

Índice de conforto térmico para vacas leiteiras em diferentes microrregiões do estado da Paraíba, Brasil

Thermal comfort index for dairy cattle in different micro-regions of the Paraíba state, Brazil

Bonifácio Benício de Souza ▪ Gustavo de Assis Silva ▪ Elisângela Maria Nunes da Silva

BB Souza ▪ GA Silva (Autor para correspondência) ▪ **EMN Silva** email: gustavo.assis@ipa.br

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus de Patos, Caixa Postal 64, 58708-110, Patos, PB, Brasil.

Recebido: 20 de Julho, 2015 ▪ Revisado: 23 de Setembro, 2015 ▪ Aceito: 02 de Novembro

Resumo Objetivou-se com este trabalho fazer um estudo do índice de conforto térmico em seis microrregiões do estado da Paraíba e com isso, identificar qual região apresenta melhor condição de conforto térmico para bovinocultura leiteira. Para isso, foram utilizados dados do banco meteorológico para ensino e pesquisa do Instituto Nacional de Meteorologia de seis estações meteorológicas, distribuídas por todas as regiões do estado, no período de 2011 a 2014. A análise de variância revelou efeito de região ($P < 0,05$) para as variáveis ambientais temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido, umidade relativa e para o índice de temperatura e umidade. Houve interação significativa ($P < 0,05$) entre região e horário do dia para temperatura de bulbo seco e índice de temperatura e umidade. Os índices de temperatura e umidade, das microrregiões do Brejo e Agreste são os que apresentam melhores condições de conforto térmico e bem-estar para a criação de vacas leiteiras no estado da Paraíba, Brasil. As elevadas temperaturas no turno da tarde evidenciam que estratégias de manejo devem ser adotadas em todas as regiões do estado para se obter o máximo de produtividade.

Palavras chave: ambiente, clima, ITU, temperatura

Introdução

Em regiões tropicais a produção animal tem enfrentado vários problemas relacionados à influência do ambiente térmico sobre o desempenho produtivo. Raças bovinas leiteiras de origem europeia, embora altamente produtivas, reduzem a produção de leite quando em estresse

Abstract The objective of this work to make a study of thermal comfort index in six regions of the state of Paraíba and thereby identify which region has better thermal comfort condition for dairy cattle. For this, data from the meteorological database for teaching and research at the National Institute of Meteorology of six weather stations were used, distributed in all regions of the state, from 2011 to 2014. The analysis showed region of effect ($P < 0.05$) for the environmental variables dry bulb temperature, wet bulb temperature, relative humidity and the temperature and humidity index. There was a significant interaction ($P < 0.05$) between the region and time of day to dry bulb temperature and temperature and moisture content. The temperature humidity index, in the regions of Brejo and Agreste are those with better conditions for thermal comfort and well-being for the creation of dairy cows in the state of Paraíba, Brazil. Environmental variables and the temperature and moisture content, in the regions of Brejo and Agreste are those with better conditions for thermal comfort and welfare for the creation of dairy cows in the Paraíba state, Brazil. High temperatures in the afternoon show that management strategies should be adopted in all regions of the state to obtain maximum productivity.

Keywords: environment, climate, THI, temperature

térmico, em função de alterações comportamentais e fisiológicas (Silva et al 2002).

Na Paraíba a produção de leite de vaca apresenta-se como uma atividade de grande importância social e econômica, entretanto, o sucesso dessa atividade depende de vários fatores, como o uso de animais especializados, bom manejo nutricional, reprodutivo e sanitário e principalmente,

do fornecimento de condições adequadas de conforto térmico (Silva et al 2010).

Localizado no extremo leste da região Nordeste do Brasil, a Paraíba ocupa uma área de 56.584,6 km² (Sena et al 2014) e está dividido em microrregiões geográficas com particularidades climáticas que vão desde o tropical úmido nas zonas litorâneas até o clima semiárido no sertão.

Segundo Silva et al (2006) a associação entre elevadas temperaturas, altas umidades do ar e radiação solar pode acarretar em modificações comportamentais e fisiológicas, que culminam em alteração nos parâmetros fisiológicos, diminuição da ingestão de alimentos e consequentemente, redução na produção de leite, ocasionando perdas econômicas significativas para o produtor.

Dessa forma, o conhecimento das variáveis climáticas e das necessidades ambientais dos animais, dentro de cada região, tem grande importância para determinação das áreas geográficas que melhor apresentam condições de conforto térmico para a produção leiteira, reduzindo os custos com o manejo e aumentando a produtividade, já que o rendimento produtivo é resultante da interação entre o animal e o ambiente ao qual ele está inserido (Neiva et al 2004).

Portanto, objetivou-se com esse trabalho realizar um estudo do índice de conforto térmico em seis microrregiões do estado da Paraíba e com isso, identificar qual a região que apresenta melhor condição de conforto térmico para a bovinocultura leiteira.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado no estado da Paraíba, a partir do banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa (BDMEP) e Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) de seis estações meteorológicas distribuídas em diferentes municípios e microrregiões do estado, descritas a seguir, com localização geográfica e caracterização climática de Köppen (1936): João Pessoa (Litoral), clima Tropical Úmido (Am'), Lat. 07°07' Sul e Long. 34°53' Oeste, Areia (Brejo),

clima Tropical Semiúmido (As'), Lat. 06°58' Sul e Long. 35°42' Oeste, Campina Grande (Agreste), clima Semiárido quente (Bsh'), Lat. 07°12' Sul e Long. 35°51' Oeste, Monteiro (Cariri) clima Tropical Seco (Aw'), Lat. 07°32' Sul e Long. 37°07' Oeste, Patos (Sertão) clima Semiárido quente e seco (Bsh'), Lat. 07°12' Sul e Long. 37°17' Oeste e São Gonçalo (Alto Sertão) clima Semiárido quente (Bsh'), Lat. 06°50' Sul e Long. 38°19' Oeste.

Para esse trabalho foram utilizadas as médias das séries de temperatura de bulbo seco (TBS), umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura e umidade (ITU) dos últimos quatro anos, 2011 a 2014 das seis microrregiões do estado da Paraíba.

As variáveis ambientais foram analisadas em três horários: às 9, 15 e 21h e o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) foi obtido a partir da fórmula de Thom (1958) descrita a seguir:

$$ITU = ta + 0,36 tpo + 41,5$$

Onde: ta: temperatura do ar (°C);

tpo: temperatura de ponto de orvalho (°C)

Os dados foram analisados através do Programa de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG, versão 9.1) e os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

A análise de variância revelou efeito de microrregião (P<0,05) para as variáveis ambientais TBS, TBU, UR e para o índice de temperatura e umidade (Tabela 1).

Com relação às variáveis TBS, TBU e UR houve diferença significativa (P<0,05) para todas as microrregiões. A maior média de TBS foi observada no Sertão, 29,20 °C e a menor no Brejo, 23,23 °C, o que ocorreu provavelmente em função da diferença de altitude entre as duas microrregiões, com médias que variam dos 300 aos 600 metros no Brejo paraibano (Souza et al 2011).

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 ^c	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.

Contudo, em todas as microrregiões do estado a média da TBS apresentou-se superior ao descrito por Pires et al (1999), que estabelece uma temperatura variando de 10 a 20 °C como sendo a que oferece máxima eficiência produtiva e reprodutiva para vacas leiteiras. É superior à zona de conforto térmico estabelecida por Baêta e Souza (1997) de -1 a 16 °C para bovinos europeus adultos. Com relação às raças zebuínas leiteiras, apesar de serem mais tolerantes ao calor, as microrregiões do Sertão, Alto Sertão e Litoral apresentaram médias de TBS superiores a zona de conforto térmico estabelecida para esses animais, que segundo Baêta e Souza (1997) varia de 10 a 27 °C.

De acordo com Perissinotto e Moura (2007), temperaturas entre 24 e 26 °C seriam mais adequadas para o conforto térmico de vacas em lactação, que nessas condições estariam em zona de conforto térmico, maximizando o crescimento e conseqüentemente a produção.

Com relação à 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 do sudeste que interferem diretamente nas condições climáticas locais, passando a existir mais umidade nessa localidade (Souza et al 2011), além das chuvas serem mais frequentes nessa região em relação ao Sertão do estado.

Segundo Baêta e Sousa (2010) a umidade relativa ideal para a criação de animais domésticos varia de 50 a 70%. Valores menores de UR nos horários mais quentes 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, entre 75 e 78% estressante e acima de 78% extremamente desconfortável (Kadzere et al 2002). Em condições de umidade muito elevada, como foi observado nas microrregiões do Brejo, Agreste e Litoral, o estresse térmico pode ser agravado pela dificuldade que o animal tem de perder calor para o ambiente pela evaporação respiratória, já que essa forma de perder calor é regulada pela umidade relativa do ar (Souza et al 2010).

Para o índice de temperatura e umidade não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre as microrregiões do Sertão, Litoral e Alto Sertão 77,91, 77,94 e 77,84 respectivamente, mas houve diferença ($P<0,05$) entre as demais regiões do estado. O ITU é um índice utilizado para estimar e avaliar o efeito ambiente sobre o conforto térmico dos bovinos, este índice leva em consideração a temperatura do ar, a umidade relativa e a temperatura do ponto de orvalho, sendo um excelente indicador de conforto térmico (Azevedo et al 2005).

Segundo Brown-Brandlet al (2005) as áreas de risco climático para a produção leiteira, estão divididas em quatro categorias de acordo com o índice de temperatura e umidade,

um ITU inferior a 74, as condições ambientais são adequadas para a criação de vacas leiteiras; um ITU entre 74 e 78, as condições são aceitáveis, podendo resultar em decréscimos na produtividade; um ITU entre 78 e 84 está associado a condições ambientais com estresse moderado, em que os animais podem apresentar reduções significativas de produção e um ITU maior que 84, as condições ambientais são de estresse severo, devendo serem adotadas técnicas de manejo visando reduzir o estresse e evitando a mortalidade dos animais. De acordo com as médias encontradas para ITU, as microrregiões do estado mais propícias em termos de clima para a criação de vacas leiteiras seriam o Brejo e o Cariri as quais apresentaram ITU de 73,27 e 72,20, respectivamente.

Apesar das microrregiões do Brejo e Cariri apresentarem condições ambientais e ITU mais favoráveis, isso não quer dizer que os bovinos leiteiros estão livres do estresse térmico nessas localidades, uma vez que vai depender da forma de criação e modo de exposição dos animais ao ambiente. Aguiar e Targa (2001), em estudo da produção de leite de vacas holandesas expostas ao sol, e em função da temperatura do ar e ITU, observaram que em uma temperatura de 27 °C e ITU de 72, por um período de quatro horas por dia, durante cinco dias, houve uma redução na produção de leite, o que pode ser explicado pela exposição à radiação solar direta que intensificou o estresse térmico, já que quando os animais foram mantidos em condição de conforto térmico à sombra houve recuperação da produção.

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, Litoral, Sertão e Alto Sertão no período da manhã e no período da tarde nas microrregiões, Sertão, Alto Sertão e Cariri.

Segundo Leitão et al (2013) o aumento da TBS no decorrer do dia ocorre em função da intensidade da radiação solar elevada, já que por se encontrar dentro da faixa intertropical a região semiárida recebe intensamente maior carga térmica radiante, o que promove a elevação da temperatura principalmente no turno da tarde.

Outro fato observado nesse estudo foi que mesmo às 21 h as médias das temperaturas ambientais ainda apresentavam-se elevadas para vacas leiteiras, acima dos 21 °C em todas as microrregiões do estado. Segundo Azevedo e Alves (2009) a maior influência do estresse pelo calor sobre a produção de leite está relacionada com a redução do consumo de alimentos e conseqüente de energia metabolizável. Temperaturas diárias médias e máximas têm efeitos variáveis sobre a ingestão de alimentos e, subseqüentemente, sobre a produção de leite, dependendo da umidade relativa do ar e do tempo em que as vacas ficam expostas a temperaturas capazes de provocar estresse.

As médias do ITU nas diferentes microrregiões e horários do dia encontram-se na Tabela 3. Houve efeito e interação significativa ($P < 0,05$) entre microrregião e horário do dia para o ITU, sendo as maiores médias observadas no horário das 15 h para todas as microrregiões, provavelmente devido as temperaturas serem mais elevadas no turno da tarde.

Valores de ITU considerados como situação de conforto e estresse variam entre diversos autores, mas existe um consenso em considerar um ambiente com ITU acima de 72 como sendo estressante para vacas de alta produção (Martello et al 2004).

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 Neiva et al (2004) um ITU entre 74 e 81 representa uma situação de zona de alerta. Portanto, no horário das 15 h todas as microrregiões do estado apresentaram uma situação de alerta em relação ao conforto animal para criação de vacas leiteiras. Para Rosenberg et al (1983) um ITU de 75 a 78 representa alerta para os

produtores e providências devem ser tomadas para evitar perdas; o ITU de 79 a 83 significa perigo principalmente para os rebanhos confinados e medidas de segurança devem ser empreendidas para evitar maiores perdas; um ITU maior ou igual a 84 significa emergência, necessitando que medidas urgentes sejam tomadas.

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.

Conclusões

Com base no Índice de temperatura e umidade, as microrregiões do Brejo e Agreste são as que apresentam melhores condições de conforto térmico e bem estar para a criação de vacas leiteiras no estado da Paraíba. As elevadas temperaturas no turno da tarde evidenciam que estratégias de manejo devem ser adotadas em todas as regiões do estado para se obter o máximo de produtividade.

Agradecimentos

Ao INMET por disponibilizar os dados do banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa das estações meteorológicas distribuídas pelo estado da Paraíba.

Referências

- Aguiar IS, Targa LA (2001) 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 14:9-17.
- Azevedo DMMR, Alves AA (2009) Bioclimatologia Aplicada à produção de bovinos leiteiros nos trópicos, Teresina. Embrapa Meio-Norte.

- Azevedo M, Pires MFA, Saturnino HM, Lana AMQ, Sampaio IBM, Monteiro JBN, Morato LE (2005) 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* 34:2000-2008.
- Baêta FC Souza CF (1997) Ambiência em edificações rurais - conforto animal. UFV, Viçosa.
- Brown-Brandl TM, Eigenberg RA, Nienaber JA, Hahn GL (2005) Dynamic Response Indicators of Heat Stress in Shaded and Non-shaded Feedlot Cattle, Part 1: Analyses of Indicators. *Biosystems Engineering* 90:451-462.
- Kadzere CT, Murphy MR, Silanikove N, Maltz E (2002) Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock Production Science* 77:59-91.
- Koppen W (1936) Das geographische System der Klimate, in: *Handbuch der Klimatologie*, edited by: Koppen, W. and Geiger, G., I. C. Gebr, Borntraeger, 1-44.
- Leitão MMVBR, Oliveira GM, Almeida AC, Sousa PHF (2013) Conforto e estresse térmico em ovinos no Norte da Bahia. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 17:1355-1360.
- Leite JRS, Furtado DA, Leal AF, Souza BB, Silva AS (2012) Influência de fatores bioclimáticos nos índices produtivos e fisiológicos de caprinos nativos confinados. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 16:443-448.
- Martello LS, Savastano Júnior H, Silva SL, Titto EAL (2004) Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. *Revista Brasileira de Zootecnia* 33:181-191.
- Neiva JNM, Teixeira M, Turco SHN, Oliveira SMP, Moura AAN (2004) 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* 33:668-678.
- Perissinotto M, Moura DJ (2007) Determinação do conforto térmico de vacas leiteiras utilizando a mineração de dados. *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas* 1:117-126.
- Pires MFA, Ferreira AM, Coelho SG (1999) Estresse calórico em Bovinos de Leite. *Caderno Técnico de Veterinária e Zootecnia* 1:23-37.
- Rosenberg LJ, Biad BL, Verns SB (1983) *Human and animal biometeorology. Microclimate, the biological environment*. New York: Wiley-interscience Publication.
- Sena JPO, Melo JS, Lucena DB, Melo ECS (2014) Caracterização da precipitação na microrregião do cariri paraibano por meio da técnica dos Quantis. *Revista Brasileira de Geografia Física* 7:871-879.
- Silva EMN, Silva GA, Souza BB (2010) Influência de fatores ambientais sobre a resposta fisiológica e a produção de leite. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2010_4/FatoresAmbientais/ind ex.htm>. Acesso em: 10/5/2014.
- Silva EMN, Souza BB, Silva GA, Cezar MF, Souza WH, Benício TMA, Freitas MMS (2006) Avaliação da adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos no semiárido paraibano. *Ciência e Agrotecnologia* 30:516-521.
- Silva IJO, Pandorfi H, Acaro Jr E, Piedade SMS, Moura DJ (2002) Efeitos da climatização do curral de espera na produção de leite de vacas holandesas. *Revista Brasileira de Zootecnia* 3:2036-2042.
- Sousa FAZ, Morais HF, Silva VPR (2011) Tendências e prognósticos de chuvas em seismicrorregiões do estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Geografia Física* 2:252-263.
- Souza BB, Silva IJO, Mellace EM, Santos RFS, Zotti CA, Garcia PG (2010) Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. *Agropecuária Científica no Semiárido* 6:59-65.
- Thom EC (1958) *The discomfort index*. Weatherwise, Washington, pp.57-59.