



DETERMINAÇÃO E VALIDAÇÃO DE ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO PARA BÚFALAS MURRAH, CRIADAS EM CLIMA TROPICAL QUENTE E ÚMIDO DA AMAZÔNIA ORIENTAL.

Jamile Andréa Rodrigues da Silva¹, Raimundo Parente de Oliveira², Airton Alencar de Araújo³, José de Brito Lourenço Júnior⁴, Núbia de Fátima Alves dos Santos⁵, Alexandre Rossetto Garcia⁶.

¹ Med. Veterinária, Prof. Adjunto, ISPA/UFRA, Belém, PA. Fone: 8880 9917, e-mail: jamileandrea@yahoo.com.br.

² Eng. Agrônomo, MSc. Estatística, Belém-PA.

³ Med. Veterinário, Prof. Associado, Depto de Zootecnia, UECE, Fortaleza, CE.

⁴ Eng. Agrônomo, Prof. Adjunto, CCNT/UEPA Belém, PA.

⁵ Eng. Agrônoma, Prof. Adjunto, Unidade Descentralizada de Paragominas/UFRA, Paragominas, PA

⁶ Med. Veterinário, Pesquisador A, Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos/SP

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 06 de Setembro de 2013 – Centro de Convenções e Eventos Benedito Silva Nunes, Universidade Federal do Para, Belém, PA.

RESUMO: Para desenvolver índices de conforto térmico para bubalinos, foram utilizadas 20 búfalas Murrah, criadas na Amazônia Oriental, durante um ano. Foram mensuradas temperatura do ar (TA), umidade relativa do ar (UR), temperatura de ponto de orvalho (TPO) e temperatura de globo negro (TGN), além das variáveis fisiológicas temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e temperatura da pele (TP). Foram feitas análises de regressão multivariadas, utilizando-se o modelo de correlações canônicas. Foram determinados três pares de índices (Geral, Efetivo e Prático), contendo o Indicativo das Condições Climáticas de Conforto de Búfalas (ICCCB) e o Indicativo do Conforto Ambiental para Búfalas (ICAB). Os pares das equações determinadas foram: Geral: $ICCCB_g = - 0,0470*UR + 0,6052*TA - 0,0534*TPO + 0,0946*TBU + 0,3225*TGN$ e $ICAB_g = - 0,0656*TR + 0,9173*TP + 0,1822*FR$; Efetivo: $ICCCB_e = - 0,0309*UR + 0,6493*TA + 0,3330*TGN$ e $ICAB_e = - 0,0660*TR + 0,9144*TP + 0,1865*FR$ e Prático: $ICCCB_p = 0,0571*UR + 1,0480*TA$ e $ICAB_p = 0,8854*TP + 0,1695*FR$. A interpretação dos resultados é dada em escalas que indicam conforto, perigo, estresse e emergência. Os índices foram validados e podem ser utilizados, em pares, para diagnóstico de estresse térmico em bubalinos na região amazônica.

Palavras-chaves: equações, estresse térmico, bubalinos

DETERMINATION AND VALIDATION OF THERMAL COMFORT INDICES FOR MURRAH BUFFALOES CREATED UNDER WARM AND HUMID TROPICAL CLIMATE OF THE EASTERN AMAZON.

ABSTRACT: To develop thermal comfort indices for buffaloes, 20 Murrah buffaloes were used, created for one year in the Eastern Amazon. Were measured air temperature (AT), relative humidity (RH), dew point temperature (DPT) and black globe temperature (BGT), too, were measured physiological variables, rectal temperature (RT), respiratory rate (RR) and skin temperature (ST). Were realized multivariate regression analyses, using the model of canonical correlations. Were determined three pairs of indexes (General, Effective and





Practical), containing Indicative of Climatic Conditions for Buffaloes Comfort (ICCBC) and Indicative of Environmental Comfort for Buffaloes (IECB). The pairs of equations were determined: General: ICCBCg = - 0.0470*RH + 0.6052*AT - 0.0534*DPT + 0.0946*BHT + 0.3225*BGT and IECBCg = - 0.0656*RT + 0.9173*ST + 0.1822*RR; Effective: ICCBC = - 0.0309*RH + 0.6493*AT + 0.3330*BGT and IECB = - 0.0660*RT + 0.9144*ST + 0.1865*RR and Practical: ICCBCp = 0.0571*RH + 1.0480*AT and IECBp = 0.8854*ST + 0.1695*RR. The results interpretation is given on scales that indicate comfort, danger, stress and emergency. The indices have been validated and can be used in pairs to diagnose thermal stress in buffaloes in the Amazon region.

Keywords: equations, thermal stress, buffaloes

INTRODUÇÃO

Segundo o IBGE, 63% dos búfalos domésticos são criados na Amazônia (IBGE, 2013), onde são registradas ocorrências climáticas que ocasionam perdas significativas a animais menos adaptados às condições locais. Os bubalinos possuem particularidades estruturais específicas, como forte concentração de melanina na pele e no pelo, baixa quantidade de glândulas sudoríparas, baixa densidade de pelos e pele escura, sendo sensíveis à radiação solar. Seu sistema termorregulador é eficiente, porém, quando submetidos à temperatura ambiente de 36°C ou mais, apresentam estresse calórico (Guimarães et al., 2001), comprometendo a produtividade individual. A resposta termorregulatória de bubalinos tem sido estudada por diversos pesquisadores de outras regiões do Brasil (Ablas et al., 2006; Barbosa et al., 2007; Guimarães et al., 2001). Na tentativa de identificar animais e sistemas de produção mais ajustados às condições climáticas na Amazônia, diversas pesquisas têm sido executadas, também, considerando as respostas produtivas e reprodutivas de bubalinos mantidos a pasto sob o clima próprio desta região (Dantas et al., 2006; Lourenço Junior et al., 2006a; Garcia, 2007). Entretanto, os índices de conforto térmico utilizados nessas pesquisas são índices clássicos descritos na literatura científica, os quais foram validados, originalmente, em condições distintas daquelas ocorrentes na região Amazônica. Assim, essa pesquisa visa determinar e validar novos índices de conforto térmico para búfalos mantidos nas condições ambientais da Amazônia Oriental.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida na Unidade de Pesquisa Animal Senador Álvaro Adolpho (01°26'03"S e 48°26'03"W e altitude de 8 m), da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA, de janeiro a dezembro de 2009. O clima do local é do tipo Afii segundo a classificação de Köppen, com precipitação pluvial média de 3.001,3 mm ao ano, bem distribuída ao longo dos meses, com período mais chuvoso de janeiro a junho e menos chuvoso, de julho a dezembro. A temperatura média anual é de 26°C, com umidade relativa do ar em torno de 86% e insolação anual de 2.400 horas (Bastos et al., 2002). Foram utilizadas 20 búfalas Murrah, entre quatro e cinco anos de idade, com peso médio de 479,6 kg, cíclicas, não gestantes, não lactantes e clinicamente saudáveis. Os animais permaneceram em pastejo rotacionado intensivo. A alimentação oferecida constituiu-se, exclusivamente, de pasto com a gramínea *Urochloa humidicola*, com acesso à água para beber e sal mineral à vontade.





Os dados meteorológicos foram registrados com auxílio de um medidor de estresse térmico modelo TGD-300 (Instruterm, São Paulo, Brasil), instalado no microclima de cada piquete. Foram registrados dados de temperatura (TA) e umidade relativa do ar (UR), temperatura de ponto de orvalho (TPO), temperatura do bulbo úmido (TBU) e temperatura de globo negro (TGN). As leituras das variáveis ambientais foram realizadas na ocasião das coletas das variáveis fisiológicas, em que os dados eram registrados em "data logger" a cada minuto. As variáveis fisiológicas estudadas foram: temperatura retal (TR), medida através de um termômetro clínico veterinário, temperatura da pele (TP), medida com auxílio de termômetro de infravermelho, modelo TD-965 (Instrutemp, São Paulo, Brasil) e frequência respiratória (FR), obtida por inspeção e contagem dos movimentos toraxico-abdominais, durante 1 min. Essas variáveis foram aferidas duas vezes na semana (quartas e sextas-feiras), no período da manhã entre 6 e 7h, e à tarde entre 12 e 13h. A partir dessas observações clínicas e do comportamento dos animais, foi avaliado o estado clínico, o que permitiu classificá-los na escala: Conforto, Perigo, Estresse e Emergência.

No total, foram coletados 3.640 dados. Os obtidos nas quartas-feiras (1.880 dados) foram utilizados para a determinação dos novos índices de conforto para bubalinos enquanto que os dados obtidos nas sextas-feiras (1.760 dados) foram usados para a validação das equações encontradas. Foram feitas análises de regressão multivariadas, utilizando-se o modelo de correlações canônicas do programa estatístico BioEstat, versão 5.0, para ajustar o efeito das variáveis climáticas, representadas pela equação (U), que é o Índice das Condições Climáticas de Conforto de Búfalas – ICCCB, sobre as variáveis fisiológicas, também representada por uma equação (V), que é o Índice de Conforto Ambiental para Búfalas – ICAB, tendo o maior coeficiente de correlação canônica (Rc) entre U e V. Foi usado o teste de Qui-quadrado para verificar a efetividade do modelo. A definição do estado de conforto do animal foi determinada por intervalos definidos em função da média (M) e desvio padrão (DP) dos índices calculados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, foram desenvolvidos dois índices gerais, envolvendo todas as variáveis climáticas (UR, TA, TPO, TBU e TGN), gerando o Índice das Condições Climáticas de Conforto de Búfalas (ICCCBg) e todas as variáveis fisiológicas dos animais (TR, TP e FR), gerando o Índice de Conforto Ambiental para Búfalas (ICABg). O coeficiente de correlação canônica foi $R_c=0,9200$, com qui-quadrado de 411, 68 (gl=15, $p<0,0001$), indicando alta correlação entre os índices e que a relação é altamente significativa. A média foi de 23,78 e o desvio padrão de 4,48. A fórmula do ICCCBg é: $ICCCBg = - 0,0470*UR + 0,6052*TA - 0,0534*TPO + 0,0946*TBU + 0,3225*TGN$. Os intervalos das respostas do ICCCBg são: até 23,78 indicação de conforto, de 23,79 a 28,26 indica condição de perigo, de 28,27 a 32,75 indica condição de estresse térmico e acima de 32,75 indica condições de emergência.

A equação para a determinação do ICABg é $ICABg = - 0,0656*TR + 0,9173*TP + 0,1822*FR$. Para esse índice, a média foi de 32,44 e desvio padrão de 3,25. Os intervalos das respostas do ICABg são: até 32,44 indica conforto dos animais, de 32,45 a 35,68 os animais encontram-se em condição de perigo, 35,69 a 38,93 indica condição de estresse térmico dos animais e acima de 38,93 indica condições de emergência.





Efetivamente, dentre as variáveis climáticas, as variáveis mais importantes foram a UR e TA, que podem ser mensuradas apenas com um simples termohigrômetro portátil, e a TGN, que indica os efeitos da combinação entre temperatura de bulbo seco, de umidade relativa do ar, de radiação solar e de movimentação do ar (Kelly & Bond, 1971; Marcheto et al., 2002), além de fornecer uma medida indireta do calor radiante do ambiente. Assim, foram calculados índices denominados de efetivos, envolvendo essas variáveis. A equação para o ICCCB_e é: $ICCCB_e = - 0,0309*UR + 0,6493*TA + 0,3330*TGN$. O coeficiente de correlação canônica foi $R_c=0,9198$, com qui-quadrado de 399,58 (gl=9, $p<0,0001$), resultado semelhante aos obtidos nas equações gerais. A média foi de 25,664 e desvio padrão de 4,447. Para avaliação dos resultados calculados por esta equação, os intervalos das respostas do ICCCB_e são: até 25,66 indicação de conforto, de 25,67 a 30,11 indica condição de perigo, de 30,12 a 34,56 indica condição de estresse térmico e acima de 34,56 indica condições de emergência.

A equação do ICAB_e achada foi $ICAB_e = - 0,0660*TR + 0,9144*TP + 0,1865*FR$. A média foi de 32,462 e desvio padrão de 3,251. A interpretação dos resultados obtidos através do uso dessa fórmula é: até 32,46 indica conforto dos animais, de 32,47 a 35,71 os animais encontram-se em condição de perigo, 35,72 a 38,97 indica condição de estresse térmico dos animais e acima de 38,97 indica condições de emergência.

Por fim, para diagnosticar casos de estresse térmico em rebanhos bubalinos, seria importante a facilidade de medições de variáveis indicativas deste estado animal. Também, nem sempre se tem dados de estações meteorológicas disponíveis próximas às regiões das propriedades. Assim, foram determinados índices mais práticos, utilizando-se as variáveis climáticas UR e TA, que podem ser medidas apenas por um termohigrômetro de baixo custo, bem como as variáveis fisiológicas TP e FR, que podem ser avaliadas à distância de cerca de um metro do animal, sem a necessidade de manipulá-lo, mas que indicam se o sistema termorregulatório do búfalo foi ativado em função da temperatura ambiente elevada. Dessa forma, foram determinados as equações dos índices ICCCB_p e ICAB_p. O coeficiente de correlação canônica foi $R_c = 0,9158$, com qui-quadrado de 338,76 (gl = 4, $p<0,0001$), resultados semelhantes aos obtidos nas equações gerais.

A Fórmula do ICCCB_p é: $ICCCB_p = 0,0571*UR + 1,0480*TA$, a média é de 34,653 e o desvio padrão de 3,370. A interpretação dos resultados obtidos através do uso dessa fórmula é: até 34,65 indica conforto dos animais, de 34,66 a 38,02 os animais encontram-se em condição de perigo, 38,03 a 41,39 indica condição de estresse térmico dos animais e acima de 41,39 indica condições de emergência.

A equação prática baseada nos dados fisiológicos é $ICAB_p = 0,8854*TP + 0,1695*FR$. A média é 33,55 e o desvio padrão de 3,12. A avaliação clínica dos animais, baseada no cálculo do ICAB_p pode ser dada através da seguinte interpretação: até 33,55 indica conforto dos animais, de 33,56 a 36,67 os animais encontram-se em condição de perigo, 36,68 a 39,79 indica condição de estresse térmico dos animais e acima de 39,79 indica condições de emergência.

Ao utilizar os dados do experimento, destinados à validação dos novos índices determinados, foi possível observar uma grande concordância entre os Índices de Condições Climáticas de Conforto de Búfalas - ICCCB's (Geral, Efetivo e Prático), com 98,3% entre Geral vs. Efetivo





XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013
Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia



e de 92,6% entre Geral vs. Prático. A concordância das relações entre as classificações dadas pelos Índices de Conforto Ambiental de Búfalas - ICAB's é de quase 100%, sendo de 99,7% e de 99,5% para as fórmulas Geral vs. Efetivo e Geral vs. Prático, respectivamente. Essa alta concordância permite usar, indistintamente, quaisquer um dos pares de índices (ICCCB e ICAB) para estudar o estado de conforto ambiental das búfalas em função das condições climáticas a que estão submetidas. As concordâncias entre as classificações dadas pelos pares dos índices ICCCB e ICAB, em cada caso, geral, efetivo e prático, ficaram em torno de 70 %, sendo maior para o par Geral (71,7 %) e menor para o par Prático (68,8).

CONCLUSÕES

Todos os índices calculados, quando utilizados em pares, são recomendados para a determinação da adaptabilidade fisiológica dos búfalos criados nas condições da Amazônia Oriental. Entretanto, a utilização dos índices práticos (ICABp e ICCBp) são indicadas como forma mais simples de diagnosticar estresse térmico nos búfalos.

AGRADECIMENTOS

À Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia, à Embrapa Amazônia Oriental, à Universidade Federal Rural da Amazônia e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

ABLAS, D.S.; TITTO, E.A.L.; PEREIRA, A.M.F.; TITTO, C.G.; RAINERI, C.; GATTO, E.G.; LEME, T.M.C. Comportamento de bubalinos a pasto frente à disponibilidade de sombra e água para imersão. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA - MUDANÇAS CLIMÁTICAS: IMPACTO SOBRE HOMEM, PLANTAS E ANIMAIS, 2006, Ribeirão Preto/SP. **Anais...** São Paulo, 2006.

DANTAS, J.A.S.; LOURENÇO JÚNIOR, J.B.; CASTRO, A.C.; ALVES, O.S.; SANTOS, N.F.A.; MONTEIRO, E.M.M. Influência de Variáveis Climáticas sobre a Concepção de Búfalas Murrah, Criadas sob Pastejo Rotacionado Intensivo em Belém, Pará. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA - MUDANÇAS CLIMÁTICAS: IMPACTO SOBRE HOMEM, PLANTAS E ANIMAIS, 2006, Ribeirão Preto/SP. **Anais...** São Paulo, 2006.

BARBOSA, O.R.; ZEOULA, L.M.; SIRENA, R.M.; OLIVEIRA, R.A.; BERTICELLI, T.; ORNELLAS, S.A. Comparação nas respostas termoregulatórias de búfalos e bovinos em confinamento. 1. Temperatura da Superfície do Corpo e Taxa de Sudação. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA/PASTAGENS, 44., 2007, Jaboticabal - SP. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, 2007. CD.

BASTOS, T.X.; PACHECO, N.A.; NECHET, D.; SÁ, T.D. de A. **Aspectos climáticos de Belém nos últimos cem anos**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 31p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 128).





XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013
Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia



GARCIA, A.R. Influência de fatores ambientais sobre as características reprodutivas de búfalos do rio (*Bubalus bubalis*). **Revista de Ciências Agrárias**, v. 45, p. 1-15, 2007.

GUIMARÃES, C.C.C.; FALCO, J.E.; TITTO, E.A.L.; FRANZOLIN NETO, R.; MUNIZ, J.A. Termorregulação em bubalinos submetidos a duas temperaturas de ar e duas proporções de volumoso: concentrado. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 25, n. 2, p. 437-443, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=pa&tema=pecuaria2008> . Acesso em: 06 de junho de 2013.

LOURENÇO JÚNIOR, J. B.; CASTRO, A.C.; DANTAS, J.A.S.; SANTOS, N.F.A.; ALVES, O.S.; MONTEIRO, E.M.M. Efeitos das Variáveis Climáticas sobre a Fisiologia de Bubalinos Criados em Sistema Silvipastoril, em Belém, Pará. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA - MUDANÇAS CLIMÁTICAS: IMPACTO SOBRE HOMEM, PLANTAS E ANIMAIS, 2006, Ribeirão Preto/SP. **Anais...** São Paulo, 2006.

