II Congresso Internacional das Ciências Agrárias COINTER - PDVAgro 2017

ESTRESSE TÉRMICO E A COR DO PELAME DE VACAS LEITEIRAS, CRIADAS NO SEMIÁRIDO CEARENSE

Maria Gorete Flores Salles^{1*}; António Fernando de Barros Pereira Pinto²; Inti Campos Salles Rodrigues³; David Ramos da Rocha⁴; Airton Alencar de Araújo⁵

Resumo

O experimento ocorreu durante seis meses nos períodos de transição chuvoso-seco (junho, julho e agosto) e seco (setembro, outubro e novembro) no município de Barreira, região semiárida do Maciço de Baturité, no estado do Ceará, com o objetivo de avaliar a susceptibilidade ao estresse térmico de vacas leiteiras mestiças (*Bos taurus taurus* x *Bos taurus indicus*) com diferentes pigmentações de pelame. Foram utilizadas 37 fêmeas em lactação divididas em três grupos de acordo com a cor do pelame (branco, preto e vermelho). Os dados climáticos de temperatura ambiente (TA) e umidade relativa do ar (UR) foram obtidos por termo higrômetro para calcular o índice de temperatura e umidade (ITU) e, assim, avaliar o conforto ambiental. Foram coletados os dados de temperatura superficial (TS) e frequência respiratória (FR), de modo que, a temperatura superficial (TS) foi obtida por meio de um termômetro digital a laser das seguintes regiões: cabeça, pescoço, tórax, flanco e úbere. A frequência respiratória (FR) foi obtida por avaliação visual, pela observação dos movimentos do flanco durante 15 segundos e, o valor obtido multiplicado por 4, com o resultado expresso em movimentos por minuto (mov/min). Os resultados mostraram que houve situações de estresse térmico devido aos valores máximos do ITU (93,3 vs 92,4) nos dois períodos, aliado ao aumento da temperatura superficial (40,2 vs 40,1 vs 37 °C) e frequência respiratória (50,9 vs 41,8 vs 42,2 mov/min-1) nas vacas de pelame preto, branco e vermelho no período de transição chuvoso-seco ($P < 0,05$) em comparação ao período seco. Em conclusão, vacas leiteiras mestiças de pelagem branca e vermelha são mais termotolerantes do que vacas de pelagem preta, devendo esta característica ser considerada na escolha de animais para a produção de leite na região semiárida do Maciço de Baturité.

Palavras-Chave: bioclimatologia animal, tolerância ao calor, bovinocultura leiteira.

Introdução

Os bovinos são animais homeotérmicos, para tanto necessitam manter a temperatura

^{1*}Méd. Vet., Prof^a Dra., Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Redenção-CE, gorete@unilab.edu.br

² Agrônomo Mestrando na Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), nandobp92@hotmail.com

³ Méd. Veterinário, M Sc Universidade Estadual do Ceará (UECE), inti.rodrigues1@gmail.com

⁴ Zootecnista, Prof. Dr., Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), david.rocha@univasf.edu.br

⁵ Méd. Vet., Prof. Dr., Universidade Estadual do Ceará (UECE), aaavet55@gmail.com

corporal constante através do fluxo de calor determinado por processos como condução, convecção e radiação, que dependem da temperatura ambiente e da umidade relativa do ar para o mecanismo de evaporação (AZEVEDO et al., 2008).

De acordo com Souza et al. (2010) a elevação da temperatura ambiente, a umidade relativa do ar e a radiação solar direta são os principais fatores responsáveis por causarem o desconforto fisiológico, que leva os animais a adotarem medidas fisiológicas e comportamentais para manter a homeotermia, e que na maior parte das vezes culminam com redução no desempenho produtivo. Além disso, o estresse infligido pelas mudanças climáticas ambientais confere variações significativas ao bem-estar animal e à produtividade (NASCIMENTO et al., 2013). Desta forma, o índice de temperatura e de umidade (ITU) têm sido adotado para avaliar o conforto ambiental e seu impacto sobre os bovinos, pois pode descrever mais precisamente os efeitos do ambiente sobre a habilidade dos animais em dissipar calor (WEST, 1999).

O pelame representa uma fronteira física entre o ambiente e o corpo dos animais, que influencia em sua produção e desempenho, devido a sua atuação na manutenção da termorregulação do animal (PINHEIRO et al., 2015). A cor do pelame assume um papel fundamental para os animais criados à pasto, devido a sua exposição à radiação solar e trocas térmicas que ocorrem entre o animal e o ambiente, especialmente nas regiões tropicais por ter função de proteção mecânica da epiderme contra radiação solar (FAÇANHA et al., 2010). Assim, a temperatura da pele é um parâmetro importante na avaliação da dissipação de calor, refletindo a sensação de conforto ou estresse térmico dos animais (FERREIRA et al., 2009). Neste contexto a escolha de animais pela cor do pelame se torna um mecanismo acessível e prático para selecionar animais mais resistentes as intempéries climáticas da região semiárida caracterizada pela bovinocultura leiteira de subsistência, de modo que estes animais são importantes nos núcleos familiares, tanto no aspecto nutricional quanto econômico.

Assim, o estudo objetivou avaliar a termotolerância de vacas leiteiras em lactação de pelames distintos durante o período de transição chuvoso-seco e seco do ano, por meio da avaliação do conforto ambiental (ITU) e dos parâmetros fisiológicos (temperatura superficial e frequência respiratória) em região semiárida.

Fundamentação Teórica

No semiárido cearense as vacas leiteiras dos agricultores familiares são criadas em regime de pastos e vegetação nativa da região, estando expostas às elevadas temperaturas do ambiente, bem como a intensa radiação solar e a outras intempéries por várias horas ao dia, o

que as tornam susceptíveis a um estado permanente de estresse térmico, resultando em alterações fisiológicas que comprometem seu desempenho produtivo e reprodutivo, bem como a sanidade.

O clima exerce efeito direto sobre o animal por influência principalmente, da temperatura ambiente, radiação solar e da umidade relativa do ar, por isso que a avaliação do ambiente onde os animais estão submetidos, bem como, o estudo das respostas fisiológicas frente ao conforto ou estresse térmico são extremamente necessários e importantes, principalmente em tempos de mudanças climáticas, pois assim é possível indicar modelos adequados de instalações, sugerir raças, escolher os animais conforme a cor do pelame que seja mais tolerante e adotar práticas de manejo, afim de que possam expressar suas aptidões zootécnicas de forma satisfatória (LIMA et al., 2017).

Assim, o animal comporta-se como um sistema termodinâmico comandado pelo hipotálamo que continuamente, troca energia com o ambiente e, é desta forma que os elementos do clima atuam sobre o organismo animal; mediante o fluxo de energia térmica que ele absorve ou emite (BATISTA et al., 2014). O estresse térmico provoca alterações fisiológicas nos animais que podem ser mensuradas e utilizadas para a avaliação do conforto térmico, sendo o aumento da frequência respiratória uma das alterações observadas, assim como, a cor do pelame é uma das características que avaliam a tolerância ao calor e, podem ser importantes num processo para selecionar animais mais adaptados para o clima tropical, conforme já citado por Veríssimo et al. (2009), sendo que o pelame com pigmentação escura apresenta maior absorção de radiação solar de ondas curtas. Desta forma, armazena maior quantidade de energia térmica do que um de coloração clara, que apresenta maior refletividade.

Por outro lado, a cor do pelame se torna muito facilmente compreendida pelo pequeno agricultor familiar, pois as pesquisas que chegam com respostas simples são melhor compreendidas por quem realmente necessita da informação, durante os processos de extensão universitária.

Metodologia

Local

O trabalho foi realizado na Fazenda Bom Sucesso, no município de Barreira-Ceará, situada à latitude de 4°18'S, longitude 38°38'O e altitude de 318m; temperatura média anual de 28°C, predominando a vegetação de Caatinga; durante seis meses, em dois períodos do ano, transição chuvoso-seco (junho, julho e agosto) e seco (setembro, outubro e novembro).

Animais

Foram selecionadas 37 vacas leiteiras mestiças (*Bos taurus taurus* X *Bos taurus indicus*), em lactação, de epiderme escura e diferentes cores do pelame (branco, preto e vermelho), com ordem de parto de 1 a 5, idades entre 4 e 8 anos e peso médio de 350 Kg. As vacas com boa condição corporal (ECC = 3,5) eram criadas em sistema silvipastoril com cajueiros (*Anacardium occidentale*), carnaúbas (*Copernicia prunifera*), palmeiras de coco catolé (*Syagrus cearenses*) além de algumas espécies lenhosas nativas mantidas sob pasto nativo de sequeiro consorciado com os capins gramão (*Cynodon dactylon*) gengibre (*Paspalum maritimum*) e estrela africana (*Cynodon nlemfuensis*).

Delineamento Experimental

Os animais eram conduzidos ao pasto dotado de sombra natural após a primeira ordenha manual realizada às 5h. Às 10h as vacas retornavam para o estábulo para suplementação com palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) picada e milho (*Zea mays*) moído (3 kg/vaca), sal mineral (Bovigold, Tortuga, Brasil) e água à vontade. Após os animais seguiam novamente para o pasto, onde permaneciam até as 13h momento em que retornavam para o curral com sombreamento natural na área descoberta e estábulo coberto com telha de barro, para a segunda ordenha. Neste momento, as vacas foram avaliadas, com a coleta simultânea dos dados climáticos e fisiológicos, realizados uma vez por semana.

- Dados Climáticos: Foram coletados os dados de temperatura ambiente (TA) e umidade relativa do ar (UR) por um termo higrômetro digital (INCOTERM) colocado no ambiente onde estavam os animais, na altura de seus corpos; após estabilização de dez minutos foram anotados os valores médios, máximos e mínimos das variáveis climáticas, para o cálculo do ITU-índice de temperatura e umidade (médio, máximo e mínimo) segundo Thom (1958), $ITU = (0,8 \times TA + (UR/100) \times (TA - 14,4) + 46,4)$, onde TA: temperatura do ar (°C) e UR: umidade relativa do ar (%) e assim, avaliar o conforto ambiental.

- Dados Fisiológicos: Foram avaliadas a temperatura superficial e a frequência respiratória. De cada animal foi coletada a temperatura superficial (TS) de várias partes do corpo: cabeça (TSC), pescoço (TSP), tórax (TST), flanco (TSF) e úbere (TSU) obtidas com um termômetro digital infravermelho com mira a laser (MINIPA MT-320). A temperatura superficial (TS) foi calculada a partir da média aritmética dos valores obtidos. A frequência respiratória (FR) foi obtida pela observação visual direta dos movimentos do flanco do animal, durante 15 segundos e o valor obtido multiplicado por quatro, expresso em movimentos por minuto (mov/min-1).

Análise estatística

Foram calculados as médias e os erros-padrão da média para os dados climáticos e variáveis fisiológicas, para as diferentes cores de pelames dos animais, nos diferentes períodos do ano. Na análise de variância utilizou-se programa estatístico ASSISTAT, versão 7.7, para verificar o efeito do período do ano nas variáveis fisiológicas, com os dados comparados pelo teste de T, matriz de probabilidade de comparação dois a dois, com probabilidade de 5% de erro.

Resultados e Discussão

Os parâmetros climáticos são apresentados na Tabela 1 onde são observadas altas temperaturas durante os seis meses estudados, com a temperatura ambiente (TA) média e máxima de 40,4 °C e 40,9 °C no período transição chuvoso-seco e 40,8 °C e 43 °C no período, respectivamente. Quando se avalia a condição de estresse térmico devem ser considerados, além dos valores médios, os valores máximos das variáveis ambientais, pois denotam a real condição de impacto ambiental vivenciado pelos animais, em determinados momentos e períodos (SALLES et al., 2009).

Tabela 1. Médias, máximas e mínimas de temperatura ambiente (TA), umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura e umidade (ITU) do período de transição chuvoso-seco e seco durante coleta de dados fisiológicos de vacas mestiças (*Bos taurus taurus* X *Bos taurus indicus*) em lactação, no município de Barreira – CE.

Período		TA (°C)	UR (%)	ITU
Chuvoso-seco	Média	40,4 ^a	31,9 ^b	87,0 ^b
	Máxima	40,8 ^a	54,1 ^a	93,3 ^a
	Mínima	33,3 ^b	30,7 ^b	78,9 ^c
Seco	Média	40,9 ^a	31,3 ^a	87,4 ^a
	Máxima	43,0 ^b	40,6 ^b	92,4 ^b
	Mínima	35,5 ^c	29,6 ^c	81,0 ^c

Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade.

O estudo mostra que no semiárido cearense, as vacas mestiças em lactação criadas à campo estão sob temperaturas ambientais (TA) elevadas, pois mesmo os valores mínimos de 33,3°C e 35,5°C, encontrados no período de transição chuvoso-seco e no seco, respectivamente (Tabela 1) estão acima do limite confortável considerado por Perissinotto & Moura (2007), de que temperaturas do ambiente entre 24 e 26 °C seriam mais adequadas para

o conforto térmico de vacas em lactação e, que nessas condições estariam em zona de termoneutralidade ou de conforto térmico, maximizando o crescimento e consequentemente a produção. Salientando ainda, que Pereira (2005) considerou para animais mestiços valores de TA entre 5 a 31°C, como limites de temperatura em que o animal se encontra em conforto térmico, com ótimo desempenho produtivo, sem fazer uso de seus dispositivos termorreguladores para se ajustar às condições ambientais.

Também é observado a variação de temperatura ambiente (TA) em diferentes biomas cearenses, no qual Rocha et al. (2012) trabalhando com vacas leiteiras mestiças em zona litorânea encontraram no turno da tarde durante o período seco do ano valores médios, máximos e mínimos de 32,5 °C, 33,3 °C e 28,3 °C, respectivamente. Denotando ambiente termicamente mais ameno em relação ao correspondente estudo no semiárido (Tabela 1).

Por outro lado, além das altas temperaturas ambientais, ficou demonstrado que no período de transição chuvoso-seco do semiárido, somente em seus valores máximos (Tabela 1) a umidade relativa do ar (UR) esteve dentro do que foi observada como ideal para a criação de animais domésticos por Leite et al. (2012), que varia entre 50 a 70%. Salientando que, os valores menores de UR nos horários mais quentes estão associados ao aumento da temperatura ambiente. Deste modo, os dados encontrados revelam que tanto a temperatura ambiente (TA), quanto a umidade relativa do ar (UR) diferem muito dos valores citados na literatura, mostrando que os animais estão fora da sua zona de conforto térmico.

Os resultados mostram que em vários momentos, os animais estiveram em situações de estresse térmico de moderado a severo, tendo em vista que nos períodos de transição chuvoso-seco e seco os valores máximos do índice de conforto térmico (ITU) foram respectivamente de 93,3 e 92,4 (Tabela 1). O ITU é um índice utilizado para estimar e avaliar o efeito do ambiente sobre o conforto térmico dos bovinos, este índice considera a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar, sendo um bom indicador de conforto térmico (AZEVEDO et al., 2005) por sua facilidade de uso.

Brown-Brandl et al. (2005), mostraram que as áreas de risco climático para a produção leiteira, estão divididas em quatro categorias de acordo com o índice de temperatura e umidade (ITU); quando o ITU é inferior a 74, as condições ambientais são adequadas para a criação de vacas leiteiras; ITU entre 74 e 78, as condições são aceitáveis, podendo resultar em decréscimos na produtividade; ITU entre 78 e 84 está associado a condições ambientais com estresse moderado, em que os animais podem apresentar reduções significativas de produção e ITU maior que 84, as condições ambientais são de estresse severo, devendo adotar técnicas de manejo e ambiência para reduzir o estresse e evitar a mortalidade dos animais. Souza et al.

(2016), relatam que em localidades com valores de ITU favoráveis, os bovinos leiteiros estão livres do estresse térmico, uma vez que o conforto ambiental vai depender da forma de criação e modo de exposição dos animais ao ambiente.

A Tabela 2 apresenta os dados fisiológicos das vacas leiteiras em lactação no semiárido, mostrando que houve uma associação entre o aumento das temperaturas superficiais (TS) dos pontos coletados e a elevação da frequência respiratória (FR) nos animais de pelagem preta no período de transição chuvoso-seco, onde as TA média e máxima eram elevadas, esses animais absorveram mais calor ambiental do que os de pelagem branca e vermelha e, tiveram que ativar mais seus mecanismos termo regulatórios com maior aumento na FR ($P < 0,05$), como forma da manutenção da homeotermia. Neste período de transição chuvoso-seco a temperatura superficial média (TS) apresentou valores acima de 35°C (Tabela 2), assim, provavelmente, os mecanismos sensíveis de troca de calor com o ambiente foram diminuídos, tendo em vista que Collier et al. (2006) relataram que, se a temperatura da superfície corporal estiver abaixo de 35°C, o gradiente entre as temperaturas retal e da superfície corporal é suficientemente grande para os bovinos utilizarem eficazmente todos os quatro mecanismos de troca de calor com o ambiente

A temperatura superficial (TS) foi utilizada por ser uma medida de fácil obtenção e que pode ser realizada à distância, sem a necessidade de conter o animal (LINHARES et al., 2015) evitando acidentes humanos e estresse nas vacas. Pelo estudo foi observado que existe variação na temperatura corporal, conforme o local do corpo (Tabela 2), concordando com Maia et al. (2005) onde afirmam que a temperatura de um organismo não é uniforme.

Tabela 2. Médias dos dados fisiológicos das pelagens branca, vermelha e preta das vacas mestiças (*Bos taurus taurus* X *Bos taurus indicus*) lactantes nos períodos de transição chuvoso-seco e seco do semiárido cearense.

Período	Pelagem	TSC	TSP	TST	TSF	TSU	TS	FR
Transição	Branca	41,1 ^a	40,8 ^a	39,9 ^a	38,9 ^a	39,7 ^a	40,1	41,8 ^a
	Preta	41,9 ^a	39,5 ^a	40,8 ^a	39,3 ^a	39,6 ^a	40,2	50,9 ^b
	Vermelha	36,9 ^b	36,5 ^b	37,3 ^a	35,6 ^b	38,6 ^a	37,0	42,2 ^c
Seco	Branca	34,1 ^a	32,5 ^a	32,7 ^a	32,8 ^a	33,8 ^a	33,2	34,5 ^a
	Preta	36,9 ^a	34,3 ^a	34,8 ^a	35,0 ^a	34,9 ^a	35,2	36,5 ^b
	Vermelha	35,6 ^c	34,2 ^b	34,7 ^b	35,0 ^b	34,9 ^b	34,9	39,0 ^c

Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade. TSC: temperatura superficial da cabeça; TSP: temperatura superficial do pescoço; TST: temperatura superficial do tórax; TSU: temperatura superficial do úbere; TS: temperatura superficial (°C) FR: frequência respiratória (mov/min)

Os resultados mostram que no período de transição chuvoso-seco os animais com pelagem vermelha tiveram todas as temperaturas da superfície cutânea menos elevada do que naqueles com pelame preto e branco (Tabela 2), sugerindo uma melhor adaptação destes animais em ambientes quentes, provavelmente por terem maior proporção de sangue zebuíno, diferente dos animais com pelame preto e branco que tinham mais características fenotípicas da raça Holandesa. Araújo (2017) trabalhando com vacas leiteiras mestiças em ambiente climático quente e úmido também encontrou diferenças relativamente baixas entre os animais com pelame claro e escuro, muito embora para manter esta temperatura animais de pelame preto tiveram que utilizar mais os mecanismos de termólise para perder calor através da evaporação pela respiração, fato também observado neste estudo (Tabela 2).

No período de transição chuvoso-seco (Tabela 1) o desconforto térmico evidenciado pelo ITU trouxe a resposta dos animais aumentando os mecanismos de termólise seja pela frequência respiratória (FR) e a temperatura da superfície corporal (Tabela 2), nessas condições ambientais os animais reduzem todas as funções de produção caloríficas como a ingestão de alimentos (SANTOS et al., 2013) e produção de leite (TOSETTO et al., 2014)). Neste período do ano as vacas de pelame preto mostraram maior valor da frequência respiratória do semiárido cearense, muito embora, as vacas leiteiras de pelagem branca e vermelha também estavam com os valores da FR fora dos parâmetros considerados normais ou fisiológicos para a espécie bovina (Tabela 2), denotando um constante processo de perda de calor por evaporação com aumento da frequência respiratória (taquipnéia), para evitar a hipertermia (BACCARI JR., 2001) e assim manter a homeotermia. Ademais, Silva (2000) afirma que é fundamental considerar a carga térmica radiante sobre os animais mantidos em ambiente tropical (diferença entre ambiente tolerável e insuportável).

Ferreira et al. (2006) consideram que a frequência respiratória (FR) fisiológica em bovinos adultos oscila entre 24 a 36 movimentos respiratórios/minuto (mov/min), mas esses valores da FR podem ser várias vezes aumentados em condições ambientais acima da temperatura crítica superior para a espécie. Sob estresse térmico, animais taquipnéicos podem ser observados em elevadas temperaturas ambientes, já que um dos primeiros sinais visíveis em animais submetidos ao estresse é o aumento da frequência respiratória (MARTELLO et al., 2004). Como o aumento da FR em condições de temperaturas elevadas começa antes que haja aumento da temperatura do sangue que supre o cérebro, evidencia a relevante importância dessa variável em resposta ao estresse térmico (SOUZA et al., 2010). Assim, os indicadores fisiológicos de bem-estar animal estão relacionados com a resposta fisiológica ao estresse (COSTA e-SILVA et al., 2009).

Os dados fisiológicos das vacas leiteiras no semiárido (Tabela 2), mostram que houve associação entre o aumento das temperaturas superficiais da pele dos pontos coletados (TS) e a elevação da frequência respiratória (FR) nos animais de pelagem preta, que absorveram mais calor ambiental do que os de pelagem branca e vermelha e, tiveram que ativar mais seus mecanismos termo regulatórios com maior aumento na FR ($P < 0,05$), como forma da manutenção da homeotermia. Associada à FR a TS vem sendo utilizada como indicativo de estresse térmico (CONCEIÇÃO, 2008).

Os animais de pelame branco e preto (Tabela 2) apresentaram a FR mais elevada no período de transição chuvoso-seco do que no seco (pelagem preta: 50,9 mov/min vs 36,5 mov/min; pelagem vermelha: 42,2 mov/min vs 39 mov/min; pelagem branca: 41,8 vs 34,5 mov/min, respectivamente), isto provavelmente pela maior umidade relativa do ar neste período do ano (54,1% vs 50%), dificultando a perda de calor por mecanismos sensíveis. Além disso, o aumento gradativo da temperatura ambiente dificulta a dissipação de calor, sendo necessária então a ativação de outros mecanismos como a sudorese e o aumento da frequência respiratória. Esses dois fatores constituem os meios de perda de calor da forma latente, que é influenciada pela umidade, ou seja, quanto maior a umidade relativa do ar aliada a altas temperaturas, menos eficiente é a dissipação do calor (SOUZA e BATISTA, 2012).

A elevada temperatura ambiente no semiárido cearense gera respostas fisiológicas, como o aumento, da temperatura da pele e da frequência respiratória, havendo necessidade de prover o conforto térmico aos animais com o uso de sombras e de um manejo adequado para prover o bem-estar e assim obter produtividade.

Conclusão

Vacas leiteiras mestiças de pelagem branca e vermelha são mais tolerantes ao calor do que vacas de pelagem preta, devendo esta característica ser considerada na escolha de animais para a produção de leite na região semiárida do Maciço de Baturité, no estado do Ceará.

Referências

ARAÚZ, E.E.S. Influencia del color del pelaje sobre el comportamiento térmico corporal, cinética de la sobrecarga calórica y alteración cardiorespiratoria circadiana em vacas lecheras cruzadas (6/8 Bos taurus x 2/8 Bos indicus) bajo estrés calórico em el trópico húmedo. REDVET - Revista electrónica de Veterinaria, v.18, n.7, p.1-45, 2017.

AZEVEDO, M.; PIRES, M.F.A.; SATUMINO, H.M.; LANA, A.M.Q.; SAMPAIO, I.B.M.; MONTEIRO, J.B.N.; MORETO, L.E. Estimativas 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, n.6, p.2000-2008, 2005.

AZEVEDO, D.M.M.R.; ALVES, A.A.; FEITOSA, F.S.; MAGALHÃES, J.A.; MALHADO, C.H.M. Adaptabilidade de bovinos da raça Pé-Duro às condições climáticas do semiárido do estado do Piauí. *Archivos de Zootecnia*, v. 57, n.220, p. 513-523. 2008.

BACCARI JUNIOR, F. Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes. Londrina: Ed. UEL, 2001. 141p.

BATISTA, N. L., SOUZA, B. B., OLIVEIRA, G. J. C., ROBERTO, J. V. B., ARAÚJO, R. P., RIBEIRO, T. L. A.; SILVA, R. A. Tolerância ao calor em ovinos de pelames claro e escuro submetidos ao estresse térmico. *Journal of Animal Behavior and Biometeorology*, v.2, p.102-108, 2014.

BROWN-BRAND, T.M.; EIGENBERG, R.A.; NIENABER, J.A.; HAHN, G.L. 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.

COLLIER, R. J.; DAHI, G.E.; VANBAALE, M.J. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.89, p.1244-1253, 2006.

CONCEIÇÃO, M. N. Avaliação da influência do sombreamento artificial no desenvolvimento de novilhas leiteiras em pastagens. 2008. 138 p. Tese (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

COSTA e SILVA, E. V.; RUEDA, P.M.; RANGEL, J.M.R.; ZÚCCARI, C.E.S.N. Bem-estar, ambiência e saúde animal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BUIATRIA, 8, 2009, Belo Horizonte. Anais... MG Belo Horizonte: Associação Brasileira de Buiatria, 2009. 15p. Disponível em: <http://revistas.bvs-vet.org.br/cab/article/view/24450/25333>

FAÇANHA, D. A. E.; SILVA, R.G.; MAIA, A.S.C.; GUILHERMINO, M.M.; VASCONCELOS, A.M. Variação anual de características morfológicas e da temperatura de superfície do pelame de vacas da raça Holandesa em ambiente semiárido. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.4, p.837-844, 2010.

FERREIRA, F.; PIRES, M.F.A.; MARTINEZ, M.I.; COELHO, S.G.; CARVALHO, A.U.; FERREIRA, P.M.; FACURY FILHO, E.J.; CAMPOS, W.E. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.58, n.5, p.732-738, 2006.

FERREIRA, F.; CAMPOS, W.E.; CARVALHO, A.U.; PIRES, M.F.A.; MARTINEZ, M.L.; SILVA, M.V.G.B.; VERNEQUE, R.S.; SILVA, P.F. Parâmetros clínicos, hematológicos, bioquímicos e hormonais de bovinos submetidos ao estresse calórico. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.61, n.4, p.763-768, 2009

LEITE, J.R.S.; FURTADO, D.A.; LEAL, A. F.; SOUZA, B. B.; SILVA, A. S. 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.

LIMA, L.O.; LIMA, R.M.A.; CASTRO, A.L.A.; DIAS, F.J.S.; DIAS, M. Influência da cor do pelame nos parâmetros fisiológicos e comportamentais de ovelhas da raça Santa Inês ao sol e à sombra. PUBVET v.11, n.8, p.744-753, 2017.

LINHARES, A.S.F.; SOARES, D.L.; OLIVEIRA, N.C.T.; SOUZA, B.B.; DANTAS, N.L.B. Respostas fisiológicas e manejo adequado de ruminantes em ambientes quentes. Agropecuária Científica no Semiárido (ACSA), v. 11, n. 2, p. 27 - 33, 2015.

MAIA, A.S.C.; SILVA, R.G.; LOUREIRO, C.M.B. Sensible and latent heat loss from the body surface of Holstein cows in a tropical environment. International Journal of Biometeorology, v.50, n.1, p.17-22, 2005.

MARTELLO, L. S., SAVASTANO JUNIOR, H.; SILVA, S.L.; TITTO, E.A.L. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. Revista Brasileira de Zootecnia, v.33, n.1, p.03-11, 2004.

NASCIMENTO, G.V.; CARDOSO, E.A.; BATISTA, N.L.; SOUZA, B.B.; CAMBUI, G.B. Indicadores produtivos, fisiológicos e comportamentais de vacas de leite. Agropecuária Científica no Semiárido (ACSA), v.9, n.4, p.28-36, 2013.

PEREIRA, C.C.J. Fundamentos de bioclimatologia aplicados à produção animal. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005, 195p.

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.

PINHEIRO, A.C.; SARAIVA, E.P.; SARAIVA, C.A.S.; FONSECA, V.F.C.; ALMEIDA, M.E.V.; SANTOS, S.G.G.C.; AMORIM, M.L.C.M.; RODRIGUES NETO, P.J. Características anatomofisiológicas de adaptação de bovinos leiteiros ao ambiente tropical. Revista AGROTEC, v.36, n.1, p.280-293, 2015.

ROCHA, D.R.; SALLES, M.G.F.; MOURA, A.A.A.; ARAÚJO, A.A. Índices de tolerância ao calor de vacas leiteiras no período chuvoso e seco no Ceará. Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais, v.10, n.4, p.335-343, 2012.

SALLES, M.G.F.; SOUZA, C.E.S.; RONDINA, D.; MOURA, A.A.A.; ARAÚJO, A.A. Respostas fisiológicas ao estresse térmico de bodes Saanen em clima tropical. Ciência Animal, v.19, n.1, p.19-28, 2009.

SANTOS, A.P.P.; SANTOS, K.J.G.; COSTA, M.A.; FERRO, D.A.C.; FERRO, R.A.C. Bem-estar na bovinocultura relacionado à produção. PUBVET, v.7, n.15, ed.238, art. 1574, 24p, 2013.

SILVA, R. G. Introdução à bioclimatologia animal. São Paulo: Nobel, 2000. 286p.

SOUZA, B.B.; BATISTA, N.L. Os efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia animal. Agropecuária Científica no Semiárido (ACSA), v.8, n.3, p.06-10, 2012.

SOUZA, B.B.; SILVA, I.J.O.; MELLACE, E.M.; SANTOS, R.F.S.; ZOTTI, C.A.; GARCIA,

P.R. Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. *Agropecuária Científica no Semiárido (ACSA)*, v.6, n.2, p.59-65, 2010.

SOUZA, B.B.; SILVA, G.A.; SILVA, E.M.N. Índice de conforto térmico para vacas leiteiras em diferentes microrregiões do estado da Paraíba, Brasil. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, v.4, n.1, p.12-16, 2016.

THOM, E.C. The discomfort index. *Weatherwise*, p.57-59, 1958.

TOSETTO, M. R.; SARUBBI, J.; ZANCANARO, B.M.D.; LIMA, C.Z.; SIPPET, M.R.; MAIA, AP.A. Influência do macroclima e do microclima sobre conforto térmico de vacas leiteiras. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, v.2, n.1, p.6-10, 2014.

VERÍSSIMO, C.J., TITTO, C.G., KATIKI, L.M., BUENO, M.S., CUNHA, E.A., MOURÃO, G.B., OTSUK, I.P., PEREIRA, A.M.F., NOGUEIRA FILHO, J.C.M.; TITTO, E.A.L. Tolerância ao calor em ovelhas Santa Inês de pelagem clara e escura. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.10, p.159-167, 2009.

WEST, J.W. Nutritional strategies for managing the heat-stressed dairy cow. *Journal of Dairy Science*, v.82, p.21-35, supplement 2, 1999.