



**BIOCLIMATOLOGIA E BEM-ESTAR
ANIMAL NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**
Coletânea Científica – Artigos Completos –
Volume 4 – 2026

Editora Científica Semiárido Acadêmico (ECSA)

ISBN 978-65-01-94881-2 | Acesso Aberto

CAPÍTULO 9

Conforto térmico de vacas leiteiras em microrregiões da Paraíba: uma análise baseada no índice de temperatura e umidade

Thermal comfort of dairy cattle in microregions of Paraíba, Brazil: an analysis based on the temperature-humidity index

Bonifácio Benício de Souza^{1*}; Gustavo de Assis Silva¹; João Vinícius Barbosa Roberto¹; Fabíola Franklin de Medeiros¹; Maycon Rodrigues da Silva¹; Dermeval Araújo Furtado¹; Antônio Néelson Lima da Costa²; José Valmir Feitosa²; Rosangela Maria Nunes da Silva¹; Claudiney Felipe Almeida Inô¹; Danilo Leite Fernandes³

¹ Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Patos, Paraíba, Brasil.

² Universidade Federal do Cariri (UFCA), Crato, Ceará, Brasil.

³ Instituto Federal do Ceará (IFCE), Crato, Ceará, Brasil.

*Autor correspondente: bonifacio.ufcg@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.65338/ecsa.v4.2026.c09>

RESUMO

Objetivou-se com este estudo avaliar o conforto térmico de vacas leiteiras em diferentes microrregiões do estado da Paraíba, com base no índice de temperatura e umidade (ITU), visando identificar as áreas com melhores condições ambientais para a produção leiteira. Foram utilizados

dados meteorológicos provenientes do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), referentes a seis estações distribuídas em distintas microrregiões do estado, no período de 2011 a 2014. As variáveis analisadas incluíram temperatura de bulbo seco, umidade relativa do ar e ITU, avaliadas nos horários de 9h, 15h e 21h. Os dados foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Observou-se efeito significativo das microrregiões sobre todas as variáveis ambientais ($P < 0,05$), bem como interação entre região e horário do dia para temperatura de bulbo seco e ITU. As microrregiões do Brejo e Agreste apresentaram os menores valores de ITU, indicando melhores condições de conforto térmico e bem-estar para vacas leiteiras. Em contrapartida, as elevadas temperaturas registradas no período da tarde em todas as regiões evidenciam a necessidade de adoção de estratégias de manejo para mitigação do estresse térmico. Conclui-se que, embora existam diferenças regionais, o manejo adequado é essencial para garantir a produtividade dos sistemas leiteiros no estado da Paraíba.

Palavras-chave: bioclimatologia animal; estresse térmico; ITU; bovinocultura leiteira; semiárido.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the thermal comfort of dairy cattle in different microregions of the state of Paraíba, Brazil, based on the temperature-humidity index (THI), in order to identify areas with more favorable environmental conditions for dairy production. Meteorological data were obtained from the Meteorological Database for Teaching and Research (BDMEP) of the National Institute of Meteorology (INMET), corresponding to six stations distributed across distinct microregions of the state, from 2011 to 2014. The analyzed variables included dry bulb temperature, relative humidity, and THI, evaluated at 9:00, 15:00, and 21:00 hours. Data were subjected to analysis of variance and mean comparison using Tukey's test at 5% probability. A significant effect of microregions was observed for all environmental variables ($P < 0.05$), as well as an interaction between region and time of day for dry bulb temperature and THI. The Brejo and Agreste microregions presented the lowest THI values, indicating more favorable conditions for thermal comfort and welfare of dairy cattle. However, the high temperatures observed in the afternoon across all regions highlight the need for management

strategies to mitigate heat stress. It is concluded that, despite regional differences, proper management is essential to ensure productivity in dairy systems in the state of Paraíba.

Keywords: animal bioclimatology; heat stress; THI; dairy cattle; semiarid

INTRODUÇÃO

Em regiões tropicais, a produção animal tem enfrentado desafios significativos relacionados à influência do ambiente térmico sobre o desempenho produtivo dos animais. Nesse contexto, as elevadas temperaturas associadas à umidade relativa do ar e à radiação solar intensa exercem impacto direto sobre os mecanismos fisiológicos de termorregulação, comprometendo o equilíbrio térmico e, conseqüentemente, a eficiência produtiva. Raças bovinas leiteiras de origem europeia, embora apresentem elevado potencial genético para produção de leite, são particularmente sensíveis ao estresse térmico, resultando em redução do consumo alimentar, alterações comportamentais e diminuição da produção (SILVA et al., 2002).

No estado da Paraíba, a bovinocultura leiteira destaca-se como uma atividade de grande relevância social e econômica, especialmente para a agricultura familiar e para os sistemas produtivos de base regional. Entretanto, o sucesso dessa atividade está diretamente condicionado à interação entre fatores genéticos, nutricionais, sanitários e, sobretudo, ambientais. Dentre esses, o conforto térmico assume papel central, uma vez que a manutenção de condições ambientais adequadas é determinante para a expressão do potencial produtivo dos animais (SILVA et al., 2010).

A Paraíba, localizada no extremo leste da região Nordeste do Brasil, ocupa uma área de 56.584,6 km² e apresenta significativa variabilidade climática, decorrente de suas diferentes microrregiões geográficas (SENA et al., 2014). Essa diversidade inclui desde áreas de clima tropical úmido nas regiões litorâneas até condições semiáridas no interior do estado, caracterizadas por altas temperaturas, baixa pluviosidade e elevada variabilidade climática. Essa heterogeneidade ambiental influencia diretamente as condições de criação e o desempenho produtivo dos rebanhos leiteiros.

A associação entre temperaturas elevadas, alta umidade relativa do ar e radiação solar intensa pode desencadear uma série de respostas fisiológicas e comportamentais nos animais, como

aumento da frequência respiratória, elevação da temperatura corporal, redução da ingestão de alimentos e alterações no metabolismo energético. Tais respostas resultam, de maneira geral, em redução da produção de leite e em prejuízos econômicos para os produtores (SILVA et al., 2006). Além disso, o estresse térmico pode comprometer aspectos reprodutivos e imunológicos, agravando ainda mais os impactos sobre os sistemas produtivos.

Diante desse cenário, o conhecimento detalhado das variáveis climáticas e das exigências ambientais dos animais em diferentes regiões torna-se fundamental para o planejamento de estratégias de manejo mais eficientes. A identificação de áreas com melhores condições de conforto térmico possibilita a adoção de práticas mais adequadas, reduzindo custos de produção e otimizando o desempenho produtivo, uma vez que o rendimento animal resulta da interação direta entre o genótipo e o ambiente (NEIVA et al., 2004).

Nesse contexto, o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) destaca-se como uma importante ferramenta para a avaliação do conforto térmico em bovinos leiteiros, por integrar variáveis ambientais relevantes e permitir a classificação das condições de estresse térmico. A utilização desse índice possibilita não apenas a caracterização das condições ambientais, mas também a definição de estratégias de manejo voltadas à mitigação dos efeitos adversos do clima.

Portanto, objetivou-se com este estudo avaliar o conforto térmico de vacas leiteiras em diferentes microrregiões do estado da Paraíba, com base no índice de temperatura e umidade, visando identificar as regiões que apresentam melhores condições ambientais para a bovinocultura leiteira.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no estado da Paraíba, utilizando dados provenientes do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP), do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), obtidos a partir de seis estações meteorológicas distribuídas em diferentes municípios e microrregiões do estado. As localidades analisadas foram: João Pessoa, com clima Tropical Úmido (Am), latitude 07°07' S e longitude 34°53' W; Areia, com clima Tropical Semiúmido (As), latitude 06°58' S e longitude 35°42' W; Campina Grande, com clima Semiárido quente (BSh), latitude 07°12' S e longitude 35°51' W; Monteiro, com clima Tropical Seco (Aw), latitude 07°32' S e

longitude 37°07' W; Patos, com clima Semiárido quente e seco (BSh), latitude 07°12' S e longitude 37°17' W; e São Gonçalo, com clima Semiárido quente (BSh), latitude 06°50' S e longitude 38°19' W, conforme a classificação climática de Köppen.

Foram utilizadas as médias das séries históricas das variáveis ambientais temperatura de bulbo seco (TBS), umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura e umidade (ITU), referentes ao período de 2011 a 2014, considerando as seis microrregiões do estado da Paraíba.

As variáveis ambientais foram analisadas em três horários ao longo do dia, às 9h, 15h e 21h, permitindo a avaliação da variação térmica diária. O Índice de Temperatura e Umidade (ITU) foi calculado a partir da equação proposta por Thom (1958):

$ITU = ta + (0,36 \times tpo) + 41,5$, em que: ta = temperatura do ar (°C); tpo = temperatura do ponto de orvalho (°C).

Os dados foram submetidos à análise estatística utilizando o Programa de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), versão 9.1. Inicialmente, procedeu-se à análise de variância (ANOVA), considerando os efeitos das microrregiões e dos horários de avaliação. Quando observadas diferenças significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, adotando-se o nível de 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância evidenciou efeito significativo de microrregião ($P < 0,05$) sobre as variáveis ambientais temperatura de bulbo seco (TBS), temperatura de bulbo úmido (TBU), umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura e umidade (ITU), conforme apresentado na Tabela 1.

Observou-se diferença significativa ($P < 0,05$) entre as microrregiões para as variáveis TBS, TBU e UR, indicando a influência das condições climáticas regionais sobre o ambiente térmico. A maior média de TBS foi registrada na microrregião do Sertão (29,20 °C), enquanto a menor foi observada no Brejo (23,23 °C). Essa variação pode ser atribuída, principalmente, às diferenças de altitude entre essas microrregiões, uma vez que o Brejo paraibano apresenta altitudes mais elevadas, variando entre 300 e 600 m, o que favorece a ocorrência de temperaturas mais amenas (SOUZA et al., 2011).

De modo geral, em todas as microrregiões avaliadas, as médias de TBS foram superiores aos valores considerados ideais para máxima eficiência produtiva e reprodutiva de vacas leiteiras, os quais, segundo Pires et al. (1999), situam-se entre 10 e 20 °C. Da mesma forma, os valores observados também excederam a faixa de conforto térmico proposta por Baêta e Souza (1997) para bovinos europeus adultos, compreendida entre -1 e 16 °C, evidenciando condições ambientais potencialmente estressantes para esses animais.

Para bovinos leiteiros de origem zebuína, reconhecidos por sua maior tolerância ao calor, verificou-se que as microrregiões do Sertão, Alto Sertão e Litoral apresentaram médias de TBS superiores à faixa de conforto térmico estabelecida para esses animais, a qual varia de 10 a 27 °C (BAÊTA; SOUZA, 1997). Esses resultados indicam que, mesmo para genótipos mais adaptados às condições tropicais, as condições ambientais observadas podem impor desafios ao equilíbrio térmico e, conseqüentemente, ao desempenho produtivo.

TABELA 1 - Médias das variáveis ambientais e do índice de temperatura e umidade, resultante das medições diárias no período de 2011 a 2014, nas microrregiões do estado da Paraíba.

Microrregiões	TBS (°C)	UR (%)	ITU
Sertão	29,20 ^a	56,63 ^f	77,91 ^a
Cariri	26,12 ^d	60,74 ^e	74,21 ^b
Agreste	24,34 ^e	76,54 ^b	73,27 ^c
Brejo	23,23 ^f	80,98 ^a	72,20 ^d
Litoral	27,66 ^c	74,56 ^c	77,94 ^a
Alto Sertão	28,64 ^b	63,29 ^d	77,84 ^a
CV (%)	11,27	20,72	3,64

Letras minúsculas diferentes na coluna são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade.

De acordo com Perissinotto e Moura (2007), temperaturas entre 24 e 26 °C são consideradas adequadas para o conforto térmico de vacas em lactação, uma vez que, nessas condições, os animais se encontram dentro da zona de conforto térmico, maximizando o desempenho produtivo e, conseqüentemente, a produção de leite.

Com relação à umidade relativa do ar (UR), a maior média foi observada na microrregião do Brejo (80,98%) e a menor no Sertão do estado (56,63%). A UR na microrregião do Brejo sofre influência direta dos ventos úmidos provenientes do sudeste, que interferem nas condições climáticas locais, promovendo maior disponibilidade de umidade, além de apresentar maior frequência de precipitações em comparação ao Sertão (SOUZA et al., 2011).

Segundo Baêta e Souza (2010), a umidade relativa ideal para a criação de animais domésticos varia entre 50 e 70%. Valores mais baixos de UR, especialmente nos horários mais quentes do dia, estão associados ao aumento da temperatura do ar (LEITE et al., 2012). Uma umidade relativa de até 70% pode ser considerada confortável para vacas em lactação, enquanto valores entre 75 e 78% são classificados como estressantes e, acima de 78%, extremamente desconfortáveis (KADZERE et al., 2002).

Em condições de elevada umidade relativa, como observado nas microrregiões do Brejo, Agreste e Litoral, o estresse térmico pode ser intensificado devido à redução da eficiência dos mecanismos de dissipação de calor, especialmente pela evaporação respiratória, que é diretamente influenciada pela umidade do ar (SOUZA et al., 2010).

Para o índice de temperatura e umidade (ITU), não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre as microrregiões do Sertão, Litoral e Alto Sertão, com valores médios de 77,91; 77,94 e 77,84, respectivamente. Entretanto, observou-se diferença significativa ($P<0,05$) entre as demais regiões do estado. O ITU é amplamente utilizado para estimar e avaliar o efeito do ambiente sobre o conforto térmico dos bovinos, pois considera, de forma integrada, a temperatura do ar, a umidade relativa e a temperatura do ponto de orvalho, sendo, portanto, um importante indicador de estresse térmico (AZEVEDO et al., 2005).

Segundo Brown-Brandl et al. (2005), as condições ambientais para a produção leiteira podem ser classificadas em quatro categorias com base no ITU: valores inferiores a 74 indicam condições adequadas; valores entre 74 e 78 indicam condições aceitáveis, podendo ocorrer redução na produtividade; valores entre 78 e 84 estão associados a condições de estresse moderado, com possibilidade de redução significativa da produção; e valores superiores a 84 caracterizam estresse severo, exigindo a adoção de medidas de manejo para evitar perdas produtivas e mortalidade dos animais.

De acordo com os valores médios observados, as microrregiões do Brejo e do Cariri apresentaram as condições climáticas mais favoráveis para a criação de vacas leiteiras, com ITU de 73,27 e 72,20, respectivamente.

Apesar dessas microrregiões apresentarem condições mais favoráveis, isso não significa que os animais estejam isentos de estresse térmico, uma vez que o nível de estresse depende também do sistema de criação e do grau de exposição dos animais ao ambiente. Aguiar e Targa

(2001), ao avaliarem vacas holandesas expostas ao sol, observaram que, sob temperatura de 27 °C e ITU de 72, durante quatro horas diárias, por cinco dias consecutivos, houve redução na produção de leite. Esse efeito foi atribuído à exposição à radiação solar direta, que intensificou o estresse térmico. Quando os animais foram mantidos à sombra, houve recuperação da produção, evidenciando a importância do manejo ambiental.

A temperatura de bulbo seco diferiu significativamente ($P < 0,05$) entre as regiões e os horários de avaliação (Tabela 2). Houve interação significativa ($P < 0,05$) entre microrregião e horário do dia para TBS, sendo as maiores médias observadas nas microrregiões do Litoral, Sertão e Alto Sertão no período da manhã, e, no período da tarde, nas microrregiões do Sertão, Alto Sertão e Cariri.

TABELA 2 - Médias da temperatura de bulbo seco (TBS) em três horários do dia, em diferentes microrregiões do estado da Paraíba no período de 2011 a 2014.

Microrregiões	TBS (°C)		
	9:00 h	15:00 h	21:00 h
Sertão	27,45 ^{Bb}	33,25 ^{Aa}	27,49 ^{Ba}
Cariri	24,44 ^{Bd}	30,20 ^{Ac}	24,18 ^{Cd}
Agreste	23,65 ^{Be}	27,46 ^{Ae}	21,96 ^{Ce}
Brejo	22,82 ^{Bf}	25,82 ^{Af}	21,08 ^{Cf}
Litoral	28,00 ^{Ba}	28,86 ^{Ad}	26,31 ^{Cb}
Alto sertão	26,99 ^{Bc}	33,00 ^{Ab}	25,96 ^{Cc}

Médias seguidas de letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna diferentes diferem pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade.

Segundo Leitão et al. (2013), o aumento da temperatura de bulbo seco (TBS) ao longo do dia ocorre em decorrência da elevada intensidade da radiação solar, uma vez que, por se localizar na faixa intertropical, a região semiárida recebe maior carga térmica radiante, o que promove a elevação da temperatura ambiental, especialmente no turno da tarde.

Os resultados obtidos corroboram os achados de Carvalho et al. (2023), que verificaram maiores valores de temperatura de bulbo seco no horário das 15 h nas regiões do Sertão e Alto Sertão, evidenciando a influência da radiação solar sobre o aumento da temperatura no período da tarde (CARVALHO et al., 2023).

Outro fato observado neste estudo foi que, mesmo às 21 h, as médias das temperaturas ambientais ainda se apresentavam elevadas para vacas leiteiras, com valores superiores a 21 °C em todas as microrregiões do estado. Segundo Azevedo e Alves (2009), a maior influência do estresse

térmico sobre a produção de leite está relacionada à redução do consumo de alimentos e, conseqüentemente, da ingestão de energia metabolizável. As temperaturas médias e máximas diárias exercem efeitos variáveis sobre a ingestão alimentar e, subseqüentemente, sobre a produção de leite, dependendo da umidade relativa do ar e do tempo de exposição das vacas a condições térmicas capazes de provocar estresse.

As médias do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) nas diferentes microrregiões e horários do dia encontram-se na Tabela 3. Observou-se efeito e interação significativa ($P < 0,05$) entre microrregião e horário do dia para o ITU, sendo as maiores médias registradas às 15 h em todas as microrregiões, provavelmente em função das temperaturas mais elevadas no turno da tarde. Resultados semelhantes foram observados por Carvalho et al. (2023), que identificaram aumento significativo do ITU no período da tarde em todas as regiões avaliadas, caracterizando condições mais críticas de estresse térmico nesse horário (CARVALHO et al., 2023).

Os valores de ITU considerados indicativos de conforto térmico ou estresse variam entre autores; no entanto, há consenso de que ambientes com ITU acima de 72 são classificados como estressantes para vacas de alta produção (MARTELLO et al., 2004). De acordo com Carvalho et al. (2023), as regiões do Sertão e Alto Sertão apresentaram valores médios de ITU classificados como situação de alerta para bovinos leiteiros, reforçando a necessidade de adoção de estratégias de manejo para minimizar os efeitos do estresse térmico nessas regiões (CARVALHO et al., 2023).

TABELA 3 - Médias do índice de temperatura e umidade (ITU) em três horários do dia, em diferentes microrregiões do estado da Paraíba no período de 2011 a 2014.

Microrregiões	ITU		
	9:00 h	15:00 h	21:00 h
Alto sertão	76,28 ^{Bb}	81,72 ^{Aa}	75,61 ^{Cc}
Sertão	76,69 ^{Bb}	81,49 ^{Ab}	76,41 ^{Bb}
Cariri	72,69 ^{Bc}	77,75 ^{Ad}	72,56 ^{Bd}
Agreste	72,76 ^{Bc}	76,15 ^{Ae}	71,28 ^{Ce}
Brejo	71,93 ^{Bd}	74,42 ^{Af}	70,23 ^{Cf}
Litoral	78,34 ^{Ba}	78,85 ^{Ac}	76,62 ^{Ca}

Médias seguidas de letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna diferentes diferem pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade.

Segundo Neiva et al. (2004), valores de Índice de Temperatura e Umidade (ITU) entre 74 e 81 caracterizam uma situação de zona de alerta. Dessa forma, no horário das 15 h, todas as

microrregiões do estado apresentaram condição de alerta em relação ao conforto térmico para a criação de vacas leiteiras.

De acordo com Rosenberg et al. (1983), um ITU entre 75 e 78 indica situação de alerta, na qual os produtores devem adotar medidas preventivas para evitar perdas produtivas. Valores de ITU entre 79 e 83 representam condição de perigo, especialmente para rebanhos confinados, sendo necessárias medidas de segurança para minimizar os impactos do estresse térmico. Por sua vez, valores de ITU maiores ou iguais a

84 caracterizam situação de emergência, exigindo a adoção imediata de medidas corretivas para evitar perdas severas nos sistemas de produção (ROSENBERG et al., 1983).

4 CONCLUSÕES

Conclui-se que as condições ambientais das microrregiões do estado da Paraíba exercem influência significativa sobre o conforto térmico de vacas leiteiras, evidenciando a forte interação entre fatores climáticos e o desempenho produtivo dos animais.

As microrregiões do Brejo e do Agreste destacam-se por apresentarem condições mais favoráveis ao conforto térmico, caracterizadas por menores valores de temperatura de bulbo seco e índice de temperatura e umidade, configurando ambientes mais adequados para a exploração leiteira. Em contrapartida, as regiões do Sertão, Alto Sertão e Litoral apresentaram valores mais elevados dessas variáveis, indicando maior susceptibilidade ao estresse térmico.

Independentemente da microrregião, o período da tarde constitui o momento de maior desafio térmico para os animais, com elevação significativa da temperatura e do ITU, frequentemente enquadrando-se em condições de alerta ou perigo, o que pode comprometer o desempenho produtivo e o bem-estar animal.

Dessa forma, torna-se indispensável a adoção de estratégias de manejo ambiental, como sombreamento, ventilação, manejo alimentar adequado e ajustes nos horários de manejo, visando minimizar os efeitos do estresse térmico e garantir a sustentabilidade dos sistemas de produção leiteira no estado.

Por fim, ressalta-se que, embora existam regiões naturalmente mais favoráveis, o sucesso da atividade leiteira depende não apenas das condições climáticas, mas também da eficiência das

práticas de manejo adotadas, evidenciando que a adaptação dos sistemas produtivos é fundamental para a maximização da produtividade em ambientes tropicais e semiáridos.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), pela disponibilização dos dados do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP), utilizados neste estudo.

À Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em especial ao Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR), pelo apoio ao desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio por meio de bolsas de pesquisa e de formação de recursos humanos.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, I. S.; TARGA, L. A. Respostas termorreguladoras, armazenamento de calor corporal e produção de leite de vacas holandesas mantidas ao sol e com acesso à sombra natural. **Revista Energia na Agricultura**, v. 14, p. 9-17, 2001.

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

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

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa: UFV, 1997.

BROWN-BRANDL, T. M. et al. Dynamic response indicators of heat stress in shaded and non-shaded feedlot cattle. Part 1: Analyses of indicators. **Biosystems Engineering**, v. 90, p. 451-462, 2005.

CARVALHO, A. B. et al. Variação nas condições climáticas em diferentes regiões do estado da Paraíba no período de 2009 a 2018. **Revista COOPEX**, v. 14, ed. esp. II, n. 3, p. 1998-2010, 2023.

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

- KÖPPEN, W. Das geographische System der Klimate. In: KÖPPEN, W.; GEIGER, G. **Handbuch der Klimatologie**. Berlin: Gebrüder Borntraeger, 1936. p. 1-44.
- LEITÃO, M. M. V. B. R. et al. Conforto e estresse térmico em ovinos no Norte da Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 1355-1360, 2013.
- LEITE, J. R. S. et al. Influência de fatores bioclimáticos nos índices produtivos e fisiológicos de caprinos nativos confinados. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p. 443-448, 2012.
- MARTELLO, L. S. et al. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 181-191, 2004.
- NEIVA, J. N. M. et al. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 668-678, 2004.
- PERISSINOTTO, M.; MOURA, D. J. Determinação do conforto térmico de vacas leiteiras utilizando a mineração de dados. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 1, p. 117-126, 2007.
- PIRES, M. F. A.; FERREIRA, A. M.; COELHO, S. G. Estresse calórico em bovinos de leite. **Caderno Técnico de Veterinária e Zootecnia**, v. 1, p. 23-37, 1999.
- ROSENBERG, L. J.; BIAD, B. L.; VERNIS, S. B. Human and animal biometeorology. In: **Microclimate: the biological environment**. New York: Wiley-Interscience, 1983.
- SENA, J. P. O. et al. Caracterização da precipitação na microrregião do Cariri paraibano por meio da técnica dos quantis. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 7, p. 871-879, 2014.
- SILVA, E. M. N.; SILVA, G. A.; SOUZA, B. B. **Influência de fatores ambientais sobre a resposta fisiológica e a produção de leite**. 2010. Disponível em: http://www.infobios.com/Artigos/2010_4/FatoresAmbientais/index.htm. Acesso em: 10 maio 2014.
- SILVA, E. M. N. et al. Avaliação da adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos no semiárido paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, p. 516-521, 2006.
- SILVA, I. J. O. et al. Efeitos da climatização do curral de espera na produção de leite de vacas holandesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 2036-2042, 2002.
- SOUSA, F. A. Z. et al. Tendências e prognósticos de chuvas em microrregiões do estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 2, p. 252-263, 2011.
- SOUZA, B. B. et al. Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 6, p. 59-66, 2010.
- THOM, E. C. The discomfort index. **Weatherwise**, v. 12, p. 57-59, 1958.