

RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E ADAPTABILIDADE DE VACAS $\frac{3}{4}$ HOLANDÊS X ZEBU AO CLIMA DO SEMIÁRIDO¹

S. J. M. MOREIRA², C. C. S. CARVALHO^{3*}, L. V. SANTOS², J. R. M. RUAS², I. O. ANDRADE JÚNIOR³, A. L. O. AIURA³, G. A. M. GONÇALVES³

¹Recebido em 13/07/2016. Aprovado em 04/09/2017.

²Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA, Brasil

³Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, Brasil.

*Autor correspondente: cinarasiqueira@yahoo.com.br

RESUMO: A região Norte de Minas possui a produção de leite limitada, principalmente em função da seca, no entanto, esta é a base econômica da agricultura familiar que sustenta a região. Assim, realizou-se um estudo com o objetivo de avaliar o efeito do ambiente térmico sobre as respostas fisiológicas de vacas $\frac{3}{4}$ Holandês-Zebu, na região do semiárido mineiro a fim de se verificar a adaptabilidade destes animais. O experimento foi conduzido no verão e inverno, na fazenda Bela Vista localizada no município de Verdelândia (MG), onde foram avaliadas 10 vacas $\frac{3}{4}$ Holandês x Zebu (HxZ), em cada época. O ambiente térmico foi caracterizado por meio de medições diárias da temperatura do ar, umidade relativa do ar, índice de temperatura de globo e umidade e carga térmica radiante. Os parâmetros fisiológicos: frequência respiratória e cardíaca, temperatura de superfície corporal e temperatura retal, espessura, cor e densidade do pelame, e comprimento dos pelos foram mensurados antes da ordenha matutina, em função das estações do ano, diariamente, durante 15 dias. As variáveis e índices climáticos foram superiores no verão e no período da tarde. A frequência respiratória e a espessura do pelame não diferiram estatisticamente, no entanto as demais variáveis foram superiores no verão. As variáveis climáticas induziram diferenças nos parâmetros fisiológicos, mas foram assimiladas pelos animais, o que permite concluir que as vacas $\frac{3}{4}$ HxZ adaptam-se ao clima do semiárido mineiro sem manifestarem situação de estresse térmico.

Palavras-chave: agricultura familiar, ambiência, bovinos leiteiros, cruzamento genético.

PHYSIOLOGICAL RESPONSES AND ADAPTABILITY OF $\frac{3}{4}$ HOLSTEIN X ZEBU COWS TO SEMIARID CLIMATE

ABSTRACT: The northern region of Minas Gerais has limited milk production, mainly due to drought, however, this is the economic base of family agriculture that sustains the region. Thus, a study was carried out to evaluate the effect of the thermal environment on the physiological responses of Holstein-Zebu cows in the semi-arid region of Minas Gerais in order to verify the adaptability of these animals. The experiment was conducted in the summer and winter at the Bela Vista farm located in the Verdelândia city (MG), where 10 cows $\frac{3}{4}$ Holstein x Zebu (HxZ) were evaluated in each season. The thermal environment was characterized by means of daily measurements of air temperature, relative humidity, air temperature index and humidity and radiant thermal load. The physiological parameters: respiratory and heart rate, body surface temperature and rectal temperature, thickness, hair color and density, and hair length were measured before morning milking, as a function of the seasons of the year for 15 days. Climatic variables and indexes were higher in the summer and in the afternoon. The respiratory rate and the pelt thickness did not differ statistically, however the other variables were higher in the summer.

Climatic variables induced differences in the physiological parameters, but were assimilated by the animals, which leads to the conclusion that $\frac{3}{4}$ HxZ cows adapt to the climate of the semi-arid region of Minas Gerais without showing a situation of thermal stress.

Keywords: ambience, dairy cattle, family agriculture, genetic crossing.

INTRODUÇÃO

A pecuária é uma atividade cuja eficiência depende dos fatores climáticos, os quais afetam a produtividade e o manejo dos animais. O desempenho produtivo e reprodutivo dos bovinos leiteiros especializados diminui consideravelmente, principalmente durante o verão, quando a temperatura ambiente, a umidade relativa do ar e a radiação solar intensa atingem valores considerados estressantes. Esses fatores bioclimáticos podem dificultar a dissipação de calor de determinada raça, aumentando a temperatura corporal, e reduzindo assim a produção de leite (PIRES *et al.*, 2002; FERREIRA *et al.*, 2006; SALLA *et al.*, 2009; SOUZA *et al.*, 2010).

O Estado de Minas Gerais foi considerado o principal produtor de leite no Brasil em 2015, com 9,14 bilhões de litros, o que corresponde a 77,0% de toda a produção da Região Sudeste e a 26,1% do total da produção nacional (SEPEA, 2015). No contexto do cenário mineiro, a região Norte de Minas, apresenta uma produtividade limitada principalmente em função da seca, sendo responsável por 3,4% da produção de leite do estado e fundamentada na agricultura familiar.

A região Norte de Minas, também conhecida como semiárido mineiro, é caracterizada por baixo índice pluviométrico (838,4 mm) e um regime sazonal de chuvas mal distribuídas com concentrações nos meses de novembro a março e altas incidências de insolação na maior parte do ano. Neste sentido, caracterizar o desempenho de vacas leiteiras em regiões onde há a predominância de altas temperaturas e baixo índice pluviométrico, o que leva a baixa umidade relativa do ar ao longo do ano, torna-se imperativo no sentido de se verificar os cruzamentos que melhor se adaptam.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito do ambiente térmico sobre as respostas fisiológicas de vacas $\frac{3}{4}$ Holandês x Zebu, mantidas a pasto na região do semiárido mineiro afim de se verificar a adaptabilidade destes animais.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi submetido ao Comitê de Ética em Experimentação e Bem-estar animal da Universidade Estadual de Montes Claros, nº 083/2015.

O experimento foi realizado em duas fases distintas, verão e inverno, na fazenda Bela Vista, Verdelândia, MG. A pluviosidade média da região é de 870 mm, a temperatura média anual é de 28°C e a umidade relativa do ar varia de 50 a 70%, sendo atribuídos valores menores que 50% na época da seca.

Foram selecionadas 10 vacas no verão e 10 vacas durante o inverno, sendo todas $\frac{3}{4}$ Holandês x Zebu, de terceira cria, com média de produção de 14 kg/dia e com peso vivo médio de 570 kg. Todas as vacas estavam no terço médio da lactação.

A primeira fase experimental teve início em fevereiro e término em março (verão), com duração de 18 dias. Nesse período os animais foram mantidos em pastagem formadas com *Urochloa decumbens* cv. Basilisk, em um piquete de 21 ha com sombreamento proporcionado por árvores nativas existentes na área e distribuído de forma aleatória. A fonte de água existente disponível para os animais foi um fosso reposito com a água da chuva.

A segunda fase experimental (inverno) aconteceu durante o mês de agosto e teve a duração de 20 dias. Nessa fase os animais ficaram confinados em um piquete de 5000 m² com sombreamento aleatório fornecido por árvores nativas. No piquete havia cochos onde era fornecida silagem de sorgo, associada ao resíduo de tomate duas vezes ao dia, e um reservatório de água para que os mesmos ingerissem água *ad libitum*.

Para a obtenção das variáveis climáticas foi utilizado dois dataloggers de leitura contínua da marca Extech, modelo RHT10, programados para coletar os dados a cada 10 minutos. Um datalogger foi programado para coletar os dados da temperatura do ar, umidade relativa do ar e temperatura do ponto de orvalho, e, o outro datalogger foi colocado no interior de um globo, para determinar a temperatura de globo negro.

A partir dos registros de dados coletados, foi

calculado o índice de temperatura de globo e umidade propostos por BUFFINGTON *et al.* (1981) por meio da seguinte equação:

$$ITGU = Tgn + 0,36Tpo + 41,5 \quad \text{eq. 1}$$

em que, Tpo: temperatura do ponto de orvalho (°C); Tgn: temperatura do globo negro (°C).

Além do ITGU, buscou-se caracterizar a condição de conforto por meio também da carga térmica radiante (CTR) incidente sobre os animais, para tal, além das variáveis climáticas utilizadas no cálculo de ITGU, foi necessário obter os valores ocorridos de velocidade do ar. Essa variável foi coletada de hora em hora, por meio de um anemômetro digital portátil, modelo AD 250, marca Instrutherm. A CTR foi calculada por meio da equação descrita abaixo:

$$CTR = s (TRM) \quad \text{eq. 2}$$

em que: CTR: carga térmica de radiação (W/m); S: constante Stefan - Boltzmann ($5,67 \times 10^{-8} \text{W/m}^2/\text{K}^4$); TRM : temperatura radiante média (k);

A TRM pode ser obtida segundo a equação:

$$TRM = 100 \sqrt[4]{2,51 \sqrt{v(Tgn - Tbs)} + \left(\frac{Tgn}{100}\right)} \quad \text{eq. 3}$$

em que: TRM: temperatura radiante média (k); v: velocidade do vento (m/s); Tgn: temperatura do globo negro (°C); Tbs: temperatura de bulbo seco (do ar), em k.

Os parâmetros fisiológicos frequência respiratória, batimentos cardíacos, temperatura de superfície corporal, temperatura retal e caracterização do pelame foram analisados em curral onde os animais foram posicionados no tronco coberto, próximo à sala de ordenha. As coletas aconteciam às 6 h antes do início da ordenha.

A frequência respiratória foi obtida por meio de observações visuais dos movimentos respiratórios na região do flanco do animal, contados em 15 segundos, por meio de um cronômetro e posteriormente multiplicando-se o valor encontrado por quatro para obter o número de movimentos respiratórios por minuto. A frequência cardíaca ocorreu por meio de auscultação com o uso de estetoscópio apoiado nos primeiros espaços intercostais, no lado esquerdo do animal e posicionado abaixo da escápula e na região próxima ao esterno, onde foi feita a auscultação por 15 segundos, e, posteriormente, multiplicado

o resultado por 4 para cálculo por minuto. A temperatura de superfície corporal foi medida na frente, no dorso, na canela posterior e no úbere do animal, por meio de termômetro de infravermelho digital portátil da marca Instrutemp, modelo ITTI 550. A média ponderada foi calculada atribuindo o peso de 10% para a frente, 70% para o dorso, 12% para a canela e 8% para o úbere de acordo com a metodologia recomendada por PINHEIRO *et al.* (2005).

$$TPE = 0,10 \times T. \text{ frente} + 0,7 \times T. \text{ dorso} + 0,12 \times T. \text{ canela} + 0,08 \times T. \text{ úbere} \quad \text{eq. 4}$$

em que, TPE: temperatura do pelame; T: temperatura (°C).

A temperatura retal foi determinada com o auxílio de um termômetro clínico digital veterinário inserido no reto e encostado seu bulbo na mucosa do animal, evitando, assim, a interferência das fezes sobre o resultado.

As amostras do pelame foram coletadas uma vez a cada período experimental, para tal foi utilizado um alicate do tipo “bico de pato”, na região do costado, 20 cm abaixo da coluna vertebral, no centro do tronco, método proposto por Lee (1953). As amostras foram acondicionadas em envelopes de papel e identificadas. A espessura da capa de pelame foi determinada “in situ”, no mesmo local de amostragem dos pelos, usando-se uma régua metálica, graduada em milímetros, provida de um cursor. A régua foi introduzida perpendicularmente à superfície do animal, até tocar a sua pele e o cursor movido até tocar a superfície externa do pelame, quando foi realizada a leitura.

A densidade numérica do pelame foi estimada pela contagem do número de pelos retirados nas amostras (área de abertura promovida no bico do alicate). O comprimento médio dos pelos foi determinado por meio de um paquímetro digital, com o qual foram medidos os dez maiores pelos da amostra, eleitos por análise visual e finalmente foi calculada a média aritmética do comprimento desses pelos.

A avaliação da proporção de malhas negras em relação à área de superfície corporal foi determinada de acordo com a metodologia de MAIA *et al.* (2003) de forma visual, observando a cabeça, pescoço e flancos, desconsiderando a cauda, membros e barriga de ambos os lados do animal. Os animais foram identificados e classificados em porcentagem de malhas negras.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado para os índices climáticos climáticas, (DIC) em esquema fatorial 2 x 2, sendo 2 épocas

(verão e inverno) e 2 horários (6h e 16h). As variáveis foram submetidas à análise de variância e, quando significativas pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste Skott Knott, a 5% de probabilidade. As variáveis fisiológicas foram analisadas por meio do DIC, em esquema fatorial 2x1x1 (2 épocas, 1 grupo genético e 1 horário), submetidas a análise de variância e quando o teste F foi significativo, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) utilizando o software SISVAR (5.2) (FERREIRA, 2008). As variáveis climáticas (temperatura e umidade relativa do ar) foram submetidas a análise descritiva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, estão apresentados os valores médios das variáveis climáticas e dos índices térmicos verificados nas duas épocas experimentais, bem como nos horários de ordenha.

Tabela 1. Valores médios de temperatura do ar (Tar), umidade relativa do ar (UR), ITGU (índice de temperatura de globo e umidade) e CTR (carga térmica radiante), em função da estação do ano e horários de ordenha

Ambiente Térmico	Verão		Inverno	
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
Tar (°C)	24,34	41,65	17,45	35,51
UR (%)	62,1	50,5	50,67	27,89
ITGU	81,37 a	98,75 b	76,11 a	85,16 b
CTR (W/m ²)	442,41 a	542,24 a	433,28 a	508,65 a

Médias seguidas com letras diferentes na linha, dentro de cada época (verão e inverno) diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade ($P < 0,05$).

De acordo com SILVA (2000), a faixa de conforto térmico para animais mestiços deve estar entre 7°C e 35°C, dessa forma, verificou-se que somente no período da tarde, durante o verão, a Temperatura do ar esteve acima dos valores propostos. A umidade relativa do ar ideal de ambiente deve estar de 40% e 70%, contudo verificou-se que durante o período da tarde no inverno, os valores médios verificados esteve abaixo da condição adequada proposta por FERREIRA (2006). Para BUFFINGTON *et al.* (1981), valores de ITGU até 74 definem condição de conforto no ambiente, de 74 a 78 é sinal de alerta, de 79 a 84 é sinal de perigo e, acima de 84 é considerado sinal de emergência. Diante dos dados

demonstrados na Tabela 1, verifica-se que houve diferença ($P < 0,05$) nos valores de ITGU com relação aos horários de ordenha, sendo que no período da tarde, foram verificados os maiores valores. Esse fato é justificado devido às altas temperaturas do ar ocorridas nestes períodos do dia. Contudo, tanto no verão como no inverno, o ambiente climático a tarde foi caracterizado como de emergência e perigo respectivamente. De acordo com PIRES e CAMPOS (2004), quando o ambiente encontra-se em situação de perigo e emergência, medidas ambientais como o uso de sombreamento, oferta de água e nutrição balanceada precisam ser adotadas de forma urgente, a fim de se evitar impactos negativos nas funções orgânicas dos animais.

SILVA (2000) relatou que a CTR relaciona as trocas térmicas por radiação entre o animal e o ambiente, com isso em regiões tropicais são desejáveis os menores valores. A análise da CTR em função dos períodos experimentais não apresentou diferença ($P > 0,05$), contudo os valores verificados neste trabalho foram inferiores aos verificados por FAÇANHA *et al.* (2010) que, trabalhando com vacas da raça Holandesa no semiárido, encontraram valor máximo de CTR médio no verão de 768,7 W/m². Embora, tem sido verificados valores de temperatura do ar e ITGU elevados (Tabela 1), a energia (W) disponível em forma de radiação foi baixa.

Na primeira fase experimental (verão) a região Norte de Minas Gerais, assim como todas as regiões pertencentes ao semiárido brasileiro, passou por um longo período de escassez de chuvas, caracterizando um forte veranico, comprometendo a qualidade e a quantidade das pastagens, que é a principal fonte de alimento para os ruminantes. Diante desta situação, o produtor proprietário da fazenda onde o experimento foi realizado, optou em eliminar a ordenha vespertina com intuito de preservar os seus animais, durante o verão. Com a paralisação da ordenha da tarde não foi possível mensurar os parâmetros fisiológicos, dessa forma as aferições ocorrerão somente no período da manhã.

Os resultados referentes aos valores médios dos parâmetros fisiológicos no período da manhã entre as duas épocas (inverno e verão) podem ser observados na Tabela 2.

A temperatura retal (TR), frequência cardíaca (FC) e a temperatura de superfície corporal (TSC), foram superiores ($P < 0,05$) no verão, devido aos maiores valores de temperatura do ar e ITGU, verificados no período. No entanto, os valores verificados de TR, FC e TSC estiveram dentro das condições consideradas ideais.

Tabela 2. Valores médios para os parâmetros fisiológicos durante a ordenha do período da manhã no verão e no inverno

Parâmetros fisiológicos	Verão	Inverno	CV(%)
Temperatura retal (°C)	38,31 a	38,19 b	1,02
Frequência respiratória (mov/nmin)	31,89 a	31,25 a	16,05
Frequência cardíaca (bat/min)	65,36 a	60,72 b	12,57
Temperatura de superfície (°C)	30,51 a	26,5 b	8,22
Espessura do pelame (mm)	3,8 a	4,3 a	13,89
Densidade do pelame (n° de pelos/cm²)	594,1 b	941,1 a	23,6
Comprimento dos pelos (mm)	2,4 b	8,8 a	27,28

Médias seguidas com letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade ($P < 0,05$).

De acordo com CUNNINGHAM (1999), a temperatura retal para bovinos leiteiros deve ser igual a 38,6°C, aceitando-se um limite de variação de 38 a 39,3°C. De acordo com NÄÄS e ARCARO JÚNIOR (2001), a frequência cardíaca de uma vaca leiteira quando está em situação de conforto térmico encontra-se por volta de 60 a 80 pulsações por minuto. MATA e SILVA *et al.* (2013) avaliando parâmetros fisiológicos e produtivos de vacas Holandesas puras por cruza no norte de Minas Gerais no período da manhã, verificaram valores de temperatura de superfície corporal de 28,1°C no inverno e 32,8°C no verão.

Não houve diferença estatística entre as épocas, para os valores de frequência respiratória, ou seja, os animais mantiveram os níveis de movimentos por minutos similares ao verificados por ÁVILA *et al.* (2013). Os autores avaliaram as respostas fisiológicas de vacas holandesas no Sul do Brasil em diferentes estações e verificaram de 18 a 46,9 mov/min, sem a expressão de estresse térmico por parte destes animais. De acordo com COLLIER *et al.* (2006), se a temperatura da superfície corporal for abaixo de 35°C, o gradiente de temperatura entre o núcleo e a pele é grande o suficiente para que os animais consigam de forma efetivamente utilizar as quatro vias de troca de calor (radiação, condução, convecção e evaporação).

Uma vez que ocorre acréscimo nos valores dessa variável fisiológica, é reflexo de falha ou esgotamento nos mecanismo de perda de calor (ROCHA *et al.*, 2012). Neste trabalho, pode-se observar

então que os animais utilizaram os mecanismos de perda de calor de forma eficientemente, uma vez que os parâmetros fisiológicos não demonstraram alteração acima da normalidade.

Com relação à coloração do pelame, verificou-se que 70% dos animais apresentaram mais de 70% de malha negra e 30% dos animais obtiveram menos de 30% de malhas negras. A raça holandesa, assim como na maioria das raças taurinas a pigmentação da pele é similar à coloração do pelame, característica de extrema importância para utilização desses animais no Norte de Minas Gerais que possui um clima apontado com altas temperaturas e intensa radiação. Ainda de acordo com o mesmo autor, um bovino mais adequado para ser criado a campo aberto em regiões tropicais deve apresentar um pelame de cor clara com pelos curtos, grossos, medulados e bem assentados, sobre uma epiderme altamente pigmentada. Tais características físicas do pelame favorecem tanto a convecção como a evaporação na superfície cutânea, ao passo que altos níveis de melanina na epiderme fornecem a proteção necessária contra a radiação ultravioleta (PIRES *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2001).

Na Tabela 2, observa-se ainda que os resultados de espessura de pelame não diferiram entre as duas épocas ($P > 0,05$). Os valores encontrados neste trabalho são considerados adequados para regiões de clima quente em que são desejáveis pelames menos espessos a fim de facilitar a termólise. Contudo, foram detectadas diferenças significativas ($P < 0,05$) entre as épocas, com relação à densidade do pelame (número de pelos/cm²) e comprimento dos pelos, sendo que os maiores valores foram verificados no inverno. De acordo com FAÇANHA *et al.* (2010), durante os meses em que as temperatura do ar são maiores, o pelame é menos denso, com pelos mais curtos e assentados, para facilitar a termólise convectiva em animais de malhas negras.

AZEVEDO *et al.* (2005) constataram valores médios de 7,7 mm, 8,9 mm e 9,2 mm de comprimento de pelos para animais ½, ¾ e ⅞ Holandês x Zebu, respectivamente, e observaram que animais com a composição genética próxima ao do zebu apresentaram comprimentos menores. A transferência térmica por meio do pelame depende do número de pelos por unidade de área, do ângulo de inclinação dos pelos em relação à epiderme, do diâmetro e do comprimento. O calor conduzido pelas fibras é maior do que o conduzido pelo ar. Desse modo, quanto maior o número de pelos por unidade de área e quanto mais grossos forem os mesmos, tanto maior será a quantidade de energia térmica conduzida através da capa (MATA e SILVA *et al.*, 2013).

CONCLUSÃO

As variáveis climáticas foram capazes de induzir diferenças estatísticas nos parâmetros fisiológicos, mas foram assimiladas pelos animais não causando desconforto térmico. Os animais $\frac{3}{4}$ Holandês x Zebu ajustam a morfologia dos pelos e pelames sem alterar as respostas fisiológicas quando criados nas condições climáticas da região do semiárido mineiro.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG, CAPES, CNPq, UNIMONTES.

REFERÊNCIAS

- AVILA, A.S.; JÁCOME, I.M.T.D.; FACCENDA, A.; PANAZZOLO, D. M.; MULLER, E.R. Avaliação e correlação de parâmetros fisiológicos e índices bioclimáticos de vacas holandesas em diferentes estações. **Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas**, v.14, n.14, p.2878-2884, 2013. <https://doi.org/10.5902/2236117010747>
- AZEVEDO, M.D., PIRES, M.D.F.Á., SATURNINO, H.M.; LANA, A.M.Q.; SAMPAIO, I.B.M.; MONTEIRO, J.B.N.; MORATO, L.E. Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras 1/2, 3/4, 7/8 Holandês-Zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n.6, p.2000-2008, 2005. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982005000600025>>. Acesso em: 01 mai 2016.
- BERTIPAGLIA, E.C.A.; SILVA, R.G.; CARDOSO, V.; MAIA, A.S.C. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de características do pelame e de desempenho reprodutivo de vacas holandesas em clima tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.350-359, 2007. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982007000200011>>. Acesso em 01 mai 2016.
- BUFFINGTON, D.E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H. Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE, Saint Joseph**, v.24, n.3, p.711-714, 1981. Disponível em: <<https://elibrary.asabe.org/abstract.asp?aid=34325&t=2&redir=&redirType=>>>. Acesso em: 29 jul 2012. <https://doi.org/10.13031/2013.34325>
- COLLIER, R.J.; DAHL, G.E.; VANBAALE, M. J. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 89, p. 1244-1253, 2006. Disponível em: <[http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(06\)72193-2/abstract](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(06)72193-2/abstract)>. Acesso em: 01 mai 2016. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(06\)72193-2](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(06)72193-2)
- CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 454 p.
- DAMASCENO, J. C.; BACCARI JÚNIOR, F.; TARGA, L. A. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas com acesso à sombra constante ou limitada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n.3, p. 595-602, 1998. Disponível em: <<http://www.sbz.org.br/revista/artigos/1979.pdf>>. Acesso em: 01 mai 2016.
- 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. Disponível em: <<http://www.sbz.org.br/revista/artigos/7050.pdf>>. Acesso em 01 mai 2016.
- FERREIRA, D. F. **Programa Sisvar versão 5.1**. Programa de análises estatísticas. Lavras: DEX/UFLA, 2008.
- FERREIRA, F., PIRES, M.F.A., MARTINEZ, M.L., 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 a 738, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352006000500005>. Acesso em: 13 fev. 2016. <https://doi.org/10.1590/s0102-09352006000500005>
- IBGE. **Sidra**: sistema IBGE de recuperação automática. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>.
- LEE, D.H.K. **Manual of field studies on heat tolerance of domestic animals**. Roma: FAO, 1953. 161 p.
- MAIA, A.S.C.; SILVA, R.G.; BERTIPAGLIA, E.C.A. Características do pelame de vacas Holandesas em um ambiente tropical: um estudo genético e adaptativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.843-853, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v32n4/17861.pdf>>. Acesso em: 30 mar 2016. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982003000400009>
- MARTELLO, L.S.; SAVASTANO JÚNIOR, H.; SILVA, S.L.; BALIEIRO, J.C.C. Alternative body sites for heat stress measurement in milking cows under tropical conditions and their relationship to the thermal discomfort of the animals. **International Journal of Biometeorology**. v.54, p.647-652, 2010. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19908071>>. Acesso em: 03 mai 2016. <https://doi.org/10.1007/s00484-009-0268-6>

- MATA E SILVA, B.C.; ALMEIDA, A.C.; MARQUES, L.C.G.; PORTO, B.R.; DURÃES, C.R.S.; CARVALHO JÚNIOR, I.S.; COLEN, F. Características morfológicas do pelame de vacas holandesas puras por cruza na região semiárida de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.6, p.1767-1772, 2013. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352013000600026>>. Acesso em: 29 jul 2012.
- NÃÃS, I. A.; ARCARO JÚNIOR, I. Influência de ventilação e aspersão em sistemas de sombreamento artificial para vacas em lactação em condições de calor. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.1, p.139-142, 2001. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662001000100026>>. Acesso em: 29 jul 2012.
- PIRES, M.F.A.; AZEVEDO, M.; SATURNINO, H.M. Adaptação de animais mestiços em ambiente tropical. **Informe Agropecuário**, v.31, n.258, p. 30-38, 2010.
- PIRES, M.F.A.; CAMPOS, A.T. **Modificações ambientais para reduzir o estresse calórico em gado de leite**. Juiz de Fora, MG: EMBRAPA, 2004. (Comunicado Técnico, 42). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/594946/1/COT42Modificacoesambientais.pdf>>. Acesso em: 05 abr 2017.
- PIRES, M.F.A.; FERREIRA, A.M.; SATURNINO, H.M.; TEODORO, R.L. Taxa de gestação em fêmeas da raça Holandesa confinadas em freestall, no verão e inverno. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. Belo Horizonte, v. 54, n. 1, p. 57-63, 2002. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352002000100009>>. Acesso em: 25 mai 2012.
- PINHEIRO, M.G.; NOGUEIRA, J.R.; LIMA, M.L.P.; LEME, P.R.; MACARI, M.; NAAS, I.A.A.; LALONI, A.; ROMA, L.C.; TITTO, E.A.; PEREIRA, A.F. Efeito do ambiente pré-ordenha (sala de espera) sobre a temperatura da pele, a temperatura retal e a produção de leite de bovinos da raça Jersey. **Revista Portuguesa de Zootecnia**, vol. 12, n.2. p. 37-43, 2005. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/431/43112203.pdf>>. Acesso em: 25 mai 2012.
- ROCHA, D. R.; SALLES, M.G.F., MOURA, A.A.A.N.; ARAÚJO, A.A. Índices de tolerância ao calor de vacas leiteiras no período chuvoso e seco no Ceará. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambiental**, v. 10, n. 4, p. 335-343, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.pucpr.br/index.php/cienciaanimal/article/view/12305>>. Acesso em: 01 mai 2016. <https://doi.org/10.7213/academica.7739>
- SALLA, L.; PIRES, M. F. A.; MORAIS, D.; DIAS, M.; OLIVEIRA, P.; SANTOS, B.C. Efeito da disponibilidade de sombra sobre o conforto térmico de novilhas leiteiras. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4 n. 2, p. 3343-3346, 2009. Disponível em: <<http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/rbagroecologia/article/view/9040>>. Acesso em: 11 nov 2015.
- SAS INSTITUTE. **User's guide**. Version 9.1. Cary, Nc, 2004.
- SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO DE MINAS GERAIS. **Produção de leite em Minas Gerais será recorde**. Disponível em: <<http://www.agricultura.mg.gov.br/ajuda/story/692-producao-de-leite-em-minas-gerais-sera-recorde>> Acesso em: 13 set. 2015.
- SILVA, R. G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 2000. 286 p.
- SILVA, R.G.; LA SCALA JR., N.; POCAI, P.L.B. Transmissão de radiação ultravioleta através do pelame e da epiderme de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, 2001. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982001000700034>>. Acesso em: 30 jul 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 Semi-árido**, v. 6, n. 2, 2010. Disponível em: <<http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/69/pdf>>. Acesso em: 11 nov 2015.