

Efeito de diferentes ambientes climáticos sobre características fisiológicas de bezerros mestiços (Holandês x Gir)

Effect of different climatic environments on physiological characteristics of crossbred calves (Holandês x Gyr)

Johnny Iglesias Mendes Araujo^{1*}, André Campêlo Araujo¹, Hudson Taylor Moreira Rodrigues¹, Lianny Gomes Oliveira¹, Cicero Pereira Barros Junior², Wéverton José Lima Fonseca², Carlos Syllas Monteiro Luz² e Severino Cavalcante de Sousa Júnior³

Recebido em 28/06/2016 / Aceito em 22/08/2016

RESUMO

Objetivou-se neste trabalho verificar a adaptabilidade de bezerros mestiços (Holandês x Gir) criados a campo e nas instalações, em Bom Jesus, PI. Foram utilizados seis bezerros mestiços (Holandês x Gir) distribuídos em dois tratamentos: T1= Campo e T2= Instalações, com três animais em cada um, e mensurou-se 32 medidas repetidas no tempo, totalizando 192 observações (6 animais x 32 repetições por animal) durante o período experimental. Nos animais foram registradas as características fisiológicas como: a frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC), temperatura retal (TR) e a taxa de sudoreação (TS). As variáveis meteorológicas foram: Temperatura do Ar (TA), Umidade Relativa do Ar (UR), Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU1 e ITGU2), onde ITGU1 estava dentro das instalações e o ITGU2 no campo aberto. Todas as variáveis meteorológicas apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os turnos (manhã e tarde). Verificou-se que TR e TS não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$). A FR foi maior ($p < 0,05$) para T1, apresentando média de 55,88 mov/min. Houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos para a FC, com médias de 92,19 e 86,25 bat/min. para os T1 e T2, respectivamente. De acordo com os resultados obtidos pode-se afirmar que as instalações para bezerros influenciaram positivamente no desempenho da perda de calor, conferindo valores mais próximos da zona de conforto.

PALAVRAS-CHAVE: adaptação, ambiência, bovinocultura.

¹ Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, PI, Brasil.

² Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, Brasil.

³ Universidade Federal do Piauí, Parnaíba, PI, Brasil.

* Autor para correspondência <johnny-iglesias@hotmail.com>

ABSTRACT

The aim of this work was to verify the adaptability of crossbred calves (Holstein x Gyr) created in the field and in the facilities in Bom Jesus, PI. Six crossbred calves (Holstein x Gyr) were distributed in two treatments: T1= Field and T2= Facilities, with three animals in each, with 32 repeated measurements over time, totaling 192 observations (6 animals x 32 repetitions per animal) during the experimental period. The physiological characteristics, such as respiratory rate (RR), heart rate (HR), rectal temperature (RT), and the sweating rate (SR) were recorded. The meteorological variables were: air temperature (AT), relative humidity (RH), globe temperature index and humidity (BGT1 and BGT2), where BGT1 was inside the facilities and BGT2 in the open field. All weather variables showed significant differences ($p < 0.05$) between shifts (morning and afternoon). It was found that RT and SR showed no significant difference ($p > 0.05$). The RR was higher ($p < 0.05$) for T1, with an average of 55.88 mov/min. There was a significant difference ($p < 0.05$) between treatments for HR, with averages of 92.19 and 86.25 bat/min. for T1 and T2, respectively. According to the results it can be stated that the facilities for calves positively influenced the performance of heat loss, giving values closer to the comfort zone.

KEYWORDS: adaptation, ambience, cattle.

INTRODUÇÃO

O bem-estar pode ser definido como o estado físico e psicológico do animal diante das suas tentativas de ajuste ao ambiente, sendo avaliado por meio de indicadores fisiológicos e comportamentais. As medidas fisiológicas associadas ao estresse têm sido usadas baseando-se na premissa de que as alterações das mesmas quando o estresse aumenta, influencia negativamente o bem-estar (PERISSINOTTO et al. 2006).

Para os climas subtropicais e tropicais, como os do Brasil, os efeitos de temperatura e umidade do ar são, muitas vezes, limitantes ao desenvolvimento da produção e reprodução dos animais, em razão do estresse a eles associado. Assim, os materiais a serem utilizados para a confecção das instalações devem permitir bom isolamento térmico para que o ambiente interno dessas instalações sejam menos influenciados pelas variações climáticas (PADILHA et al. 2001).

FAÇANHA et al. (2011) afirmaram que as instalações por receber diretamente a ação do clima (insolação, temperatura, ventos, chuva, umidade do ar), devem ser construídas com a finalidade principal de diminuir o efeito climático que podem agir negativamente nos animais, proporcionando condições de bem-estar e conforto necessários para um bom desempenho animal.

O estresse por calor aumenta à medida que a umidade relativa e a temperatura ambiente ultrapassam a zona de conforto térmico, dificultando assim a dissipação de calor que, por sua vez, aumenta a temperatura corporal com efeito negativo sobre o desempenho produtivo dos bovinos (SILVA et al. 2012).

Temperaturas elevadas, associadas à umidade do ar também elevada, afetam negativamente a temperatura retal e a frequência respiratória, e podem causar estresse nos animais de interesse zootécnico (MAGALHÃES et al. 1998). O efeito do estresse é bem mais prejudicial em animais oriundos de climas temperados, como o gado mestiço de Holandês x Gir, que possuem em seu material genético traços do gado de origem europeia.

Dessa forma, objetivou-se verificar a adaptabilidade de bezerros mestiços de Holandês x Gir na fase de cria, em clima tropical na região de Bom Jesus, PI, criados a campo e nas instalações e correlacionar às características fisiológicas com as variáveis meteorológicas em ambos os ambientes.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na fazenda experimental do Colégio Técnico de Bom Jesus – CTBJ, localizado na BR 135, KM 3, pertencente à Universidade Federal do Piauí, no município de Bom Jesus, PI. O município é compreendido pelas coordenadas geográficas: latitude 09°04'28" sul e a uma longitude 44°21'31" oeste, estando a uma altitude de 277 metros. O clima da região é do tipo semiárido que significa clima seco e quente com estação chuvosa no verão, atrasando-se para o outono, sendo verificadas grandes temperaturas do ar e da insolação ao longo do ano (ALVARES et al. 2014).

Utilizou-se seis bezerros mestiços (Holandês x Gir) com peso médio de 70 kg e com idade média de 90 dias, apresentando pelagens variadas como vermelhas, castanhas, pretas e brancas. Os animais foram distribuídos em dois tratamentos (T1= bezerros a campo e T2= bezerros nas instalações), e mensurou-se 32 medidas repetidas no tempo de três animais de cada grupo, totalizando 192 observações (6 animais x 32 repetições por animal) durante o período experimental.

Os animais foram alimentados com volumoso à vontade (capim elefante - *Pennisetum purpureum* cv. camerom) durante o dia todo e concentrado (mistura de farelo de soja com farelo de milho) duas vezes ao dia, uma pela manhã e outra à tarde. As informações sobre os dados da dieta estão apresentados na Tabela 1.

As instalações apresentavam dimensões de 8 x 20 m com pé direito de 2,80 m e cumeeira de 3,60 m. Consentiam de comedouro e bebedouro de cimento, bem como também todo o espaço em que os bezerros utilizavam para andar, bem ventilada e de fácil limpeza, além dispor também de locais para o manejo como o brete e área para ordenha (feita manualmente). A cobertura foi feita com telhas de barro tipo colonial de 0,50 m sem nenhuma pintura.

Os bezerros que ficaram no campo tinham acesso às instalações apenas na hora das ordenhas, que aconteciam durante a manhã e pela tarde, momento em que também recebiam a mesma alimentação que os animais confinados.

Foram realizadas duas coletas de dados diárias: uma pelo turno da manhã, das 09h00min. as 10h00min. e a outra pelo turno da tarde, das 15h00 min. as 16h00 min., duas vezes por semana, no período de 19 de maio a 11 de setembro de 2012, correspondente ao

Tabela 1 - Ingredientes e Composição Nutricional da dieta dos animais experimentais.
 Table 1 - *Ingredients Composition and Nutritional diet of experimental animals.*

Ingrediente ¹	%
Capim elefante	60,00
Farelo de Milho	21,84
Farelo de Soja	16,32
Mistura mineral ²	1,84
Composição nutricional	
Matéria seca	88,21
Matéria mineral	7,05
Matéria orgânica	91,85
Proteína bruta	15,4
Extrato etéreo	1,67
Fibra em detergente neutro	53,06
Carboidratos totais	75,92

¹Relação Volumoso/Concentrado = 60:40; ²Composição (%): fosfato bicálcico - 41,66; sal comum - 56,79; sulfato de cobre - 0,20; sulfato de zinco - 1,19; iodato de potássio - 0,03; sulfato de cobalto - 0,05; selenito de sódio - 0,08.

período seco, que vai de maio a novembro na região.

Nos animais foi registrada a frequência respiratória (FR) em movimentos respiratórios por minuto, através da observação direta dos movimentos do flanco esquerdo por um minuto. Em seguida foi registrada a frequência cardíaca (FC) por meio de auscultação direta com estetoscópio, em batimentos cardíacos por minuto, e temperatura retal (TR) por meio de um termômetro clínico veterinário, introduzido diretamente no reto dos animais durante dois minutos. A taxa de sudação (TS) foi mensurada pelo método calorimétrico de SCHELEGAR & TURNER (1965), adaptado por SILVA (2000).

A análise física do ambiente foi adquirida na estação meteorológica do campus Professora Cinobelina Elvas - UFPI, situada a menos de um quilômetro do local experimental, onde se registrou a temperatura do ar (TA) e umidade relativa do ar (UR). A temperatura do globo negro obteve-se com o uso de um termômetro inserido em um globo negro, posicionado a uma altura média a do corpo do animal. Utilizou-se dois globos negros que ficaram expostos

em ambientes diferente, Globo Negro 1 dentro das instalações e Globo Negro 2 no campo aberto, ambos suspensos por um suporte próprio. O índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) foi obtido por meio da mesma metodologia usada por SOUSA JÚNIOR et al. (2008), através das equações a seguir:

$$\text{Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU)} \\ \text{ITGU} = T_g + 0,36 T_{po} + 41,5$$

Sendo:

T_g = temperatura do termômetro de globo (°C)

T_{po} = temperatura do ponto de orvalho (°C)

41,5= constante.

Os dados obtidos foram submetidos a teste de homogeneidades de variância residual, análises de variância e de correlação entre as variáveis analisadas. Para comparar os resultados foi realizado o teste de Tukey ($p < 0,05$) ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o pacote estatístico Sas, versão 9.3 (SAS 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se, que todas as variáveis meteorológicas apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade entre os turnos manhã e tarde (Tabela 2).

Nota-se na Tabela 2, que os valores da TA durante o turno da tarde foram maiores (30,54 °C) em relação ao turno da manhã (21,60 °C). Este fato pode ser justificado pela alta incidência de radiação solar encontrado no turno da tarde que contribuiu com esse aumento.

Comparando os valores obtidos para a variável climática Temperatura Ambiente (TA), com aqueles de termoneutralidade, em que a situação de desconforto para bezerros acentua-se lentamente a partir de 18 °C, atingindo índices críticos a partir de 26 °C (SANTOS et al. 1993, KAWABATA 2003), mostra que apenas o turno da manhã, a média esteve próxima do conforto, já com tendência a ir até o nível crítico.

Desta forma é possível afirmar que os bezerros, expostos à sombra das instalações apresentaram menor temperatura ambiente, no período em estudo, que é considerado o mais crítico na região, devido às temperaturas máximas elevadas, amplitudes térmicas diárias elevadas e pouca chuva (INMET 2013).

Para a UR, ocorreu o contrário, no qual o turno da manhã (39,55%) é que apresentou médias elevadas ($p < 0,05$) em relação ao turno da tarde (19,94%) (Tabela 2). Esta ocorrência observada é devido a maior quantidade de partículas de água acumulada na atmosfera presente durante a manhã, sendo assim, promoveu uma menor radiação solar.

Em relação a UR, entre os turnos observa-se que houve influência direta no desempenho dos animais. A umidade, por sua vez, chegando a níveis muito baixos e/ou com uma variação muito acentuada pode prejudicar os mecanismos de termólise dos animais, principalmente aos ligados a evaporação.

No que diz respeito ao ITGU 1 e ITGU 2 (Tabela 2), quando compara-se os turnos, o da tarde apresentou médias elevadas ($p < 0,05$) em relação as de conforto térmico para bovinos descrito por KAWABATA (2003). Os valores médios para ITGU 1 e 2 neste experimento foram, respectivamente, de 80,62 °C e 92,62 °C, ambos sendo considerados estressantes. Vale ressaltar que a média do ITGU 2 foi mais elevada por conta do ambiente onde ela se encontrava (T1), evidenciando que as instalações

foram efetivas em diminuir o efeito das intempéries do clima.

Ao se comparar os valores dos dois ITGUs obtidos no presente estudo com os de termoneutralidade indicados na literatura por BUFFINGTON et al. (1981), é possível afirmar que nenhum deles apresentou índices de conforto térmico adequados para a criação, no período em estudo. Apesar dos autores terem preconizado os índices para vacas, eles determinaram faixas de conforto térmico de acordo com a temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento e temperatura de globo negro.

A FR apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) com superioridade para T1 (55,88 mov/min.) (Tabela 3). Desta forma, entende-se que a frequência respiratória nos animais ao campo foi utilizada em maior quantidade, sendo então utilizado o mecanismo de evaporação por condensação, possivelmente na tentativa de dissipação de calor corporal. Uma vez que MOTA (1997) afirma que, a FR é usada, frequentemente, como índice de adaptação fisiológica, sua variação indica que os mecanismos de liberação e manutenção de calor tornaram-se insuficientes para manter a homeotermia.

No T2 a FR apresentou menor valor (43,11 mov/min.), sendo perfeitamente justificável pelo fato do ambiente nesse tratamento proporcionar melhores trocas de calor. A frequência respiratória é o primeiro sinal visível do animal quando submetido ao estresse térmico (VILELA et al. 2013), logo, os animais nas instalações estão em maior conforto, quando comparados com os animais a campo.

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) para a FC entre os tratamentos em questão (Tabela 3), sendo os maiores valores encontrados para T1 (92,19 bat/min). Dessa forma, devido a elevada FC neste tratamento, o coração faz um bombeamento mais acelerado resultante da maior demanda respiratória. Em momentos de estresse por temperaturas altas os animais apresentam vaso dilatação aumentando o fluxo de sangue para a periferia do corpo, sendo também uma possível explicação.

A FC dos bezerros do T1 demonstra que estes animais se encontravam em maior estresse, quando comparado ao T2 (86,25 bat/min), sendo necessária a utilização de mecanismos de perda de calor com a finalidade de se aproximar da zona de conforto térmico.

Tabela 2 - Média das variáveis meteorológicas, apresentadas no período seco, durante os turnos manhã e tarde, para bezerros mestiços (Holandês x Gir), em Bom Jesus, PI.

Table 2 - Average weather variables presented in the dry season, during the morning and afternoon shifts, for crossbred calves (Holstein x Gyr) in Bom Jesus, PI.

Características	Manhã	Tarde
TA (°C)	21,60 ^b	30,54 ^a
UR (%)	39,55 ^a	19,94 ^b
ITGU1(°C)	74,24 ^b	80,62 ^a
ITGU2 (°C)	88,62 ^b	92,62 ^a

Médias seguidas de mesma letra na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%. Temperatura do ar (TA); Umidade relativa do ar (UR); Índice de temperatura e umidade à sombra (ITGU1); Índice de temperatura e umidade ao sol (ITGU2).

Tabela 3 - Média de temperatura retal, frequência respiratória, taxa de sudção e frequência cardíaca, em bezerros mestiço (Holandês x Gir), no município de Bom Jesus, PI.

Table 3 - Average rectal temperature, respiratory rate, sweating rate and heart rate in mestizo calves (Holstein x Gyr) in Bom Jesus, PI.

Características	T1	T2
FR (mov/min)	55,88 ^a	43,11 ^b
FC (bat/min)	92,79 ^a	86,25 ^b
TR (°C)	39,18 ^a	38,92 ^a
TS (g/cm ² /h)	96,66 ^a	88,41 ^a

Médias seguidas de mesma letra na mesma linha não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5%. Frequência respiratória (FR); Frequência cardíaca (FC); Temperatura retal (TR); Taxa de sudção (TS); T1 - bezerros a campo; T2 - bezerros nas instalações.

De acordo com DETWEILER (1996), A FC é controlada pela interação dos centros cardioinibidor e cardioacelerador na medula oblonga, os quais, por sua vez, estão sob a influência do sistema nervoso central, incluindo o hipotálamo e o sistema límbico. A temperatura ambiental, além de outras variáveis fisiológicas podem intensificar a atividade dos centros cardioacelerador e vasoconstritor, portanto elevando a FC.

Verificou-se que a TR não apresentou diferença significativa ($p>0,05$) com médias de 39,18 °C e 38,92 °C, para T1 e T2, respectivamente (Tabela 3). Observa-se ainda que os animais em ambos os tratamentos estavam dentro dos níveis de conforto térmico para essa característica em bezerros, de acordo com CAMPOS et al. (2005), que determinou a faixa ideal de TR para bezerros entre 38,0 °C e 39,3 °C. Esses valores mostram que é correto afirmar que os processos de termólise foram eficientes na perda de calor, entretanto, existe maior gasto

energético nos animais presentes no T1, devido as condições de estresse serem mais acentuadas.

Para a TS, obteve-se em ambos os tratamentos valores médios 96,66 e 88,41 g cm⁻² h⁻¹, para T1 e T2, respectivamente, mas não houve estatisticamente diferença significativa ($p>0,05$) (Tabela 3). Esses resultados evidenciam que, independentemente dos tipos de instalação avaliados, os processos latentes de perda de calor, são eficientes em manter os animais dentro da normalidade fisiológica (CUNHA et al. 2007).

A TR apresentou correlação positiva com a TA (0,27) (Tabela 4), que pode ser considerada de moderada a alta para essa variável, sendo um resultado esperado pelo fato da temperatura do ar atuar efetivamente sobre as trocas térmicas entre animal e ambiente. MEDEIROS et al. (2007) afirmam que a resistência de um animal às altas temperaturas é definida pela sua maior ou menor capacidade em dissipar o calor corporal excessivo, conseguindo

Tabela 4 - Coeficientes de correlação entre as variáveis ambientais e características fisiológicas de bezerros mestiços (Holandês x Gir), em Bom Jesus, PI.

Table 4 - Correlation coefficients between environmental variables and physiological characteristics of crossbred calves (Holstein x Gyr) in Bom Jesus, IP.

	FR	TS	FC	TA	UR	ITGU1	ITGU2
TR	0,38	0,04	0,48	0,27	0,14	0,32	0,17
FR		0,01	0,38	0,38	0,03	0,39	0,12
TS			0,12	0,04	-0,01	-0,01	-0,10
FC				0,17	0,34	0,39	-0,13
TA					-0,43	0,70	0,58
UR						-0,23	-0,55
ITGU1							0,45

Temperatura retal (TR); Frequência respiratória (FR); Taxa de sudação (TS); Frequência cardíaca (FC); Temperatura do ar (TA); Umidade relativa do ar (UR); Índice de temperatura e umidade à sombra (ITGU1); Índice de temperatura e umidade ao sol (ITGU2).

assim manter a sua temperatura corporal média dentro dos limites da homeotermia.

Tendo em vista ainda, as correlações das variáveis, ao comparar a TA com o ITGU1, presente apenas no T2 (bezerros nas instalações) na Tabela 4, é possível observar uma correlação positiva de maior amplitude (0,70), mostrando que as instalações tiveram influência direta na temperatura do ar, ao passo que na correlação da TA com o ITGU2 também foi positiva, mas apresentando uma menor amplitude (0,58), isso pode se explicar devido o mesmo ficar exposto ao campo sem nenhuma proteção.

A FC também correlacionou-se positivamente (0,39) com o ITGU1, reforçando a ideia de que houve influência significativa do ambiente na diferença entre as médias dos tratamentos avaliados no trabalho (Tabela 4).

Observou-se ainda na Tabela 4, uma correlação positiva entre a TR e a FR (0,38), ou seja, à medida que a termoneutralidade tem seu limite o animal passa a utilizar de respostas fisiológicas para dissipar o calor imposto pelo ambiente, quando o nível do calor interno do animal é igualado ao do ambiente através de mecanismos de troca de calor. Quando isso acontece o animal está em homeotermia. É importante ressaltar que, o horário e período do dia interferem diretamente na FR dos animais.

Assim, é concebível que em situações que a TR ultrapassou os valores correspondentes à zona de conforto térmico, os bezerros tenham acionado os mecanismos de regulação da temperatura corporal,

lançando mão do aumento da frequência respiratória, na tentativa de manter a homeotermia (FAÇANHA et al. 2011).

Mesmo pelo fato da TR indicar que os animais em ambos os tratamentos conseguiram termorregular, houve maior estresse nos animais que ficaram soltos no campo. A medida que os animais utilizam mecanismos fisiológicos em maior quantidade, como o aumento da FR e da FC no presente estudo, ocorre um maior gasto energético que pode causar o estresse e perda do desempenho zootécnico.

CONCLUSÃO

Pode-se afirmar que ambos os ambientes estudados nesta pesquisa proporcionaram estresse térmico aos animais, no entanto as instalações influenciaram positivamente no desempenho da perda de calor, conferindo valores mais próximos da zona de conforto.

REFERÊNCIAS

- ALVARES CA et al. 2014. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift 22:711-728.
- BUFFINGTON DE et al. 1981. Black-Globe-Humidity Index (BGHI) as comfort equations for dairy cows. Transactions of the ASAE 24:711-714.
- CAMPOS AT et al. 2005. Análise térmica de abrigos individuais móveis e sombrite para Bezerros. Acta Scientiarum. Animal Sciences 27:153-161.
- CUNHA DNFV et al. 2007. Desempenho, variáveis

- fisiológicas e comportamento de bezerros mantidos em diferentes instalações: época chuvosa. *Revista Brasileira de Zootecnia* 36:1140-1146.
- DETWEILER DK. 1996. Regulação cardíaca. In: DUKES, H. H. *Fisiologia dos animais domésticos*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 856p.
- FAÇANHA DAE et al. 2011. Respostas comportamentais e fisiológicas de bezerros leiteiros criados em diferentes tipos de instalações e dietas líquidas. *Acta Veterinaria Brasilica* 5:250-257.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 25 out. 2013.
- KAWABATA CY. 2003. Desempenho térmico de diferentes tipos de telhados em bezerreiros individuais. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). São Paulo: USP. 108f.
- MAGALHÃES JÁ et al. 1998. Determinação da tolerância de bovinos e bubalinos ao calor do trópico úmido. In: 35 Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Anais... Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia. p.70.
- MEDEIROS LFD et al. 2007. Avaliação de parâmetros fisiológicos de caprinos SPRD (sem padrão racial definido) pretos e brancos de diferentes idades, à sombra, no município do Rio de Janeiro, RJ. *Boletim de Indústria Animal* 64:277-287.
- MOTA LS. 1997. Adaptação e interação genótipo-ambiente em vacas leiteiras. Tese (Doutorado em Ciências). Ribeirão Preto: USP. 67p.
- PADILHA JAS et al. 2001. Argamassa leve reforçada com polpa de sisal: compósito de baixa condutividade térmica para uso em edificações rurais. *Engenharia Agrícola* 21:1-11.
- PERISSINOTTO M et al. 2006. O efeito da utilização de sistemas de climatização nos parâmetros fisiológicos do gado leiteiro. *Revista de Engenharia Agrícola* 26:663-671.
- SANTOS AC et al. 1993. Análise de diferentes formatos de bezerreiros individuais móveis, para região de Viçosa. *Engenharia na Agricultura* 2:1-8.
- SAS Institute Sas (Statistical Analysis System). 2003. *User's Guide*. Cary, NC: SAS 14 Institute Inc. 129p.
- SCHELEGAR AV & TURNER HG. 1965. Sweating rates of cattle in the field and their reaction to diurnal and seasonal changes. *Australian Journal of Agricultural Research* 16:92-106.
- SILVA RG. 2000. *Introdução à bioclimatologia animal*. São Paulo: Nobel. 286p.
- SILVA TPD et al. 2012. Efeito da exposição à radiação solar sobre parâmetros fisiológicos e estimativa do declínio na produção de leite de vacas mestiças (Holandês X Gir) no sul do estado do Piauí. *Comunicata Scientiae* 4:299-305.
- SOUSA JÚNIOR SC et al. 2008. Respostas termorreguladoras de caprinos, ovinos e bovinos na região semiárida. *Revista Científica de Produção Animal* 10:127-137.
- VILELA RA et al. 2013. Respostas fisiológicas e comportamentais de vacas Holandesas mantidas em sistema adiabático evaporativo. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 33:1379-1384.