



Respostas fisiológicas e adaptabilidade de bubalinos ao clima equatorial amazônico

Physiological responses and adaptability of buffaloes to the equatorial Amazonian climate

Messy Hennear de Andrade Pantoja^[a], Jamile Andréa Rodrigues da Silva^[b], Monique Leão Delgado^[b], Yvana Melyssa Mandú Margarido^[b], Carla Osana Rodrigues Adami^[b], Alexandre Rossetto Garcia^[c], José de Brito Lourenço Júnior^[a]

^[a] Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, PA, Brasil

^[b] Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém, PA, Brasil

^[c] Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP, Brasil

*Autor correspondente

e-mail: jamileandrea@yahoo.com.br

Resumo

A pesquisa objetivou avaliar as respostas fisiológicas e a adaptabilidade de bubalinos criados em clima amazônico. Foram utilizados 20 búfalos Murrah, alimentados a pasto de *Panicum maximum cv Mombaça* e *Braquiária humidicula*, com acesso livre à água e suplementação mineral. Foram registrados dados de temperatura do ar (TA) e umidade relativa do ar (UR) durante o mês de outubro, considerado como o mais quente da região, para compor a fórmula do Índice de Temperatura e Umidade (ITU). Foram também coletados dados fisiológicos de temperatura retal (TR), temperatura da superfície corporal (TSC) e frequência respiratória (FR), e calculados os índices de adaptabilidade: Índice de Conforto Térmico de Benezra (ICB), Índice de Tolerância ao Calor de Ibéria (ITC Ibéria) e Índice de Tolerância ao calor de Baccari (ITC Baccari). Foram considerados os turnos da manhã e tarde. Houve diferença significativa ($p < 0,05$) do ITU, TR, TSC, FR e ICB entre os turnos, com valores mais elevados no turno da tarde: $81,83 \pm 0,03$; $39 \pm 0,24$ °C; $33,12 \pm 0,71$ °C; $23,30 \pm 0,32$ mov/min; e $2,03 \pm 0,04$, respectivamente. Os valores de ITC Ibéria foram mais elevados no turno da manhã ($90,44 \pm 0,5$). O valor médio do ITC Baccari foi de 9,7. Houve correlação positiva da TR, TSC e FR com TA e ITU e negativa com a UR. O ICB teve correlação positiva com a TA e ITU. O ITC Ibéria mostrou correlação negativa com a TA e ITU e positiva com a UR. Conclui-se que o ambiente amazônico é propício a causar estresse térmico em búfalos no turno da tarde, quando há elevação da TA e ITU, sendo necessário o uso de sombreamento para facilitar a capacidade de dissipação de calor corporal desses animais.

Palavras-chave: Búfalos. Bioclimatologia. Estresse. Calor.

Abstract

The objective of this research was to evaluate physiological responses and adaptability of buffaloes reared in an equatorial Amazonian climate. Twenty Murrah buffaloes that were fed with Panicum maximum cv Mombaça and Braquiária humidicula pasture grasses, with free access to water and mineral supplement. Air temperature (TA) and relative humidity (UR) data were registered in October, which is considered the hottest month of the year in this region, in order to calculate the Humidity and Temperature Index (ITU). Physiological data collected during morning and afternoon groups were rectal temperature (TR), body surface temperature (TSC), and respiratory frequency (FR), and the following adaptability indices were calculated: the Benezra thermal comfort index (ICB), the Ibéria heat tolerance index (ITC Ibéria), and the Baccari heat tolerance index (ITC Baccari). There was a significant difference ($p < 0.05$) for ITU, TR, TSC, FR and ICB between morning and afternoon groups, wherein the afternoon group had higher values (81.83 ± 0.03 ; 39 ± 0.24 °C; 33.12 ± 0.71 °C; 23.30 ± 0.32 mov/min and 2.03 ± 0.04 , respectively). Values for the ITC Ibéria were greater for the morning group (90.44 ± 0.5), and the average value of the ITC Baccari was 9.7. There was a positive correlation between TR, TSC and FR with TA and ITU being negatively correlated with UR. The ICB had a positive correlation with TA and ITU, and the ITC Ibéria was correlated negatively with TA and ITU, and positively with UR. We conclude that the Amazonian climate has great potential to cause thermal stress in buffaloes in the afternoon when TA and ITU are elevated, highlighting the necessity of shade to facilitate the capacity for body heat dissipation in these animals.

Keywords: Buffaloes. Bioclimatology. Stress. Heat.

Introdução

O rebanho brasileiro de búfalos cresceu 7,8% em 2011, destacando-se o estado do Pará com 38% do rebanho brasileiro e 1,3 milhão de animais (IBGE, 2011). Nessa região são registradas ocorrências climáticas adversas, com elevadas temperatura e umidade relativa do ar, que podem ocasionar perdas significativas de animais menos adaptados às condições locais. Embora sejam vistos como animais adaptados às mais variadas condições de ambiente, os búfalos possuem estruturas anatômicas específicas, como grande concentração de melanina na pele e no pêlo, poucas glândulas sudoríparas, baixa densidade de pêlos e pele escura, que o tornam sensíveis à radiação solar direta (Damasceno et al., 2010; Marai e Habeeb, 2010). Seu sistema termorregulador é eficiente, porém quando submetidos a elevadas temperaturas do ar podem sofrer estresse térmico, comprometendo a sua produtividade (Garcia et al., 2011).

Para predizer o nível de conforto térmico do ambiente ao qual o animal está inserido, não é

recomendado que as variáveis climáticas sejam avaliadas isoladamente, portanto há necessidade de se determinar os efeitos combinados dessas variáveis, o que pode ser obtido através do cálculo de índices de conforto térmico, como o Índice de Temperatura e Umidade, que considera o efeito associado da temperatura e umidade relativa do ar (Souza et al., 2013).

Da mesma forma, para avaliar a adaptabilidade dos animais à determinada região e ambiente climático, foram determinados testes de adaptabilidade fisiológica. O teste de Ibéria, desenvolvido em 1944 na Estação Experimental de Ibéria, Louisiana, Golfo do México, por Rhoad, foi utilizado para bovinos e utiliza dados de temperatura retal dos animais para compor sua fórmula (Müller, 1989). O teste de Baccari Jr foi desenvolvido em 1986 e consiste em medir a capacidade de dissipação de calor após a exposição dos animais à radiação solar direta, através da medição de temperatura retal ao sol e à sombra. Já o teste de Benezra, realizado pela primeira vez na Venezuela, foi desenvolvido para bovinos e não leva em conta apenas a temperatura retal, mas a associa à

respiração como outro parâmetro a ser considerado na medida de adaptabilidade (Oliveira et al., 2008).

Nesse sentido, o objetivo da pesquisa foi medir e avaliar as respostas fisiológicas e a adaptabilidade de bubalinos ao clima equatorial amazônico, através da aplicação de índices de conforto térmico e testes de tolerância ao calor.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em uma propriedade de produção animal localizada em Nova Timboteua, Pará (Santa Rita, latitude 01°12'28" sul e longitude 47°23'33" oeste), durante o mês de outubro de 2015, considerado como o mais quente da região, com temperatura do ar média de $26,7 \pm 5,5$ °C. O clima da região é classificado como do tipo Ami, segundo Kööpen, com um período seco, de setembro a novembro, e chuvoso, de dezembro a agosto. A temperatura do ar média anual é de $26,1 \pm 1,6$ °C e a pluviosidade média anual é de 2.467 ± 445 mm (Climate-data.org, 2016).

Foram utilizados 20 bubalinos da raça Murrah, machos, com peso médio de $148,8 \pm 16,63$ kg e 18 $\pm 2,1$ meses de idade, clinicamente saudáveis. A alimentação oferecida constituiu-se, exclusivamente, de pasto de *Panicum maximum cv* Mombaça e *Braquiária humidicula*, com acesso à água e sal mineral *ad libitum*. Todos os procedimentos experimentais com os búfalos foram aprovados e preenchidos de acordo com o Comitê de Ética em pesquisa com animais experimentais (EMBRAPA/Amazônia Oriental/CEUA/protocolo nº 002/2015).

Foram registrados dados de temperatura do ar (TA) e umidade relativa do ar (UR) com auxílio de um HOBO® data logger, modelo U12-012 (Onset, Brasil), instalado no local experimental a uma altura de 1 metro do solo, ao sol, em que os dados eram registrados a cada minuto durante todo o período experimental, porém eram considerados somente os dados registrados nos momentos das coletas das variáveis fisiológicas (manhã e tarde). Foi calculado o Índice de Temperatura e Umidade (ITU), proposto por Pires et al. (2002), através da fórmula $ITU = 0,8 Tbs + UR (Tbs - 14,3)/100 + 46,3$, sendo Tbs a temperatura do bulbo seco (°C), e UR, umidade relativa do ar (%).

As variáveis fisiológicas temperatura retal (TR), temperatura da superfície corporal (TSC) e frequência respiratória (FR) foram aferidas no período da manhã, entre 5h e 6h, e da tarde, entre 15h e 16h. Para obtenção da TR foi utilizado um termômetro clínico veterinário, com escala até 44 °C. A TSC foi obtida com auxílio de termômetro digital infravermelho, modelo ITTI-380 (Instrutemp, São Paulo, Brasil), acionado a uma distância máxima de um metro dos pontos de mensuração no animal, que foram frente, lado esquerdo do tórax e na direção do rúmen, obtendo-se a média destes três valores. A FR foi obtida por inspeção e contagem dos movimentos toraxico-abdominais, durante um minuto. Para as medições das variáveis fisiológicas, os animais eram conduzidos calmamente até o tronco de contenção, onde descansavam cerca de 15 minutos antes de serem realizadas as avaliações.

Para medir a adaptabilidade dos animais ao ambiente físico foram calculados os índices descritos a seguir: o Índice de Conforto Térmico de Benezra (ICB), desenvolvido em 1954, obtido através da fórmula $ICB = (TR/38,8) + (FR/23)$, e o índice de Tolerância ao Calor de Ibéria (ITC Ibéria), desenvolvido por Rhoad, em 1944, determinado através da fórmula: $ITC = 100 - 18 (TR - 38,3)$.

Para a realização do teste de tolerância ao calor de Baccari Jr (ITC Baccari), desenvolvido em 1986, os animais foram mantidos na sombra por duas horas (11h às 13h), quando foi mensurada a primeira temperatura retal (TR1). Em seguida, os animais foram expostos à radiação solar direta, durante o período de uma hora (14h às 15h). Posteriormente, foram trazidos à sombra, onde permaneceram por uma hora, quando foi realizada a tomada da segunda temperatura retal (TR2). As médias das temperaturas retais obtidas TR1 e TR2 foram aplicadas na fórmula do Índice de Tolerância ao Calor $ITC = 10 - (TR2 - TR1)$.

Análise estatística

Os dados das variáveis fisiológicas (TR, TSC e FR), climáticas (TA, UR e ITU) e índices de adaptabilidade (ICB, ITC Ibéria e ITC Baccari) foram expressos em médias e desvio-padrão. As análises de variância foram feitas com o modelo GLM do programa estatístico SYSTAT, versão 12, para verificar o efeito do turno do dia (manhã e tarde) sobre os parâmetros

fisiológicos, climáticos e índices de adaptabilidade acima citados. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Foram calculadas correlações entre as variáveis fisiológicas (TR, FR e TSC), índices de adaptabilidade (ICB, ITC Iberia e ITC Baccari) e variáveis climáticas (TA, UR e ITU), usando-se o teste de Pearson, considerando-se o nível de significância de 5% de probabilidade.

Resultados

Os valores do ITU, das variáveis fisiológicas e índices de adaptabilidade estão apresentados na Tabela 1.

Observou-se que houve diferenças do ITU entre os turnos ($p < 0,05$), estando os valores mais elevados no turno da tarde.

Tabela 1 - Valores médios, máximos e desvio padrão do Índice de temperatura e umidade, temperatura retal, temperatura da superfície corporal, frequência respiratória, índice de conforto de Benezra e índice de tolerância ao calor de Ibéria, pela manhã e tarde, durante período experimental (outubro/2015), de búfalas Murrah criadas na Amazônia Oriental

Variáveis	Turno			
	Manhã		Tarde	
	Máxima	Média	Máxima	Média
Índice de Temperatura e Umidade	72,00	70,50 ± 0,10 ^a	82,00	81,83 ± 0,03 ^b
Temperatura retal (°C)	39,8	38,86 ± 0,28 ^a	39,03	39,00 ± 0,24 ^b
Temperatura da superfície corporal (°C)	35,10	31,08 ± 0,22 ^a	35,10	33,12 ± 0,71 ^b
Frequência respiratória (mov./min.)	32,00	22,04 ± 0,34 ^a	32,00	23,30 ± 0,32 ^b
Índice de Conforto de Benezra	2,41	1,97 ± 0,02 ^a	2,41	2,03 ± 0,04 ^b
Índice de Tolerância ao Calor de Ibéria	102,34	90,44 ± 0,50 ^a	102,34	87,40 ± 0,44 ^b

Nota: ^{a,b} Médias das variáveis, dentro de cada turno, seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma linha são diferentes (Tukey, a 5% de probabilidade).

Na análise de variância foi constatado que houve diferença significativa ($p < 0,05$) da TR entre os turnos, onde valores médios mais elevados foram encontrados à tarde. Da mesma forma, os valores de TSC e FR dos animais foram maiores ($p < 0,05$) no turno da tarde, quando comparados aos da manhã. Houve diferença significativa nos valores de ICB entre os turnos ($p < 0,05$), onde o ICB da tarde foi maior, no entanto o ITC de Ibéria teve maior valor no turno da manhã.

Para o ITC Baccari, os valores médios de TR1 (temperatura retal antes da exposição solar) e de TR2 (temperatura retal após a exposição solar) foram de 38,7 (mínima de 38,5 e máxima de 39,0) e 39,0 (mínima de 38,8 e máxima de 39,4), respectivamente, com o valor médio do ITC Baccari de 9,7.

As correlações entre as variáveis fisiológicas, climáticas e índices de adaptabilidade estão apresentadas na Tabela 2. Houve correlação significativa positiva ($p < 0,01$) entre a TR e a TA e

ITU, e negativa com a UR ($p < 0,01$). A TSC apresentou correlação significativa positiva com a TA ($p < 0,01$) e ITU ($p < 0,05$), e negativa com a UR ($p < 0,01$).

Tabela 2 - Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre as variáveis fisiológicas, climáticas e índices de adaptabilidade de búfalas Murrah, na Amazônia Oriental

Variáveis	TA	UR	ITU
Temperatura retal (°C)	0,339*	-0,335*	0,347**
Temperatura da superfície corporal (°C)	0,605**	-0,594**	0,616*
Frequência respiratória (mov./min)	0,334*	-0,330*	0,333**
Índice de Conforto de Benezra	0,349**	-0,345**	0,349**
Índice de Tolerância ao Calor de Ibéria	-0,339*	0,335*	-0,347**
Índice de Tolerância ao Calor de Baccari	0,032 ^{ns}	-0,035 ^{ns}	0,032 ^{ns}

Nota: TA = Temperatura do ar. UR = Umidade relativa do ar. ITU = Índice de temperatura e umidade. ^{ns}Não significativo. *Significativo pelo teste t, a 5% de probabilidade. **Significativo pelo teste t, a 1% de probabilidade.

A FR teve correlação significativa e positiva com a TA ($p < 0,05$) e ITU ($p < 0,01$), e negativa ($p < 0,05$) com a UR, indicando que quando a TA e ITU estão aumentados, a FR dos animais tem seus valores elevados, e quando a UR está aumentada, a FR diminui. O ICB apresentou correlação positiva com a TA ($p < 0,01$) e ITU ($p < 0,01$), ou seja, quando a TA e ITU estão elevados, há aumento do ICB. Já o ITC Ibéria mostrou correlação negativa com a TA ($p < 0,05$) e ITU ($p < 0,01$) e positiva com a UR ($p < 0,05$), mostrando que ocorre elevação do ITC de Ibéria com a diminuição da TA e do ITU, e aumento da UR.

Discussão

Valores de ITU de 72 a 78 indicam estresse térmico ameno ou brando; de 79 a 88, estresse moderado; e de 89 a 98, estresse severo (Armstrong, 1994). Assim, os maiores valores de ITU ($81,83 \pm 0,03$) encontrados no turno da tarde indicam situação ambiental que favorecia o estresse moderado para os animais durante esse turno, onde a condição térmica estava acima daquela considerada de conforto, de até 71, como ocorreu no turno da manhã. Essa situação no turno da tarde pode ocasionar alterações nas variáveis fisiológicas e comportamentais dos animais, no sentido de manter a homeotermia, mobilizando energia para a termorregulação. Moraes Jr et al. (2010), em Belém, Pará, observaram valores semelhantes aos relatados nesse trabalho, durante o turno da tarde (12 h), variando entre 81 e 84.

Quando foram analisadas as variáveis fisiológicas dos animais, também houve diferenças entre os turnos. A TR apresentou maiores valores à tarde. Neste turno, os valores de temperatura do ar e ITU estavam mais elevados e os animais estavam sujeitos à exposição à radiação solar direta e indireta, o que pode ter causado condições ambientais desfavoráveis. Silva et al. (2011) encontraram resultados semelhantes, onde em todos os períodos do ano (mais chuvoso, de transição e menos chuvoso) e tratamentos (com sombra e sem sombra), a TR de búfalos Murrah, no turno da tarde, foi superior a da manhã. A elevação da TR em ambiente quente indica que os mecanismos de liberação de calor se tornaram insuficientes para manter a homeotermia

(Mota, 1997). Várias pesquisas comprovam os efeitos da temperatura ambiente sobre a TR dos búfalos, em função do estresse térmico (Moraes Jr et al., 2010; Silva et al., 2011, 2015; Barros et al., 2015; Taveira et al., 2017).

Da mesma forma que a TR, a TSC também apresentou maiores valores no turno da tarde. Esses resultados estão de acordo com os de Gudev et al. (2007), que em pesquisa sobre os efeitos do estresse térmico sobre os parâmetros fisiológicos de búfalos Murrah, encontraram maiores valores de TR às 15 h (39°C) quando comparado com às 8 h ($38,3^\circ\text{C}$), onde o ITU foi mais elevado. A TSC também elevada nesse horário pode ser devido ao aumento do fluxo sanguíneo do núcleo central para a periferia corporal, na tentativa de eliminar calor, o que contribui para a elevação da temperatura da superfície corporal (Oliveira et al., 2013). Taveira et al. (2016), avaliando os parâmetros fisiológicos de búfalos Murrah em Goiás, observaram maiores valores de TR, TSC e FR às 14 h, com $39,05 \pm 0,22$, $33,20 \pm 0,47$ e $27,42 \pm 4,86$, respectivamente.

O aumento da FR no turno da tarde indica que os animais acionaram o sistema termorregulatório na tentativa de eliminar calor. Segundo Barros et al. (2015), em búfalos a perda de calor pelo ar expirado é mais importante do que pela transpiração, pois estes animais possuem baixa eficiência na perda de calor pelas vias cutâneas.

O ICB também teve o maior valor no turno da tarde. Resultados semelhantes foram encontrados por Moraes Jr et al. (2010), que encontraram o ICB de bezerras bubalinos, aferido às 6h, mais próximo ao valor de 2,0, considerado ideal. Esses resultados podem ser explicados, possivelmente, pela baixa temperatura e elevada umidade relativa do ar, que ocorrem durante a madrugada e minimizam a necessidade de termólise pelos animais. Na presente pesquisa, pela manhã os valores médios de ICB de $1,97 \pm 0,02$ estão mais próximos de 2,0, o que sugere que durante esse turno os animais respondem melhor ao ambiente térmico, diferente do turno da tarde, onde os valores passaram de 2,0, podendo indicar menor grau de adaptabilidade.

Já o ITC de Ibéria teve o maior valor médio pela manhã ($90,44 \pm 0,50$). Na interpretação deste teste, quanto mais próximo de 100, mais adaptado está o animal às condições em que o teste foi realizado

(Silva et al., 2013), portanto, o turno da manhã foi o que proporcionou melhores condições ambientais para os animais experimentais.

O ITC Baccari baseia-se na capacidade de dissipação de calor após a exposição dos animais à radiação solar direta. Considerando, de uma escala de zero a dez, que quanto mais próximo de dez for esse índice, mais tolerante é o animal, podemos afirmar que durante o período experimental os valores médios de 9,7 mostraram que os animais apresentam boa capacidade termolítica.

Levando-se em consideração que o ITC Baccari foi aplicado baseado na TR dos animais antes e após exposição solar, sendo atribuído um único valor que refletiu a capacidade de termólise dos búfalos, podemos afirmar que, embora os resultados dos outros índices de adaptabilidade (ICB e ITC Ibéria) tenham indicado que os animais apresentam estresse térmico no turno da tarde, eles conseguem perder o calor acumulado quando têm acesso à sombra, o que indica que o uso de sombreamento é essencial na criação de bubalinos.

Os resultados indicam que existe correlações entre as variáveis fisiológicas e climáticas, ou seja, quando os valores de TA e ITU estão mais elevados, ocorre aumento da TR, TSC e FR, ocorrendo o inverso com a UR. A relação entre essas variáveis é clara, uma vez que o aumento da TA pode causar modificações nos processos fisiológicos dos animais, no sentido de dissipar calor (Furtado et al., 2012). Segundo Barros et al. (2015), os búfalos usam a respiração como uma importante forma para dissipação de calor corporal, e sua taxa respiratória se eleva à medida que a temperatura ambiente aumenta.

O ICB apresentou correlação positiva com a TA e ITU. Esses resultados indicam tendência de elevação dos valores do ICB conforme essas variáveis climáticas têm seus valores aumentados. Elevações na TA causam aumento na temperatura retal, a qual é parte da equação para o cálculo do ICA (Taveira et al., 2017). Por outro lado, com a UR, o ICB apresentou correlação altamente significativa e negativa, demonstrando que o ICB diminui à medida que se eleva a UR, resultados estes que também confirmam os obtidos por Garcia et al. (2011), em Belém, PA, que encontraram correlação de Pearson significativa e positiva com a TA (0,49) e negativa com a UR (- 0,34).

Na presente pesquisa, o ITC Ibéria apresentou valores elevados quando a TA e ITU eram menores. No Ceará, Rocha et al. (2012) encontraram, em suas pesquisas com vacas leiteiras, que o ITC Ibéria é o único que apresenta correlação elevada e negativa com a TR ($r = 0,99$; $p < 0,05$), indicando que esse é um bom índice para avaliar o conforto térmico de bovinos. Os resultados das correlações desta pesquisa indicam que os melhores índices para avaliar a adaptabilidade de búfalos foram o ICB e o ITC de Ibéria, uma vez que o ITC Baccari não se correlacionou com nenhuma das variáveis climáticas avaliadas.

Conclusão

Conclui-se que o ambiente amazônico é propício a causar estresse térmico em búfalos no turno da tarde, quando há elevação da TA e ITU, sendo necessário o uso de sombreamento para facilitar a capacidade de dissipação de calor corporal desses animais.

O índice de Conforto de Benezra e o Índice de Tolerância ao Calor de Ibéria são mais confiáveis para medir a adaptabilidade térmica de búfalos.

Referências

- Armstrong DV. Heat stress interaction with shade and cooling. *J Dairy Sci.* 1994;77(7):2044-50.
- Barros DV, Silva LK, Lourenço Jr JB, Silva AO, Silva AG, Franco IM et al. Evaluation of thermal comfort, physiological, hematological, and seminal features of buffalo bulls in an artificial insemination station in a tropical environment. *Trop Anim Health Prod.* 2015;47(5):805-13.
- Climate-data.org. Clima: Nova Timboteua. 2016 [acesso 27 jun 2017]. Disponível em: <https://tinyurl.com/y7rhkmax>.
- Damasceno FA, Viana JM, Tinôco IFF, Gomes RCC, Schiassi L. Adaptação de bubalinos ao ambiente tropical. *Rev Eletr Nutritime.* 2010;7(5):1370-81.
- Furtado DA, Peixoto AP, Regis JEF, Nascimento JWB, Araujo TGP, Lisboa ACC. Termorregulação e desempenho de tourinhos Sindi e Guzerá no agreste paraibano. *Rev Bras Eng Agric Ambient.* 2012;16(9):1022-8.

- Garcia AR, Matos LB, Lourenço Jr JB, Nahúm BS, Araújo CV, Santos AX. Variáveis fisiológicas de búfalas leiteiras criadas sob sombreamento em sistemas silvipastoris. *Pesq Agropec Bras*. 2011;46(10):1409-14.
- Gudev D, Popova-Ralcheva S, Moneva P, Aleksiev Y, Peeva T, Ilieva Y, et al. Effect of heat-stress on some physiological and biochemical parameters in buffaloes. *Ital J Anim Sci*. 2007;6(Suppl 2):1325-8.
- IBGE. Produção da Pecuária Municipal - 2011 [acesso 27 jun 2017]. Disponível em: <https://tinyurl.com/y89sur9o>.
- Marai IFM, Habeeb AAM. Buffaloes' reproductive and productive traits as affected by heat stress. *Trop Subtrop Agroecosys*. 2010;12:193-217.
- Moraes Jr RJ, Garcia AR, Santos NFA, Nahúm BS, Lourenço Jr JB, Araújo CV, et al. Conforto ambiental de bezerras bubalinos (*Bubalus bubalis* Linnaeus, 1758) em sistemas silvipastoris na Amazônia Oriental. *Acta Amaz*. 2010;40(4):629-40.
- Mota LS. Adaptação e interação genótipo - ambiente em vacas leiteiras [tese] Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo; 1997. 67 p.
- Oliveira LA, Campel JEG, Azevedo DMMR, Costa APR, Turco SHN, Moura JWS. Estudos de respostas fisiológicas de eqüinos sem raça definida e da raça Quarto de Milha às condições climáticas de Teresina, Piauí. *Ci Anim Bras*. 2008;9(4):827-38.
- Oliveira KN, Andréa MV, Marcondes CR, Strada ESO, Sousa SLG, Macedo JR CM, et al. Utilização de chuveiros na sala pré-ordenha e sua influência na produtividade de búfalas da raça murreh (*Bubalus bubalis*). *Rev Bras Med Vet*. 2013;35(1):15-20.
- Pires MFA, Ferreira AM, Saturnino HM, Teodoro RL. Taxa de gestação em fêmeas da raça Holandesa confinadas em free stall, no verão e inverno. *Arq Bras Med Vet Zootec*. 2002;54(1):57-63.
- Rocha DR, Sales MGF, Moura AAAN, Araújo AA. Índices de tolerância ao calor de vacas leiteiras no período chuvoso e seco no Ceará. *Rev Acad Cienc Agrar Ambient*. 2012;10(4):335-43.
- Silva JAR, Araújo AA, Lourenço Jr JB, Santos NFA, Garcia AR, Nahúm BS. Conforto térmico de búfalas em sistema silvipastoril na Amazônia Oriental. *Pesq Agropec Bras*. 2011;46(10):1364-71.
- Silva JAR, Araújo AA, Lourenço Jr JB, Santos NFA, Garcia AR, Oliveira RP. Thermal comfort indices of female Murrah buffaloes reared in the Eastern Amazon. *Int J Biometeorol*. 2015;59(9):1261-7.
- Silva TPD, Sousa Jr SC, Santos KR, Marques CAT, Torreão JNC. Características termorreguladoras e ganho de peso de cordeiros Santa Inês no sul do estado do Piauí no período de transição seca/águas. *Agrarian*. 2013;6(20):198-204.
- Souza PT, Salles MGF, Costa ANL, Carneiro HAV, Souza LP, Rondina D, et al. Physiological and production response of dairy goats bred in a tropical climate. *Int J Biometeorol*. 2014;58(7):1559-67.
- Taveira RZ, Silveira Neto OJ, Amaral AG, Martins TR, Carvalho FE, Oliveira BC et al. Avaliação de parâmetros fisiológicos em búfalas da raça Murrah. *Pubvet*. 2016;10(6):500-2.
- Taveira RZ, Amaral AG, Silveira Neto OJ, Carvalho FE, Martins TR, Campos JCD. Avaliação da tolerância ao calor em búfalas leiteiras da raça Murrah. *Espacios*. 2017;38(18):15-22.

Recebido em: 07/09/2017

Received in: 09/07/2017

Aprovado em: 12/12/2017

Approved in: 12/12/2017