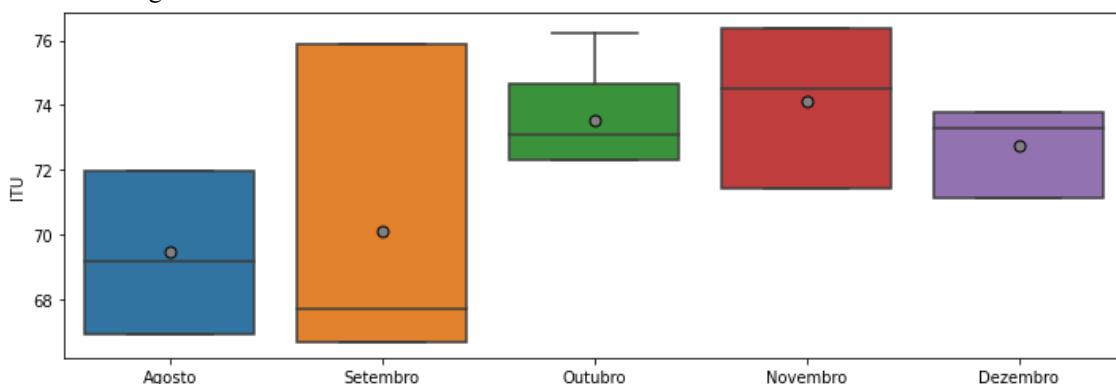


Mas ao considerar a UR durante o período de avaliação, percebeu-se diversos picos, entre 80 e 90, que alertam que alguns dias pode ter havido uma umidade excessiva coincidindo com uma temperatura mais elevada, gerando estresse térmico pois os mecanismos latentes de dissipação de calor, como a sudação e evaporação, não são eficientes, o que pode ser compreendido pelos valores de FR observados, em sua maioria, acima do valor considerado normal, portanto FR presente no gráfico em altos picos de 80 a 100 mov.min $^{-1}$, sendo este intervalo classificado por alto estresse térmico (Silanikove, 2000 citado por Dalcin, 2013).

As oscilações da UR de 50 até a aproximadamente 90 em alguns momentos, foram acompanhadas por valores elevados para FR, acima de 70, com a temperatura também acima do recomendado para vacas leiteiras de alta produção, entre 20 a 30 $^{\circ}$ C, traduzindo em valor médio de ITU entre 65 e 75. Isso ocorreu devido aos fatores do clima e ambiente atingindo o animal e impactando diretamente na mudança da fisiologia da termorregulação, uma vez que precisa doar energia para manter equilíbrio térmico através de mecanismos latentes ou sensíveis de dissipação do calor, interferindo diretamente na produção do mesmo. Para amenizar essas consequências é necessário medidas primárias ou secundárias para amenização do impacto do ambiente, como a utilização de árvores e malhas de sombrite como sombra, ventilação e aspersão para resfriamento do corpo.

Os valores de ITU e suas variações ao longo do período experimental estão apresentados no Gráfico 2, sendo o mês de agosto apresentando o melhor valor de ITU (60 a 75), condição essa de conforto térmico.

Gráfico 2: Valores de ITU referentes aos dias de avaliação da frequência respiratória (FR) de vacas alojadas no pivô 2, durante os meses de agosto a dezembro de 2023.

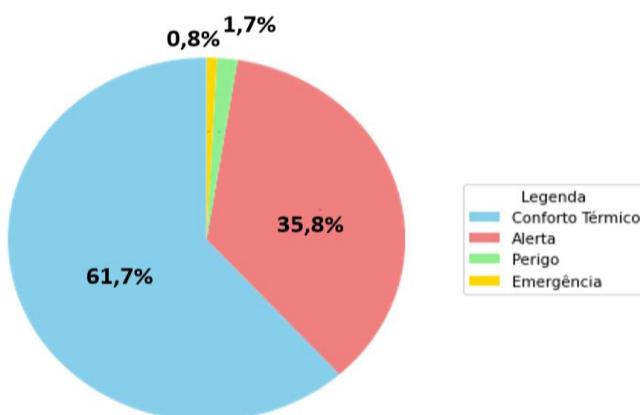


As maiores variações de ITU foram observadas em setembro, sendo uma faixa confortável até 70, mas também valores indicando estresse térmico ameno para as vacas, já que oscilou de 64 a 76. Nos meses de outubro e dezembro, a variação nos valores de ITU foram as menores, sendo que na maior parte do tempo as vacas se encontravam em conforto ou, no máximo, em estresse ameno. Já novembro, a tendência observada foi semelhante a setembro. Isso pode ser parcialmente explicado pois nesses dois meses foi quando mais se precisou ligar a irrigação dos pivôs, o que elevou consideravelmente a UR, provocando alterações nos valores de ITU, com valores próximos a 80.

Valores de ITU acima de 72 pode desencadear alterações em parâmetros comportamentais e fisiológicos, caracterizando estresse por calor, refletindo no desempenho e reprodução das vacas (Martello et al, 2004).

Para melhor compreender como o ambiente térmico estaria classificado quanto ao conforto térmico das vacas, o Pivô 2 foi estratificado quanto a frequência de ocorrência dos intervalos de classificação do ambiente, segundo o ITU, pela classificação de Armstrong (1994).

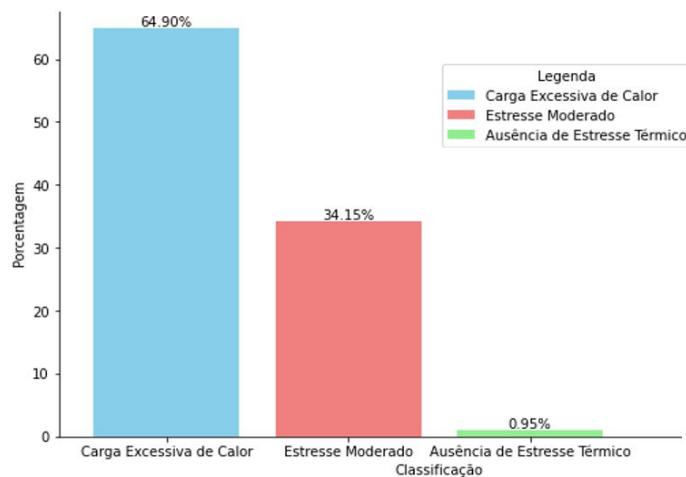
Gráfico 3: Caracterização térmica do Pivô 2, a partir da determinação do ITU nos meses de agosto a dezembro de 2023.



Dessa forma, observou-se que em 61,7% do tempo as vacas estavam em conforto térmico, apesar dos valores de UR, T°C, FR colocarem as vacas em estado moderado de calor; e 35,8% indicam que estavam em alerta ou seja, utilizando dos mecanismos de dissipação de calor para tentar manter a homeotermia; e 1,7% em perigo representando animal já em estado crítico que não consegue mais controlar sua temperatura.

Mas quando se parte para a avaliação da FR, os resultados foram bem diferentes, quando se tratou de caracterizar o ambiente de criação das vacas, conforme pode ser observado no gráfico 4.

Gráfico 4: Caracterização térmica do Pivô 2, a partir da avaliação da FR das vacas, nos meses de agosto a dezembro de 2023.



Observou-se que em 64,90% do período experimental, as vacas estiveram submetidas a carga excessiva de calor, 34,15% com estresse moderado e menos de 1% com ausência de estresse.

Quando se tem elevação na respiração por minuto, entende-se que aquele animal está tentando perder calor e manter a homeotermia, geralmente a sudação, movimento rápido do flanco e a língua exposta são sinais dos mecanismos latentes de dissipação de calor, ações que mostram estado crítico e indicam a condição de estresse por calor. Diante desse fato o gráfico 4 destaca que o mês de outubro teve grande variação nos valores (65 a 120), caracterizando elevado estresse por calor, e nota-se que o mês seguinte, novembro também tem altas frequências (70 a 119) assim como dezembro (65 a 115), uma vez que valores entre 80 a 120 $\text{mov} \cdot \text{min}^{-1}$, intervalo classificado por alto estresse térmico (Silanikove, 2000 citado por Dalcin, 2013).

Em pesquisa realizada por Baccari Jr. et al. (1995), estes autores observaram freqüência respiratória média, em vacas holandesas, de 68 movimentos por minuto, quando o ITU era 79, com ambiente térmico classificado em estresse moderado, porém a FR ainda sendo mantida adequada para vacas leiteiras, isto é, não prejudicando sua produção leiteira, a curto prazo. Já Aguiar et al. (1996)

observaram redução na produção de leite de vacas holandesas em 3,6 e 4,5% quando o ITU foi de 72,3 e 74,4, respectivamente.

Silva et. al. (2002) observaram FR igual a 75,8 em condições ambientais de ITU igual a 78,2, colocando esses animais em estresse térmico moderado. Assim, vacas da raça Holandesa necessitam ativar, com mais intensidade que as mestiças, seu mecanismo termorregulador visando dissipar o calor corporal excedente pelas vias respiratórias, em virtude de sua menor adaptabilidade às condições adversas de climas quentes.

Assim, um parâmetro isolado não consegue traduzir a real sensação térmica do animal, podendo muitas vezes, como demonstrado na presente pesquisa, estes dados se confrontarem, como observado nos gráficos 3 e 4.

4 CONCLUSÃO

Durante o período experimental, as vacas leiteiras encontraram-se, na maior parte do tempo, em condições de estresse térmico brando a moderado, uma vez que os valores de ITU e FR observados, ao serem comparados com os da literatura consultada, sugerem tal situação.

É necessário adotar estratégias para mitigar o estresse térmico das vacas, principalmente as de alta produção, uma vez que há influência direta entre elevação de FR e redução na produção de leite.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, I.S.; BACCARI JR., F.; GOTTSALK, A.F. et al. Produção de leite de vacas Holandesas em função da temperatura do ar e do índice de temperatura e umidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 1996, Fortaleza. Anais... Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p.617-619.
- ALVES, M. A. Respostas termorreguladoras e ambiente térmico de bovinos leiteiros em regiões de clima tropical. 2014.
- ANDRADE, R. O. Estresse térmico em vacas leiteiras: revisão bibliográfica. 2021.
- ARMSTRONG, D.V. Heat stress interaction with shade and cooling. *Journal of Dairy Science*, v.77, p.2044-2050, 1994.
- AZEVÊDO, D. M. M. R.; ALVES, A. A. Bioclimatologia aplicada à produção de bovinos leiteiros nos trópicos. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2009.
- BACCARI JR., F.; AGUIAR, I.S. TEODORO, S.M. Hipertermia, taquipnêia 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 animal. 2.ed. Viçosa: Editora UFV, 2010. 269 p
- BROOM, D. M. Indicators of poor welfare. *British veterinary journal*, v. 142, n. 6, p. 524-526, 1986.
- BARBOSA, L. S. Uso de sombreamento sobre índices térmicos, respostas fisiológicas e desempenho de bezerras cruzadas ½ Holandês x ½ Jersey a pasto. 2012.
- CONCEIÇÃO, M.N, Avaliação da influência do sombreamento artificial no desenvolvimento de novilhas leiteiras em pastagens. 2008. 138p.
- DALCIN, V. C. Parâmetros fisiológicos em bovinos leiteiros submetidos ao estresse térmico. 2013.49p
- DIAS, T. P. et al. Efeito da exposição à radiação solar sobre parâmetros fisiológicos e estimativa do declínio na produção de leite de vacas mestiças (Holandês X Gir) no sul do estado do Piauí. *Comunicata Scientiae*, v. 3, n. 4, p. 299-305, 2012.
- FERREIRA, I. C. et al. Conforto térmico em bovinos leiteiros a pasto. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2017.
- HUBER, J. T. Alimentação de vacas de alta produção sob condições de estresse térmico. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 1990, Piracicaba. Anais... Piracicaba, 1990. p. 33-48

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção de leite em litros. Censo Agropecuário de 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/leite/br>. Acesso em 25 de janeiro.

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

MARTELLO, L. S. et al. Avaliação do microclima de instalações para gado de leite com diferentes recursos de climatização. Engenharia Agrícola, v. 24, p. 263-273, 2004.

MARTELLO, L. S., Savastano Júnior, H., Silva, S da L. e Titto, E. A. L. (2004) Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. Revista Brasileira de Zootecnia, 33(1), 181-191.

MOURA, A.K. et al. Influências bioclimáticas e de ambiência no bem-estar de vacas leiteiras. PUBVET, Londrina, V. 4, N. 32, Ed. 137, Art. 926, 2010.

SEVEGNANI, K. B.; GHELFI FILHO, H.; DA SILVA, I. J. O. Comparação de vários materiais de cobertura através de índices de conforto térmico. Scientia Agricola, v. 51, p. 1-7, 1994.

SILVA, I.J.O.; PANDORTH, H.; ACARARO JR., E. et al. Efeitos da climatização do curral de espera na produção de leite de vacas Holandesas. Revista Brasileira de Zootecnia, v.31, n.5, p.2036-2042, 2002.

TOSETTO, M. R. et al. Influência do macroclima e do microclima sobre conforto térmico de vacas leiteiras. Journal of Animal and Behaviour Biometeorology, v. 2, n. 1, p. 6-10, 2014.