

Efeitos das variáveis climáticas sobre características fisiológicas de vacas mestiças (Holandês x Gir) em lactação

Effects of climatic variables on physiological traits of lactating crossbred cows (Holstein x Gir)

Johnny Iglesias Mendes Araujo^[a], André Campêlo Araujo^[a], Wéverton José Lima Fonseca^[b], Cícero Pereira Barros Junior^[b], Carlos Syllas Monteiro Luz^[c], Joniel Mendes de Araujo^[d], Leonardo Atta Farias^[e], Severino Cavalcante de Sousa Júnior^[f]

^[a] Bacharelado em Zootecnia - Universidade Federal do Piauí (UFPI), Mestrando em Zootecnia-PPGZ/CPCE, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Bom Jesus, PI, Brasil, e-mails: Johnny-iglesias@hotmail.com, andrefuturo7@hotmail.com

^[b] Bacharelado em Zootecnia - Universidade Federal do Piauí (UFPI), Mestrando em Ciência Animal, Departamento de Zootecnia - DZO, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, PI, Brasil, e-mails: wevertonsbz@yahoo.com, cicerozoot@hotmail.com

^[c] Bacharelado em Zootecnia - Universidade Federal do Piauí (UFPI), Doutorando em Ciência Animal, Departamento de Zootecnia - DZO, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, PI, Brasil, e-mail: syllaszoot@yahoo.com.br

^[d] Licenciado em Ciências Biológicas - Universidade Federal do Piauí (UFPI), Mestrando em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, GO, Brasil, e-mail: niel.ma30@gmail.com

^[e] Bacharelado em Medicina Veterinária - Universidade Federal do Piauí (UFPI), Doutor, Professor Adjunto no Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Bom Jesus, PI, Brasil, e-mail: leonardoatta@yahoo.com.br

^[f] Bacharelado em Zootecnia - Universidade Estadual Vale do Acaraú (UEVA), doutor, professor adjunto III da Universidade Federal do Piauí (UFPI), Parnaíba, PI, Brasil, e-mail: sevzoo@yahoo.com.br

Resumo

Objetivou-se, com este trabalho, avaliar anualmente as influências climáticas sobre características fisiológicas de vacas mestiças (Holandês X Gir) em lactação. O trabalho foi conduzido na fazenda experimental do Colégio Técnico de Bom Jesus - CTBJ, pertencente à Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus-PI. Foram utilizadas 10 vacas mestiças (Holandês x Gir) em lactação. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados. A coleta de dados para as características fisiológicas foi realizada durante quatro anos consecutivos (2010 a 2013). Foram registradas: frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR) e taxa de sudação (TS). Nos mesmos horários, o ambiente foi monitorado para registro das variáveis climáticas, que foram: temperatura do ar (TA), umidade do ar (UA), temperatura do globo negro (TG) e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU). Os resultados revelaram que, tanto para as variáveis climáticas quanto para as características fisiológicas, dentro dos anos e períodos (seco e chuvoso) analisados, não houve diferenças significativas ($P > 0,05$). Entre os turnos (manhã e tarde), verificou-se que houve diferenças significativas ($P < 0,05$) para todas as variáveis climáticas e características fisiológicas. Os animais mantiveram-se dentro da zona de conforto térmico ao longo dos anos e nos períodos estudados, porém apresentaram menor aquecimento corporal e dissipação de calor no turno da manhã, devido à menor incidência de radiação solar e a umidade do ar ter sido maior quando comparada aos turnos da tarde. No turno da tarde, os animais apresentaram maior perda de calor por termólise evaporativa.

Keywords: Adaptabilidade. Homeotermia. Termólise. Zona de conforto.



Abstract

The objective of this study was to evaluate the annual climatic influences on physiological traits of lactating crossbred cows (Holstein x Gir). The work was conducted at the experimental farm of the Technical School of Bom Jesus – CTBJ, belonging to the Federal University of Piauí, Bom Jesus, Piauí, Brazil. We used 10 lactating crossbred cows (Holstein x Gir). The experimental design was a completely randomized design. Data collection for physiological traits was performed for four consecutive years (2010 to 2013). The following variables were recorded: respiratory rate (RR), rectal temperature (RT) and sweating rate (SR). Simultaneously, the environment was monitored for registration of the following climatic variables: air temperature (AT), air humidity (AH), temperature of the black globe (TBG), and globe temperature and humidity (BGT). The results revealed that in the analyzed years and seasons (dry and wet), no significant differences ($P>0,05$) were found for both climate variables, and physiological traits. Between shifts (morning and afternoon), it was found that there were significant differences ($P<0,05$) for all climate variables and physiological characteristics. Animals remained within the thermal comfort zone over the years and periods in study, but they had a lower body heat and heat dissipation in the morning shift, due to the lower incidence of solar radiation and higher humidity when compared to the afternoon shift. In the afternoon, animals showed greater heat loss by evaporative thermolysis.

Palavras-chave: Adaptability. Homeothermy. Thermolysis. Comfort zone.

Introdução

No Brasil, principalmente no Nordeste piauiense, a agropecuária possui grande importância econômico-social para a região, por apresentar uma boa produção de leite e carne; porém, há diversos fatores que podem contribuir para a redução da produtividade dos rebanhos, dentre eles destacam-se os efeitos climáticos. De acordo com Lu (1989) e Pires e Campos (2004), a associação entre elevadas temperaturas, alta umidade do ar e radiação solar pode acarretar em alterações comportamentais e fisiológicas, como aumento dos parâmetros fisiológicos, diminuição da ingestão de alimentos e, conseqüentemente, redução na produção de leite, baixas taxas de concepção e atraso no crescimento de animais de reposição, ocasionando perdas econômicas significativas para o produtor.

Cerca de dois terços do território brasileiro está situado na faixa tropical do planeta, onde predominam as altas temperaturas do ar, conseqüência da elevada radiação solar incidente, sendo o Nordeste a região mais atingida, com 74,30% da superfície classificada como semiárido (Rodrigues et al., 2010). Dessa forma, Silva et al. (2012) afirmaram que o estresse térmico 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.

A adaptabilidade, ou capacidade de se adaptar, pode ser avaliada pela habilidade do animal em se ajustar às condições médias do ambiente, assim como a dos extremos climáticos. Dessa forma, exige um melhor conhecimento das espécies e raças que apresentem potencial genético com maior capacidade de adaptação, sendo capazes de sobreviver, produzir e reproduzir-se em condições específicas do clima (Souza et al., 2007). No entanto, com essa finalidade, Queiroz et al. (2009) sugerem o cruzamento de bovinos de raça européia com raças zebuínas, pois estes têm sido largamente utilizados para elevar o potencial dos animais, devido à expressão da heterose.

Animais, quando adaptados a determinados ambientes respondem positivamente, aumentando a produção. No entanto, quando ocorre variação de temperatura nesse ambiente, os animais ativam seu sistema termorregulatório para manter seu conforto térmico. E, quando ocorre essa variação de temperatura (tanto calor como frio), os animais priorizam a

manutenção da homeotermia e, dessa forma, a produção de leite e a reprodução são as primeiras funções a serem prejudicadas pelo estresse térmico. Um dos primeiros sinais visíveis desse estresse é o aumento da frequência respiratória, para promover a perda de calor por meio de evaporação (Almeida et al., 2011).

A produção de leite em regiões quentes, como no sul do Estado do Piauí, requer a adoção de estratégias conjugadas para minimizar o acúmulo de calor e promover a termólise eficiente, de forma a maximizar o processo de aclimação e, conseqüentemente, reduzir as flutuações na produção de leite decorrentes do estresse climático (Silva e Sousa Júnior, 2013).

De acordo com Sousa Júnior et al. (2008), o efeito e a utilização dos mecanismos termorreguladores dos animais domésticos mostra o grau de interação dos mesmos com o ambiente em que são explorados, ou seja, seu grau de adaptação com o ambiente que vive e produz, mostrando assim, a importância da utilização de raças selecionadas de acordo a sua capacidade de adaptação às adversidades climáticas existentes nesta região. Dentro desse contexto, a avaliação dos efeitos das variáveis ambientais sobre os desempenhos de animais em lactação torna-se prioritário, uma vez que causam impactos significativos no potencial econômico e na produtividade. Sendo assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a influência climática sobre características fisiológicas de vacas mestiças (Holandês x Gir) em lactação durante os anos de 2010 a 2013, em Bom Jesus-PI.

Material e métodos

O trabalho foi conduzido na fazenda experimental do Colégio Técnico de Bom Jesus – CTBJ, pertencente à Universidade Federal do Piauí, no município de Bom Jesus, região Sul do Estado do Piauí. O município é compreendido pelas coordenadas geográficas: latitude 09° 04' 28" sul e longitude 44° 21' 31" oeste, estando a uma altitude de 277 metros, de acordo com os dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). O clima da região é do tipo semiárido, que significa clima seco e quente com estação chuvosa no verão, atrasando-se para o outono. São verificadas

altas temperaturas do ar e da insolação ao longo do ano.

Foram utilizadas 10 vacas mestiças (Holandês x Gir) em lactação, com mais de dois anos de idade, com peso variando de 380 a 500 kg, com aptidão dupla para leite e carne, com pelagem variada: vermelhas, castanhas, pretas e brancas. Os animais eram criados em sistema de confinamento, alimentados com alimento volumoso (capim elefante picado – *Pennisetum purpureum cv. camerom*), recebendo também concentrado (mistura de farelo de soja com farelo de milho), ambos servidos duas vezes ao dia, uma pela manhã e outra à tarde.

Os dados referentes às variáveis climáticas e às características fisiológicas dos animais foram coletados semanalmente durante quatro anos (2010 a 2013) no período chuvoso, que na região vai de janeiro a maio, e no período seco ou de estiagem, que se estende de junho a novembro. Eram realizadas duas coletas diárias: uma pelo turno da manhã, das 09h00min às 10h00min, e a outra pelo turno da tarde, das 15h00min às 16h00min.

Para as características fisiológicas, nos animais, foi registrada inicialmente a frequência respiratória (FR), que foi quantificada através da observação dos movimentos do flanco direito dos animais por um minuto; em seguida, registrou-se a temperatura retal (TR), por meio de um termômetro clínico veterinário introduzido diretamente no reto dos animais durante dois minutos; e, posteriormente, foi estimada a taxa de sudação (TS), pelo método calorimétrico de Schelegar e Turner (1965), adaptado por Silva (2000).

Para as variáveis climáticas, no ambiente, foram registradas as temperaturas do termômetro de bulbo seco (temperatura do ar) e do termômetro de bulbo úmido, no início e fim de cada coleta, com as quais foi estimada a umidade relativa do ar (UA). Nesses mesmos horários, foram registradas as temperaturas do globo negro (TG), com as quais foram calculados os valores do Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), conforme a metodologia usada por Sousa Junior et al. (2008).

Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados. Para a obtenção

dos resultados do trabalho, utilizou-se o arranjo em parcelas subdivididas (2 tratamento - turnos, 2 blocos - período, 4 parcelas - anos e 10 animais, totalizando em 160 repetições). A análise estatística foi realizada pelo método dos quadrados mínimos, conforme Harvey (1960). Os dados 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 ($P < 0,05$), utilizando-se o pacote estatístico SAS (2003), versão 9.3. O nível de significância adotado foi de 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

O registro das médias das variáveis climáticas avaliadas durante o período experimental de quatro anos (2010, 2011, 2012 e 2013) está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Média das variáveis climáticas do ambiente durante os anos de 2010 a 2013, em Bom Jesus-PI

Ano	Variáveis Climáticas			
	TA (°C)	UA (KPa)	ITGU (°C)	TG (°C)
2010	24,86 ^a	52,75 ^a	88,49 ^a	42,31 ^a
2011	26,37 ^a	60,41 ^a	86,36 ^a	40,18 ^a
2012	25,40 ^a	57,37 ^a	87,87 ^a	41,69 ^a
2013	25,75 ^a	60,26 ^a	86,27 ^a	40,09 ^a
Média	25,59	57,69	87,24	41,06

Legenda: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. TA = Temperatura do Ar, UA = Umidade relativa do Ar, ITGU = Índice de Temperatura Globo e Umidade, TG = Temperatura do Globo Negro.

Verificou-se que não houve diferenças ($P > 0,05$) entre as médias dos anos para a TA (Tabela 1). Esta variável esteve dentro do limite da zona de termoneutralidade considerado para vacas em lactação nos quatro anos avaliados que, de acordo com Huber (1990) é de 26°C e, para Roenfeldt (1998), é de 25°C. Notou-se também, na Tabela 1, que os valores das médias para a UA, apesar de terem

apresentado variações entre as médias nos anos observados, não se constatou efeito significativo ($P > 0,05$). Em todos os anos, a UA estava abaixo do valor considerado limite (70%) para vacas lactantes em clima quente (Nåas e Arcaro Jr, 2001).

Tais fatores (temperatura e umidade relativa do ar), quando fora da faixa do mínimo e do máximo, em uma busca constante por seu estado de homeostasia, podem prejudicar o conforto térmico do animal, ocasionar perdas energéticas, provocando estresse ao animal, e isto resultará em queda de produção, entre outros fatores (Ferro, 2011).

Com relação aos valores médios do ITGU, observou-se também que não houve diferença ($P > 0,05$) entre os quatro anos avaliados. Os animais podem apresentar sinais de estresse, uma vez que tal temperatura do ambiente encontra-se na faixa entre 26°C e 32°C e a umidade relativa do ar entre 50% a 90% (Pires, 2006).

As médias observadas (Tabela 1) para variável TG, assim como as demais variáveis climáticas, não apresentaram efeito significativo ($P > 0,05$). De acordo com Ferreira et al. (2006), valores acima de 44°C são limitantes para o conforto do animal, gerando estresse severo.

Os valores médios das características fisiológicas ou termorreguladoras dos animais avaliados entre os anos encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Médias e desvio padrão de temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e taxa de sudação (TS) de vacas mestiças (Holandês x Gir) em lactação durante os anos de 2010 a 2013, em Bom Jesus-PI

Ano	Características Fisiológicas		
	TR (°C)	FR (mov/min)	TS (g/m ² /h)
2010	38,93±0,28 ^a	44,23±8,74 ^a	101,08±60,55 ^a
2011	38,56±0,64 ^a	41,16±9,96 ^a	115,19±65,17 ^a
2012	38,45±1,32 ^a	43,56±8,37 ^a	95,68±46,04 ^a
2013	38,67±0,87 ^a	43,96±8,49 ^a	116,70±52,79 ^a
Média	38,65	43,22	107,16

Legenda: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Não foi verificado efeito significativo de ano

($P>0,05$) para a característica TR dentro de todos os anos avaliados. Percebeu-se que durante os dias de coletas deste trabalho, os animais em todos os anos estiveram dentro dos níveis de conforto, indicando que os mesmos apresentaram termoneutralidade (Tabela 2). A temperatura retal normal para bovinos está em torno de $38,3^{\circ}\text{C}$, sendo que alguns autores relataram que essa temperatura está em torno de $39,3^{\circ}\text{C}$ (Martello et al., 2004 e Morais et al., 2008).

De acordo com os valores das médias apresentados na Tabela 2, para a característica FR não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os quatro anos observados. Esta variável também apresentou-se dentro do limite considerado normal, mantendo-se dentro do ideal, pois conforme relata Perissinotto et al. (2009) o aumento da FR, quando considerado por curto período, é um mecanismo eficiente de perda de calor. Porém, quando os valores ultrapassam 120 mov/min, o animal está sofrendo com a carga excessiva de calor e, acima de 160 mov/min, medidas de emergência devem ser tomadas, a fim de amenizar o estresse térmico.

Contudo, os animais que apresentam menor aumento na temperatura retal e menor frequência respiratória são considerados mais tolerantes ao calor (Souza et al., 2007).

Para a característica TS, apesar das variações entre as médias apresentadas entre os quatro anos, observadas na Tabela 2, estatisticamente não houve diferenças significativas ($P>0,05$). Observou-se ainda, com esses valores, que os animais mantiveram-se na zona de conforto térmico. Entretanto, a capacidade máxima de sudação é atingida sob temperaturas elevadas e umidade baixa, quando ocorre aumento do volume de sangue para a epiderme, que proporciona maior estímulo para produção das glândulas sudoríparas (Ligeiro et al., 2006).

Os resultados das médias para as variáveis climáticas, avaliados nos períodos (chuvoso e seco) e nos turnos (manhã e tarde) estão apresentados na Tabela 3. Houve uma pequena amplitude térmica de $0,92^{\circ}\text{C}$ entre os períodos e de $6,34^{\circ}\text{C}$ entre os turnos, com superioridade para o período seco e para o turno da tarde, provavelmente devido à maior incidência de radiação solar verificada nos períodos e turnos dos anos e dos dias na região onde o trabalho foi realizado.

Tabela 3 – Média das variáveis climáticas do ambiente, durante os anos de 2010 a 2013 nos períodos (seco e chuvoso) e turnos (manhã e tarde), em Bom Jesus-PI

Variáveis	Períodos		Turnos	
TA ($^{\circ}\text{C}$)	26,20 ^A	25,28 ^A	22,56 ^b	28,90 ^a
UA (KPa)	54,35 ^A	62,06 ^A	64,12 ^a	52,43 ^b
ITGU ($^{\circ}\text{C}$)	86,10 ^A	88,24 ^A	85,24 ^b	89,06 ^a
TG ($^{\circ}\text{C}$)	42,06 ^A	39,92 ^A	39,06 ^b	42,88 ^a

Legenda: Médias seguidas de mesma letra (maiúscula para os períodos e minúsculas para os turnos) na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. TA = Temperatura do Ar, UA = Umidade relativa do Ar; ITGU = Índice de Temperatura Globo e Umidade; TG = temperatura do termômetro de globo, S = Seco, C = Chuvoso, M = Manhã, T = Tarde.

Observou-se que a variável TA não apresentou diferença significativa ($P>0,05$) entre os períodos seco e chuvoso. Todos os valores mantiveram-se dentro dos limites de zona de termoneutralidade considerado para vacas em lactação, pois se a temperatura ambiente ultrapassar esse limite, ocorre redução da eficiência dos processos de perda de calor e o animal entra em estresse térmico (Hansen e Arechiga, 1999). Verificou-se ainda na Tabela 3, diferença significativa ($P<0,05$) entre os turnos manhã e tarde para esta mesma variável. No turno da tarde ($28,90^{\circ}\text{C}$), os valores médios foram superiores aos do turno da manhã ($22,56^{\circ}\text{C}$). Este fato é devido à presença de maior radiação solar encontrado no turno da tarde, que contribuiu com esse aumento significativo. A TA durante todo o ano, à tarde, geralmente apresentou valores acima do limite superior da zona de termoneutralidade para vacas em lactação.

Vale salientar que, quando o animal é submetido a estresse por calor, ele recorre aos mecanismos termorregulatórios para manter a homeotermia. Dessa forma, a TA tem sido considerado o fator climático com maior Influência sobre o ambiente físico do mesmo durante o turno da tarde (Barros Junior et al., 2012).

Em relação à UA, apesar de no período chuvoso apresentar média superior ($62,06$ KPa) ao período seco ($54,35$ KPa), não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os períodos (Tabela 3). Kadzere et al.

(2002) afirmam que UA até 70% pode ser considerada confortável para vacas em lactação; entre 75% e 78%, estressante e, acima de 78%, extremamente desconfortável. Assim, para os animais, ocorre certa dificuldade de trocas evaporativas com o ambiente ao qual o mesmo está exposto à alta umidade. Silva et al. (2012) relataram também que UA é inversamente proporcional à temperatura ambiente, sendo que o aumento da temperatura promove, conseqüentemente, diminuição da umidade relativa do ar.

Já entre os turnos (Tabela 3), percebeu-se que houve diferença ($P < 0,05$), com maior média para o turno manhã (64,12 KPa) e menor para o turno da tarde (52,43 KPa). Isto acontece devido o turno da manhã, geralmente, apresentar uma maior concentração de vapor d'água na atmosfera.

Entretanto, para o ITGU (Tabela 3) os valores das médias para o período chuvoso foram superiores ($88,24^{\circ}\text{C}$) aos do período seco ($86,10^{\circ}\text{C}$), porém, não verificou-se estatisticamente diferença significativa ($P > 0,05$) entre os mesmos. Ainda na Tabela 3 para os turnos, os valores das médias constataram-se diferenças ($P < 0,05$), com maior média para o turno da tarde ($89,06^{\circ}\text{C}$) e menor média para o turno da manhã ($85,24^{\circ}\text{C}$), independente do ano.

Conforme Souza et al. (2002), valores acima de 84°C para ITGU, caracterizam uma situação de emergência para bovinos. Há, portanto, a necessidade de intervenção humana, sendo esta por meio de instalações para promover um ambiente de conforto para os animais que se apresentam acima do limite de zona de termoneutralidade. Com essas intervenções, espera-se que os mesmos respondam positivamente, expressando o seu máximo potencial na produção. A eficiência produtiva é maior quando os animais estão em condições de conforto térmico e não precisam acionar os mecanismos termorreguladores (Souza et al., 2005).

A temperatura de globo negro (TG) não apresentou diferença significativa ($P > 0,05$) entre os períodos seco e chuvoso, que tinham como valores médios, respectivamente, $42,06^{\circ}\text{C}$ e $39,92^{\circ}\text{C}$ (Tabela 3). Entretanto, entre os turnos, apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$), sendo a maior média para o turno da tarde ($42,88^{\circ}\text{C}$) e menor média para o turno da manhã ($39,06^{\circ}\text{C}$). Para todos os valores encontrados, tanto para os períodos como para os

turnos, demonstraram que havia maior desconforto térmico, podendo ser considerados críticos para as vacas em lactação. De acordo com Mota (2001), para vacas em lactação, os valores para TG podem ser assim classificados: de 7°C a 27°C = ótimo; de 27°C a 34°C = regular e, acima de 35°C = crítico.

Os valores médios das características fisiológicas, avaliados nos períodos (chuvoso e seco) e nos turnos (manhã e tarde) dos anos observados estão na Tabela 4.

Tabela 4 – Média de temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e taxa de sudação (TS) durante os anos de 2010 a 2013 nos períodos (seco e chuvoso) nos turnos (manhã e tarde) de vacas Mestiças (Holandês x Gir) em lactação, em Bom Jesus-PI

Características	Períodos		Turnos	
TR ($^{\circ}\text{C}$)	38,51 ^A	38,68 ^A	37,51 ^b	38,68 ^a
FR (mov/min)	40,25 ^A	45,36 ^A	41,14 ^b	44,57 ^a
TS (g/m ² /h)	113,69 ^A	100,55 ^A	100,37 ^b	113,63 ^a

Legenda: Médias seguidas de mesma letra (maiúscula para os períodos e minúsculas para os turnos) na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. S = Seco, C = Chuvoso, M = Manhã, T = Tarde.

Observou-se na Tabela 4 que, para os valores médios da TR entre os períodos seco e chuvoso, não houve diferença ($P > 0,05$). Os valores das médias entre os períodos demonstraram que esta característica fisiológica esteve sempre dentro da amplitude de normalidade considerável para vacas em lactação. Isso pode ter sido devido ao conforto térmico proporcionado pelas instalações, às quais os animais estavam sendo submetidos ou mantidos. Mader et al. (2005) afirmaram que a TR tem sido usada como indicador do equilíbrio térmico na avaliação do impacto do estresse por calor sobre o animal.

Nos turnos, verificou-se uma superioridade ($P < 0,05$) no turno da tarde em relação ao da manhã (Tabela 4). Esta superioridade pode estar relacionada com o calor acumulado pelas vacas ao longo do dia. A temperatura corporal é o resultado do equilíbrio entre o ganho e a perda de calor do corpo, isto é, da quantidade de calor produzida no organismo, ou

por ele absorvida, e a quantidade liberada para o meio. Obedece a um ritmo ou ciclo circadiano, ou seja, um ritmo que se repete a cada 24 horas, com a máxima ocorrendo no período da tarde e a mínima no início da manhã. Neste sentido, a capacidade do animal de resistir às condições de estresse por calor tem sido avaliada fisiologicamente por alterações da temperatura retal e frequência respiratória (Almeida, 2010). Apesar da variação que ocorreu entre os valores, os dados médios da TR nos dois turnos, de acordo com estudos na área (Sousa Junior et al., 2008 e Moraes et al., 2008), foram considerados dentro da normalidade para vacas leiteiras em lactação: manhã, 37,51°C e tarde, 38,68°C.

Quando os mecanismos de termólise não são eficientes, a soma da produção de calor metabólico com a fração de calor absorvida do meio passa a ser maior que a quantidade de calor eliminada pelas vias latente e sensível e, em consequência, os animais passam a estocar calor, aumentando sua temperatura retal. Sob essas condições, a termólise evaporativa é o único meio efetivo de dissipação do excesso de calor corporal, sendo que a evaporação cutânea representa aproximadamente 85% da perda total de calor latente, enquanto o restante é perdido através da evaporação respiratória (Maia et al., 2005).

Observou-se que os valores médios encontrados para a FR não apresentaram também diferenças ($P>0,05$) entre os períodos (Tabela 4). Contatou-se que houve diferença significativa ($P<0,05$) apenas entre os turnos, verificando-se maior acúmulo de calor no turno da tarde, provavelmente devido a uma maior incidência de radiação solar. Porém, em virtude das condições climáticas favoráveis no turno da manhã, e também as condições das instalações no qual os animais eram submetidos, os mesmos não precisaram ativar as vias respiratórias para perda de calor corporal, em relação ao que aconteceu no da tarde (Tabela 4). Mas os valores encontrados estiveram dentro dos limites de normalidades, pois Gaughan et al. (1999) disseram que FR de 20 a 60 mov/min é indicativo de ausência de estresse térmico e, de 80 a 120 mov/min, os animais estão sob estresse moderado; mas, quando a FR ultrapassa 120 mov/min, demonstra que os bovinos estão sob carga excessiva de calor.

No que diz respeito à TS, notou-se na Tabela 4 que os valores das médias entre os períodos (seco = 113,69

g/m²/h e chuvoso = 100,55 g/m²/h) não apresentaram diferença ($P>0,05$). Porém, para os turnos manhã (100,37 g/m²/h) e tarde (113,63 g/m²/h) denotou-se que houve diferença significativa ($P<0,05$). Assim, foi possível demonstrar que no turno da tarde os animais sudaram mais por estarem um pouco acima da zona de conforto. Sendo assim, os animais utilizaram-se os seus mecanismos termoreguladores para manter a homeotermia nas diferentes épocas do ano, nos turnos da tarde, que é diferenciado pelas altas temperaturas na região do semiárido. A TS nas condições estudada foi o mecanismo fisiológico mais utilizado pelos animais, que apresentaram elevação do estoque de calor corporal, ocasionando a maior necessidade de dissipação de calor, aumentando a frequência respiratória e a sudorese, principalmente, no turno da tarde, que apresentou maior aporte térmico ambiental.

Maia et al. (2005) afirmaram que, em bovinos submetidos sob condições de alta temperatura e radiação, a dissipação de calor se dá, principalmente, por mecanismos evaporativos, sendo a evaporação cutânea responsável por aproximadamente 80% dessas perdas.

Conclusão

Os animais mantiveram-se dentro da zona de conforto térmico ao longo dos anos e nos períodos estudados, porém apresentaram menor aquecimento corporal e dissipação de calor nos turnos da manhã, devido à menor incidência de radiação solar, e a umidade relativa do ar ter sido maior quando comparada aos turnos da tarde. No turno da tarde, os animais apresentaram maior perda de calor por termólise evaporativa.

Os animais demonstraram estarem adaptados ao clima da região em questão, pois durante todos os anos, além de apresentarem menores aumentos na TR e na FR, eles mantiveram-se dentro da zona de termoneutralidade considerável para esta categoria.

Referências

Almeida GLP, Pandorfi H, Guiselini C, Almeida GAP, Morrill WBB. Investimento em climatização na pré-ordenha de

- vacas Girolando e seus efeitos na produção de leite. *Rev Bras Eng Agric Ambient.* 2010;14(12):1337-44.
- Almeida GLP, Pandorfi H, Guiselini C, Henrique HM, Almeida GAP. Uso do sistema de resfriamento adiabático evaporativo no conforto térmico de vacas da raça girolando. *Rev Bras Eng Agric Ambient.* 2011;15(7):754-60.
- Barros Jr CP, Luz CSM, Fonseca WJL, Araújo ES, Terto e Sousa GG, Sousa Jr SC. Avaliação da influência do clima via características termorreguladoras de vacas leiteiras nos períodos seco e chuvoso do ano em Bom Jesus Piauí. *Pubvet.* 2012;6(35),Ed. 222, Art. 1475.
- Ferreira F, Pires MFA, Martinez ML, Coelho SG, Carvalho AU, Ferreira PM, et al. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2006;58(5):732-8.
- Ferro DAC. Efeitos dos elementos climáticos na produção e reprodução de vacas leiteiras [dissertação de mestrado]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás; 2011.
- Gaughan JB1, Mader TL, Holt SM, Josey MJ, Rowan KJ. Heat tolerance of Boranand Tuli crossbred steers. *J Anim Sci.* 1999;77(9):2398-405.
- Hansen PJ, Aréchiga CF. Strategies for managing reproduction in the heat stressed dairy cow. *J Anim Sci.* 1999; 77(Suppl 2): 36-50.
- Harvey WR. Least squares analysis of data with unequal subclass numbers. Beltsville, Md: ARS/USDA, Publ. 1960.
- Huber TJ. Alimentação de vacas de alta produção sob condições de estresse térmico, In: *Bovinocultura leiteira*, Piracicaba: FEALQ, 1990; 33-48.
- Kadzere CT, Murphy MR, Silanikove N, Maltz E. Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livest Prod Sci.* 2002;77(1): 59-91.
- Ligeiro EC, Maia ASC, Silva RG, Loureiro CMB. Perda de calor por evaporação cutânea associada às características morfológicas do pelame de cabras leiteiras criadas em ambiente tropical. *R Bras Zootec.* 2006;35(2):544-9.
- Lu CD. Effects of heat stress on goat production. *Small Rumin Res.* 1989;2(2):151-62.
- Brown-Brandl TM1, Eigenberg RA, Hahn GL, Nienaber JA, Mader TL, Spiers DE. Analyses of thermoregulatory responses of feeder cattle exposed to simulated heart waves. *Int J Biometeorol.* 2005;49(5):285-96.
- Maia AS, Silva RG, Battiston Loureiro CM. Sensible and latent heat loss from the body surface of holstein cow in a tropical environment. *Int J Biometeorol.* 2005;50(1):17-22.
- Martello LS, Savastano Jr H, Pinheiro MG, Silva SL, Roma Jr LC. Avaliação do microclima de instalações para gado de leite com diferentes recursos de climatização. *Eng Agric Jaboticabal.* 2004;24(2): 263-73.
- Morais DAEF, Maia ASC, Silva RG, Vasconcelos AM, Lima PO, Guilhermino MM. Variação anual de hormônios tireoideanos e características termorreguladoras de vacas leiteiras em ambiente quente. *R Bras Zootec.* 2008;37(3):538-45.
- Mota FS. *Climatologia zootécnica*. Pelotas: UFPel; 2001. 104 p.
- Nääs IA, Arcaro Jr I. Influencia de ventilação e aspersão em sistemas de sombreamento artificial para vacas em lactação em condições de calor. *Rev Bras Eng Agric Ambient.* 2001;5(1):139-42.
- Perissinotto M, Moura DJ, Cruz VF, Souza SRL, Lima KAO, Mendes AS. Conforto térmico de bovinos leiteiros confinados em clima subtropical e mediterrâneo pela análise de parâmetros fisiológicos utilizando a teoria dos conjuntos *fuzzy*. *Cienc Rural.* 2009;39(5):1492-8.
- Pires MFA, Campos AT. Modificações ambientais para reduzir o estresse calórico em gado de leite. *Comunicado Técnico*, 42. Juiz de Fora: EMBRAPA; 2004. p. 1-6.
- Queiroz SA, Costa GZ, Oliveira JA, Fries LA. Efeitos ambientais e genéticos sobre escores visuais e ganho de peso à desmama de animais formadores da raça Brangus. *R Bras Zootec.* 2009;38(2):277-83.
- Roefeldt S. You Can't afford to ignore heat stress. *Dairy Manage.* 1998;35(5):6-12.
- Rodrigues AL, Souza BB, Pereira Filho JM. Influência

do sombreamento e dos sistemas de resfriamento no conforto térmico de vacas leiteiras. *Agropecuária Científica no Semiárido*. 2010;06(2):14-22.

Sas Institute. SAS (Statistical Analysis System). User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.; 2003. 129.

Schleger AV, Turner HG. Sweating rates of cattle in the field and their reaction to diurnal and seasonal changes. *Aust J Agric Res*. 1965;16:92-106.

Silva RG. Introdução à bioclimatologia animal. São Paulo: Nobel; 2000. 286 p.

Silva TPD, Oliveira RG, Sousa Jr SC, Santos KR. 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. *Com Sci*. 2012;3(4):299-305.

Silva TPD, Sousa Jr SC. Produção de leite de vacas submetidas a diferentes períodos de exposição à radiação solar no sul do Piauí. *Agrarian*. 2013;6(21):320-5.

Sousa Jr SC, Moraes DAEF, Vasconcelos AM, Nery KM, Moraes JHG, Guilhermino MM. Características termorreguladoras de caprinos, ovinos e bovinos em diferentes épocas do ano em região semiárida. *Rev Cient Prod Anim*. 2008;10(2):127-37.

Souza BB, Silva RMN, Marinho ML, Silva GA, Silva EMN, Souza AP. Parâmetros fisiológicos e índice de tolerância ao calor de bovinos da raça Sindi no semiárido paraibano. *Cienc Agrotec*. 2007;31(3):883-8.

Souza CF, Tinôco IFF, Baêta FC, Ferreira WPM, Silva RS. Avaliação de materiais alternativos para confecção do termômetro de globo. *Cienc Agrotec*. 2002;26(1):157-64.

Souza ED, Souza BB, Souza WH, Cezar MF, Santos JRS, Tavares GP. Determinação dos parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de diferentes grupos genéticos de caprinos no semiárido. *Cienc Agrotec*. 2005;29(1):177-84.

Recebido em: 01/06/2016
Received in: 06/01/2016

Aprovado em: 11/11/2016
Approved in: 11/11/2016