



Efeito do ambiente seco e chuvoso sobre a etologia de vacas leiteiras

Mérik ROCHA-SILVA^{1*}, Rafaela Souza SILVA¹, Danielle Maria Machado Ribeiro AZEVEDO²,
Dinnara Layza Souza da SILVA¹, Samira Teixeira Leal de OLIVEIRA¹, Camila Izaias Guimarães Rocha SILVA¹,
Marislane Resende da SILVA¹, Maria do Livramento da Conceição LIRA¹

¹ Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Piauí, Teresina, PI, Brasil.

² Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Teresina, PI, Brasil.

*E-mail: merikrocha@cca.uespi.br

Submetido em: 03/06/2022; Aceito em: 10/12/2023; Publicado em: 31/12/2023.

RESUMO: Avaliou-se as condições bioclimáticas de produção e as respostas dos animais sob produção na região Meio Norte do Brasil. Vacas leiteiras em lactação, cruzadas (Gir x Holandês) e zebuínas (Gir) durante o período de secas e de chuvas. Coletados dados de temperatura do ar em bulbo seco e húmido, temperatura mínima e máxima, umidade relativa; frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC) e temperatura retal (TR) convergiram para indicador bioclimático Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e o indicador etológico Coeficiente de Tolerância ao Calor (CA). Análise de variância para aferir diferenças significativas acompanhadas de análises de post-hoc indicam efeitos significativo (p -valor $\leq 0,05$) dos efeitos de época (Chuvas e Secas) e/ou de grupo genético (Girolanda/Gir). Identificou-se maiores temperaturas (T) e menores umidade relativas (UR) durante as secas: 30,5° e 47,5%; em relação ao período de chuvas: 26,7° C e 86,5%. As condições bioclimáticas estiveram majoritariamente inadequadas à bovinos. As respostas etológicas variaram principalmente em função de raça e somente a FC foi significativamente diferente em função de época. Animais Gir apesar de dispõem de menor perímetro torácico (PT) são mais hábeis em promover a termólise e/ou produzem menos calor endógeno, apresentando CA, FR, FC e TR significativamente (p -valor $< 0,05$) menores. As condições de produção são desafiadoras com alto ITU e respostas animais que indicam desconforto, principalmente durante os períodos de secas na região meio norte.

Palavras-chave: temperatura retal; termólise; ambiência.

Effect of dry and rainy environments on the Ethology of dairy cows

ABSTRACT: Bioclimatic production conditions and the responses of animals under production were evaluated in the Meio Norte region of Brazil. Lactating dairy cows, crossbreeds (Gir x Holstein) and zebu (Gyr) during the dry and rainy season. Collected air temperature data in the dry and wet bulbs, minimum and maximum temperature, relative humidity, respiratory rate (RR), heart rate (HR), and rectal temperature (TR) converged to the bioclimatic indicator Temperature and Humidity Index (THI) and the etiological indicator Heat Tolerance Coefficient (CA). Analysis of variance to assess significant differences accompanied by post-hoc analyses indicate significant effects (p -value ≤ 0.05) of season effects (Rains and Droughts) and/or genetic group (Girolanda/Gir). Higher temperatures (T) and lower relative humidity (RH) were identified during droughts: 30.5° and 47.5%; in relation to the rainy season: 26.7° C and 86.5%. Bioclimatic conditions were mostly unsuitable for cattle. Ethological responses varied mainly depending on breed and only HR significantly differed depending on season. Gir animals, despite having a smaller thoracic perimeter (PT), are more adept at promoting thermolysis and/or producing less endogenous heat, presenting significantly lower AC, RR, HR, and TR (p -value < 0.05). Production conditions are challenging with high THI and animal responses that indicate discomfort, especially during dry periods in the Meio Norte region.

Keywords: rectal temperature; thermolysis; ambiance.

1. INTRODUÇÃO

A produção de leite brasileira é baseada na criação de animais cruzados, alimentados majoritariamente à pasto, susceptíveis à insolação, submetidos à ação de parasitas e outros desafios do clima tropical. Esse cenário perfaz grande desafio à produção do alimento leite no país, principalmente no nordeste brasileiro (MADALENA, 2012; FERRAZZA; CASTELLANI, 2021).

O clima no Piauí oscila entre as regiões do estado, chegando a 38° C e até 3007 KJ m⁻² de radiação solar (INMET, 2020). Nestas condições, os bovinos leiteiros estão

fora da zona de conforto térmico, segundo Ferreira (2005) as principais raças de bovinos leiteiros têm temperatura ambiental ótima entre 10 e 27° C. Mavunga et al (2022) elencam que animais da raça Friesian (Holandês) apesar da produtividade, são susceptíveis aos efeitos ambientais, onde a insolação interfere sobre variáveis comportamentais.

No caso de animais mestiços: Friesian/Zebu, Ferreira (2005) os considera geneticamente intermediários entre taurinos e zebuínos, admitindo temperaturas ideais as que se situam entre 5 e 31°C. Acima deste limite, o animal passa a direcionar recursos para promover a homeotermia, até a

temperatura crítica superior, em torno de 35°C. A partir desse ponto, o animal é limitado em capacidade de se ajustar à temperatura ambiente, passando a comprometer suas funções fisiológicas.

O animal é considerado em estado de estresse a partir do ponto em que evidencia sua busca pela sobrevivência, passando a produção para segundo plano. Além de reduzir consumo de alimentos sólidos e aumentar o consumo de água, estima-se haver mudanças nos parâmetros fisiológicos que evidenciem os prejuízos aos animais e à atividade econômica (GALÁN et al., 2018).

As condições ambientais e a produção leiteira estão intimamente ligadas, sendo o clima um dos fatores que mais influência na produção animal (HERBUT et al., 2021). Uma maior produção de leite, está diretamente ligada a um maior consumo de alimentos, implicando no aumento do calor metabólico e causando dificuldades na manutenção do equilíbrio térmico dos animais em condições de estresse calórico. Segundo Roth (2022), vacas leiteiras quando submetidas a situações de estresse térmico respondem de várias maneiras, com níveis diferentes de interação, na maioria dos casos com prejuízos à produção.

Nesta conjuntura, objetivamos avaliar a influência das variações bioclimáticas sobre o comportamento de vacas leiteiras, cruzadas (Gir x Holandês) e zebuínas (Gir). A fim de, evidenciar possíveis efeitos sob os animais em produção.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Essa investigação foi previamente submetida as normas de ética e respeito aos animais, tendo sido aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual do Piauí sob protocolo n.0464/2019.

A investigação observacional ocorreu na Fazenda Cajazeiras, zona rural, Teresina, Piauí. Coordenadas geográficas: -4.919183, -42.840593 sob delineamento inteiramente casualizado em fatorial avaliando-se os efeitos agrupados de dos períodos climáticos (secas e chuvas) e genéticos/raças (Gir e Girolando), sem balanceamento, de um rebanho comercial.

Ao todo foram envolvidas 23 vacas, 6 gir e 18 girolando; todas em lactação. As primeiras coletas deram-se ao final de novembro de 2019, durante o período seco, que no hemisfério sul coincide com a estação climática primavera. A segunda coleta ocorreu em meados de março de 2020, denominado tratamento “chuvas”. Em ambas as ocasiões foram coletadas indicações das condições bioclimatológicas e as respostas etológicas dos animais.

A área de descanso perfaz ambiente aberto, desprovido de vegetação, com pelo menos 60 m² por animal, instalados bebedouros e cochos sob árvores frutíferas (mangueiras) cuja diâmetro das copas perfaz aproximadamente 20 m² por cada uma das 34 árvores.

Neste trabalho foram consideradas para a avaliação as variáveis ambientais: temperatura do ar em bulbo seco e húmido, temperatura mínima e máxima e humidade relativa; perfazendo as condições bioclimatológicas. A partir da qual associa-se prováveis alterações fisiológicas expressas em mudanças etológicas ilustradas pela Figura 1: frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC). temperatura retal (TR).

O Coeficiente de Tolerância ao Calor (CA) - Fórmula do teste de Benezra utilizado:

$$CA = \frac{TR}{38,3} + \frac{FR}{23} \quad (01)$$



Figura 1. Coleta de temperatura retal (esquerda), coleta Frequência respiratória e cardíaca (a direita). Fotografia: Prof. M. Rocha-Silva.
Figure 1. Rectal temperature collection (left), respiratory and heart rate collection (right). Photography: Prof. M. Rocha-Silva.

Foram empregados dois termohigrômetros produzidos pela Inconterm® (Figura 2), capaz de registrar temperatura na faixa de -50 até 70°C para registro da temperatura em bulbo seco e em bulbo úmido. Um foi instalado na sala de ordenha, e outro na área de descanso das vacas. A sala de ordenha foi construída de alvenaria com cobertura metálica com pé-direito de 3,5 metros, onde as vacas permanecem durante a preparação e a ordenha, sem a presença de bezerros.



Figura 2. Disposição de Termohigrômetro (acima) e termômetro de bulbo seco e húmido (abaixo). Fotografia: Prof. M. Rocha-Silva.
Figure 2. Thermohygrometer layout (above) and dry and wet bulb thermometer (below). Photography: Prof. M. Rocha-Silva.

As temperaturas foram registradas a cada hora, desde as 8 até as 17 horas, perfazendo 10 registros por cada termômetro, úmido e seco, na área de descanso e sob o barracão da sala de ordenha, totalizando 40 registros de temperatura dos dias 12 de março de 2020.

Estimou-se o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) através da fórmula: $ITU = (1,8 \times T + 32) - (0,55 - 0,0055 \times UR) \times (1,8 \times T - 26)$, onde T é a temperatura do ar em bulbo seco e UR é a umidade relativa.

Análise dos dados deu-se com uso do software R (2009) via R Studio, com informações dos animais que tiveram dados coletados nos dois períodos, utilizando os pacotes Dplyr para estatística descritiva, ExpDes.pt e funções nativas para teste F em ANOVA de duas vias, Agricolae para SNK via GLM e GGPlot2 para elaboração de gráficos.

3. RESULTADOS

As condições bioclimatológicas descritas em uma tabela e o indicar ITU em Figura (gráfico) indicam as variações as quais os animais estavam submetidos. A morfometria e respostas animais convergem para indicador Coeficiente de Tolerância ao Calor (CA) indicando as respostas em função das épocas do ano e do grupo genético dos animais.

3.1. Condições bioclimatológicas

A temperaturas ambientais (T) registradas pelos termômetros de bulbo seco (TBS) e húmido (TBH) não apresentaram distribuição normal dos resíduos, recorreu-se ao modelo linear generalizado; e a variável umidade relativa (UR) apresentou normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk a 5% de significância.

O teste F indicou efeito significativo de época (Secas/Chuvvas) sob as variáveis T e UR (p-valor < 0,001). Confirmado pelo teste SNK (Student-Newman-Keuls) com nível de 95% de confiança: Maiores T e menores UR durante as secas: 30,5° e 47,5%; em relação ao período de chuvas: 26,7° C e 86,5%.

Os animais são dispostos em dois locais diferentes na mesma propriedade: sala de ordenha (Ord) e área de descanso (Des), Tabela 1. Tendo sido observado diferenças significativas (p-valor < 0,05) da temperatura média entre épocas e locais. Desde modo, os animais sob árvores estavam em melhores condições do que quando conduzido à sala de ordenha no período das secas.

Além da temperatura considera-se a UR para estimar o ITU, e este não apresentou diferenças significativas (p-valor > 0,05) entre os diferentes períodos. Contudo há uma tendência de ITU maiores durante o período de Secas (mínimo de 79 e máximo de 85) em relação aos índices

estimados durante o período de Chuvas (mínimo de 76 e máximo de 84) dispostos na Figura 3.

A região é banhada pelo Rio Parnaíba, e estando a propriedade a pouco mais de 2 Km do mesmo, a UR inicia mesmo do período de secas com 65%, reduz para o menor índice, 34%, as 15 h. No período de Chuvas a umidade relativa (UR) mantém-se a maior parte do tempo acima de 80%.

Tabela 1. Temperaturas registradas em dois ambientes.

Table 1. Temperatures were recorded in both environments.

Variável estatística	Secas		Chuvvas	
	Ord	Desc	Ord	Desc
Mínima	27	23	25	24
Média	33 ^a	28 ^b	26,7 ^c	26,6 ^c
Desvio padrão	3,63	4,97	1,72	1,81
Máxima	38	36	31	31

Ord.: Sala de ordenha; Desc.: área de descanso. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa (p-valor ≤ 0,05).

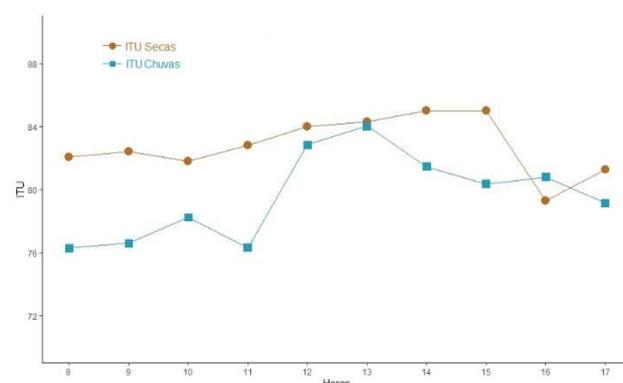


Figura 3. Variação do ITU durante o dia no período de Secas (marrom) e as Chuvas (azul).

Figure 3. Variation in ITU during the day during the Drought (brown) and Rainy (blue) periods.

3.2. Respostas animais

As respostas fisiológicas dos animais foram capturadas por cinco variáveis (FR, FC, TR, TGO e TS) e um indicador CA. Aplicado o teste de Shapiro-Wilk (α = 0,05) sobre os resíduos em cada modelo de análise de variância apenas TR não apresentou distribuição normal, remetendo a recorrer aos Modelos Lineares Generalizado para este.

As respostas etológicas variaram principalmente em função de raça e somente a FC foi significativamente diferente em função de época, Tabela 1. Havendo diferenças significativas (p ≤ 0,05) entre raças para PT, CA, FR, FC e TR.

Tabela 2. Respostas etológicas das diferentes raças nas diferentes épocas avaliadas.

Table 2. Ethological responses of different breeds at different times were evaluated.

	PT	Secas				Chuvvas			
		CA	FR	FC	TR	CA	FR	FC	TR
Gir	63,8 ^b	1,85 ^b	19,3 ^b	59,3 ^{Bb}	38,5 ^a	2,01 ^b	22,7 ^b	58,7 ^{Bb}	39,1
GL	72,4 ^a	2,47 ^a	33,1 ^a	78,6 ^{Aa}	39,5 ^b	2,45 ^a	32,7 ^a	62,0 ^{Ba}	39,6

GL: Girolanda, PT: perímetro torácico; CA: coeficiente de tolerância ao calor; FR: frequência respiratória; FC: frequência cardíaca, TR: temperatura retal. Letras minúsculas na mesma coluna (comparação de raças) ou Letras maiúsculas na mesma linha (Comparação de épocas) indicam diferença significativa (p-valor < 0,05) pelo teste SNK.

4. DISCUSSÃO

Entre os indicadores de condições ambientais, o principal é o ITU (Dikmen; Hansen, 2008) sendo estimado as condições bioclimáticas, no presente estudo variaram pouco nos dois períodos experimentais, no entanto o suficiente para indicar “perigo” no dia amostral durante o período chuvoso (linha azul da Figura 3) e “emergência” durante o período de secas, concomitante com o mês de novembro (MADER et al., 2006). Em ambos os períodos a Umidade Relativa (UR) apresentou-se elevada, apesar de ser inferior no período de secas, provavelmente pela proximidade da propriedade com o Rio Parnaíba.

As temperaturas de bulbo seco (TBS) consideradas para o ITU foram ligeiramente distintas, enquanto durante as Chuvas manteve abaixo de 30° C, uma temperatura adequada as bovinas Girolando e Gir (Silva, 2000; Ferreira, 2005; Diniz et al., 2017) durante o período de Secas manteve acima dos 30° chegando a 38°, e neste momento sendo desafiador aos animais.

Na mesma propriedade houve variações entre as condições edafoclimáticas entre as instalações artificiais e naturais. As mangueiras formaram um microclima que tornou o ambiente mais confortável em relação a instalação artificial quando não há provimento de recursos de climatização como ventiladores e aspersores. De Souza et al. (2023) aponta que tratamentos com sombreamento apresentam melhores condições de conforto térmico aos animais e que a presença de árvores pode amenizar significativamente a condição de estresse térmico.

Houstein é a principal raça de leite entre os bovinos (Liu et al., 2019), toda via sua diminuta adaptabilidade à condições tropicais convergiram para formar mestiços com o Gir, raça oriunda de regiões tropicais. Contudo o animal de raça composta Girolando, pode persistir como intermediário em termo de capacidade de termorregulação entre as raças que o compõe. Os resultados que raça é fator preponderante em relação aos períodos do ano em regiões tropicais que apresentem ITU até 84, considerado perigoso por Mader et al. (2006).

Galán et al. (2018) discutem sistematicamente as variáveis etológicas que exprimem as respostas de vacas leiteiras as variações ambientais, em que, casos de calor excessivo as vacas iniciam o processo de termólise aumentando a ventilação pulmonar maximizando a troca de gases internos (quentes) com o externo (supostamente mais frio), os sistema circulatório também é requerido, associado a vaso dilatação periférica, ambas estratégias resultam em maior frequência respiratório e aumento na frequência dos batimentos cardíacos. Em casos de insuficiência dessas estratégias a temperatura corporal interna altera-se, passível de ser aferido pela mensuração da temperatura retal (TR).

Os animais avaliados apresentaram TR acima do normal, que segundo Ferreira (2005) é de 38,6 ° C, indicando que as vacas estiveram fora da zona de conforto térmico, principalmente as Girolandas que apresentaram até 1° C a mais durante o período de secas.

Apesar de apresentarem temperaturas médias não elevadas, a UR influenciou os processos de perda de calor. Diniz et al. (2017) avaliando também animais mestiços inferiram menores UR no semiárido mineiro em relação as registradas no Piauí, Da Costa et al. (2015) há 480 (Km) de distância também identificaram UR superiores a 60% na maioria dos momentos. Tornando claro que temperatura do

ar isoladamente não deve critério para aferir adequação ou não das condições bioclimáticas. Afinal, as TR dos animais no Piauí estiveram superiores as observadas por Diniz et al. (2017) e Kaufman et al. (2018), similar ao observado no período vespertino por Kaufman et al. (2018) e acima do preconizado por Silva (2000) e Ferreira (2005).

Apesar da temperatura retal não fornece informações sobre todo o ritmo circadiano da temperatura corporal ou a capacidade de adaptação, perfaz indício da temperatura corporal, neste caso, de aumento da mesma, condição comum à animais em estresse térmico (ST). Da Costa et al. (2015) ser admissíveis até 39,3° C. O percentual de vacas no rebanho com temperatura retal (TR) superiores a 39,3° C varia em função dos momentos ao longo do dia, mas principalmente em função da participação de zebus (*Bos taurus indicus*) na composição dos bovinos cruzados. Da Costa et al. (2015) identificaram que maior participação de Gir na formação do girolando (1/2) é favorável a menores TR em relação aos animais com maioria (3/4) taurina (*Bos taurus taurus*).

Ainda a partir das constatações dos últimos autores, o percentual de vacas em ET (TR > 39,3° C) foram proporcionalmente superiores durante o período de Chuvas em relação aos mesmos animais no período de secas. Considerando similaridades edafoclimáticas, provavelmente foi a combinação de temperatura no limiar de conforto de 26 a 28° C (Tabela 1) e alta UR que provavelmente anularam efeitos significativos das condições bioclimáticas sobre a resposta dos animais, principalmente a expressa pelo Coeficiente de Tolerância ao Calor (CA), que foram semelhantes nos dois períodos.

Toda via, as diferenças de período foram suficientes para produzir efeitos sob as respostas fisiológicas do grupo de animais mestiços, evidenciando o Gir pela sua adaptabilidade. Madalena (2012) enaltece a importância dos animais desta raça na composição do bovino leiteiro para produção em clima tropical, no entanto, por ser menos produtivo faz-se necessários a exploração da complementariedade dos genes advindos do Houstein para competitividade produtiva, indicando-nos que a eficiência em termólise superior identificado pelas vacas Gir é crucial para regiões com clima além da zona de conforto para os taurinos que se limita a 30° C (SILVA, 2000).

Por outro lado, posto a indicação dos recursos genéticos a Girolanda, cabe elencar as evidências dos desconfortos das mesmas nas condições estudadas, cuja quais projeta a revisão dos modelos de exploração, e a inclusão de recursos climáticos para melhorar a ventilação (neste caso que as UR estavam adequadas) e em casos que UR possibilidade a aspersão (Ferreira, 2005) ou outros recursos disponíveis. Projetando haver necessidade de incremento tecnológico como tratamento sombra + ventilação + aspersão proposto por Lees et al. (2022).

5. CONCLUSÕES

As condições de produção são desafiadoras com alto ITU e respostas animais que indicam desconforto, principalmente durante os períodos de secas na região meio norte.

As diferenças associadas ao grupo genético são significativas e mais relevantes dos que as variações nas condições bioclimáticas ao longo do ano.

6. REFERÊNCIAS

- DA COSTA, A. N. L.; FEITOSA, J. V.; MONTEZUMA JR, P. A.; SOUZA, P. T. de; 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. 59, p. 1647-1653, 2015. <https://doi.org/10.1007/s00484-015-0971-4>
- DE-SOUSA, K. T.; DENIZ, M.; DITTRICH, J. R.; HÖTZEL, M. J. Effects of tree arrangements of silvopasture system on behaviour and performance of cattle: a systematic review. **Annals of Animal Science**, v. 23, n. 3, p. 629-639, 2023. <https://doi.org/10.2478/aoas-2023-0002>
- DIKMEN, S.; HANSEN, P. J. Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in a subtropical environment? **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 1, p. 109-116, 2009. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1370>
- DINIZ, T. A.; CARVALHO, C. da C. S.; FERREIRA, H. C.; CASTRO, A. L. de O.; PEREIRA, K. C. B.; GONÇALVES, M. C. M.; SOARES, T. E.; MENEZES, J. C. Vacas F1 Holandês x Zebu no terço final de gestação apresentam adaptação fisiológica quando criadas no ambiente semiárido. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 16, n. 1, p. 70-75, 2017. <https://doi.org/10.5965/223811711612017070>
- FERRAZZA, R. de A.; CASTELLANI, E. Analysis of Brazilian livestock transformations: a focus on dairy farming. **Ciência Animal Brasileira**, v. 22, e68940, 2022. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v22e-68940>
- FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005. 371p.
- GALÁN, E.; LIONCH, P.; VILLAGRÁ, A.; LEVIT, H.; PINTO, S.; DEL PRADO, A. A systematic review of non-productivity-related animal-based indicators of heat stress resilience in dairy cattle. **PloS One**, v. 13, n. 11, p. e0206520, 2018. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206520>
- ERBUT, P.; HOFFMANN, G.; ANGREGKA, S.; GODYN, D.; VIEIRA, F. M. C.; ADAMCZYK, K.; KUPCZYNSKI, R. The effects of heat stress on the behavior of dairy cows—a review. **Annals of Animal Science**, v. 21, n. 2, p. 385-402, 2021. <http://dx.doi.org/10.2478/aoas-2020-0116>
- INMET_Instituto Nacional de Meteorologia. **Consulta Dados da Estação Automática: Teresina (PI)** estação “Teresina-A312. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acessado em 11 de outubro de 2020.
- KAUFMAN, J. D.; SAXTON, A. M.; RÍUS, A. G. Relationships among temperature-humidity index with rectal, udder surface, and vaginal temperatures in lactating dairy cows experiencing heat stress. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 7, p. 6424-6429, 2018. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13799>
- LEES, J. C.; LEES, A. M.; GAUGHAN, J. B. The influence of shade availability on the effectiveness of the Dairy Heat Load Index (DHLI) to predict lactating cow behavior, physiology, and production traits. **International Journal of Biometeorology**, v. 66, n. 2, p. 289-299, 2022. <https://doi.org/10.1007/s00484-021-02186-x>
- LIU, J.; LI, L.; CHEN, X.; LU, Y.; WANG, D. Effects of heat stress on body temperature, milk production, and reproduction in dairy cows: A novel idea for monitoring and evaluation of heat stress - A review. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 32, n. 9, e1332, 2019. <https://doi.org/10.5713%2Fajas.18.0743>
- MADALENA, F. E. Animal breeding and development—South American perspective. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 129, n. 3, p. 171-172, 2012. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0388.2012.01006.x>
- MADER, T. L.; DAVIS, M. S.; BROWN-BRANDL, T. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. 3, p. 712-719, 2006. <https://doi.org/10.2527/2006.843712x>
- MAVUNGA, T. K.; GORORO, E.; OBERT, T. A. D. A. Effects of environment in productive performance of Holstein dairy cows in Zimbabwe. **Black Sea Journal of Agriculture**, v. 5, n. 3, p. 172-179, 2022. <https://doi.org/10.47115/bsagriculture.1031623>
- R Development Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. 2009.
- ROTH, Z. Cooling is the predominant strategy to alleviate the effects of heat stress on dairy cows. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 57, n. S1, p. 16-22, 2022. <https://doi.org/10.1111/rda.13765>
- SILVA, R. G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 2000. 286p.

Agradecimentos: A APCZ, Associação Piauienses de Criadores de Zebu na pessoa de seu presidente André Nogueira por possibilitar o acesso à propriedade e aos animais, além de acomodações de alimentação que possibilitou essa pesquisa. As acadêmicas Camila Larissa, Ana Paula e Maria Lira, e aos estudantes Gabriel, Ítalo Francklin e Wallas. Aos colaboradores da Fazenda Cajazeiras.

Contribuições dos autores:

Conceitualização: MR-S e DMMRA; Metodologia: DMMRA; coleta de dados: RSS, MRS e MLCL. Análises estatísticas: MR-S, DLSS, CIGRS e STLO. All authors read and agreed to the published version of the manuscript.

Financiamentos: Não houve financiamentos específicos à esta investigação.

Revisão por Comitê Institucional: Não se aplica.

Comitê de Ética: Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual do Piauí sob protocolo n.0464/2019.

Disponibilização de dados: Os dados do estudo poderão ser obtidos mediante solicitação ao autor correspondente via e-mail.

Conflitos de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesses. As entidades/instituições de apoio não tiveram qualquer papel na concepção do estudo, na coleta, análise ou interpretação de dados, na redação do manuscrito ou na decisão de publicação dos resultados.