

LÍGIA ALEXANDRINA BARROS DA COSTA

**ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO E ADAPTABILIDADE DE
FÊMEAS BUBALINAS EM PASTEJO NO AGRESTE DE
PERNAMBUCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Marcílio de Azevedo

Co-orientadoras: Prof^ª. Dra. Elisa Cristina Modesto

Prof^ª Dra. Lúcia Helena de
Albuquerque Brasil

RECIFE

2007

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**Índices de Conforto Térmico e Adaptabilidade de Fêmeas Bubalinas em Pastejo no
Agreste de Pernambuco**

LÍGIA ALEXANDRINA BARROS DA COSTA

Dissertação defendida e aprovada pela banca examinadora em 28/02/2007

Banca Examinadora:

Orientador:

Prof. Marcílio de Azevedo, D. Sc. (UFRPE)

Examinadores:

Prof^a Elisa Cristina Modesto, D. Sc (UFRPE)

Prof^a Antônia Sherlânea Chaves Veras, D. Sc. (UFRPE)

Prof. Dermeval Araújo Furtado, D.Sc (UFCG)

UFRPE – RECIFE
FEVEREIRO – 2007

BIOGRAFIA DA AUTORA

Lígia Alexandrina Barros da Costa, filha de José Leandro da Costa e Dulcinéia Barros da Costa, nasceu em 14 de agosto de 1971, em Caruaru, PE. Em outubro de 1999 graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife/PE. Em março de 2005 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal Rural de Pernambuco, sob a orientação do Prof. Marcílio de Azevedo, realizando estudos na área de Produção Animal. Em fevereiro de 2007, submeteu-se à defesa de Dissertação para a obtenção do título de “Magister Scientiae”.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais José Leandro da Costa e Dulcinéia Barros da Costa (Neinha) que com amor, carinho e muita determinação foram responsáveis pelo meu sucesso.

Ao meu irmão José Adelmo (Mano) que me apoiou emocionalmente no momento mais difícil e foi o maior responsável pelo meu ingresso neste curso.

Aos meus irmãos Lourenço e José Barros, pelo apoio e estímulo constantes.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural de Pernambuco por me possibilitar a realização dos cursos de graduação e pós-graduação em uma instituição pública, gratuita e altamente qualificada.

A todos os professores, funcionários e colegas do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia da UFRPE, os quais ajudaram no meu crescimento pessoal e profissional.

Aos professores do curso de graduação em Zootecnia da UFRPE, que me ajudaram a estabelecer os objetivos profissionais.

À CAPES pela concessão da bolsa de auxílio financeiro, sem a qual esse objetivo não teria sido atingido.

Aos professores da comissão examinadora pelos seus questionamentos e suas valiosas contribuições.

À Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA) na pessoa do Dr. Iderval Farias pela contribuição no trabalho de análises laboratoriais.

O ESPECIAL AGRADECIMENTO:

Ao Prof^o Marcílio de Azevedo pela orientação, carinho, estímulo e pelo exercício do desenvolvimento pessoal.

Às minhas cunhadas Selma e Wedna pelo carinho, amizade e alegria transmitidos.

Aos meus sobrinhos Bárbara, José Adelmo, José Leandro, Lourenço, Lucas e Poliana pelo carinho e amor.

Ao professor José Carlos Dubeux, pela colaboração e sugestões na revisão de inglês “abstract”.

Aos professores Ângela Quintão Lana (UFMG) e Ednio Detnam (UFV) pela colaboração nas análises estatísticas.

A Leandro Fontes de Azevedo pela colaboração na confecção dos gráficos de regressão.

À professora Elisa Cristina Modesto pela amizade e companheirismo.

À professora Antônia Sherlânea Chaves Vêras pela amizade e momentos de descontração.

À Adriana Bezerra dos Santos pela valiosa colaboração na coleta dos dados de campo.

Aos colegas Daniele Silva e Kedes pelo apoio nas questões de informática.

LISTAS DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1. Variação de ITU e ITGU durante o período experimental.....	25
Figura 2. Temperatura retal (°C) de novilhas em função do índice de temperatura e umidade (ITU).....	28
Figura 3. Temperatura retal (°C) de novilhas em função do índice de temperatura de globo e umidade (ITGU).....	29
Figura 4. Frequência respiratória (mov./min.) de novilhas função do índice de temperatura e umidade (ITU).....	30
Figura 5. Frequência respiratória (mov./min.) de novilhas em função do índice de temperatura de globo e umidade (ITU).....	31
Figura 6. Frequência respiratória (mov./min.) de búfalas em gestação em função do índice de temperatura e umidade (ITU).....	32
Figura 7. Frequência respiratória (mov./min.) de búfalas em gestação em função do índice de temperatura de globo e umidade (ITGU).....	32

LISTAS DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1. Coeficientes de correlação (r) de Pearson entre as variáveis fisiológicas das novilhas e os índices de conforto térmico.....	26
Tabela 2. Coeficientes de correlação (r) de Pearson entre as variáveis fisiológicas das búfalas em gestação e os índices de conforto.....	26

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Valores médios dos elementos climáticos e índices de conforto térmico.....	43
Tabela 2. Médias para a temperatura retal (°C) em função da interação entre a categoria animal e período do dia.....	44
Tabela 3. Médias para frequência respiratória (mov./min.) de acordo com a categoria animal e período do dia.....	45
Tabela 4. Médias para temperatura de pele (°C) em função da interação entre a categoria animal e período do dia.....	46
Tabela 5. Médias para a sudorese de acordo com a categoria animal.....	47

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	09
BIBLIOGRAFIA.....	15
CAPÍTULO 1 - NÍVEIS CRÍTICOS DE ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO PARA BUBALINOS (<i>Bubalus bubalis</i>) CRIADOS A PASTO NO AGRESTE DE PERNAMBUCO.....	20
1. RESUMO.....	20
2. ABSTRACT.....	21
3. INTRODUÇÃO.....	22
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
6. CONCLUSÕES.....	34
7. BIBLIOGRAFIA.....	35
CAPÍTULO 2 - REAÇÕES FISIOLÓGICAS DE NOVILHAS BUBALINAS E BÚFALAS EM GESTAÇÃO ÀS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DO AGRESTE DE PERNAMBUCO, BRASIL.....	38
1. RESUMO.....	39
2. ABSTRACT.....	39
3. INTRODUÇÃO.....	40
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	41
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
6. CONCLUSÕES.....	48
7. BIBLIOGRAFIA.....	49

INTRODUÇÃO GERAL

O efetivo rebanho bubalino brasileiro é de aproximadamente 1,2 milhões de cabeças (FAOSTAT, 2005), com 14% dos animais se concentrando na região Nordeste (Tonhati & Faciola, 2004). A bubalinocultura vem apresentando um crescimento expressivo no estado de Pernambuco que conta atualmente, segundo dados do IBGE (2005), com um efetivo de 17.353 cabeças.

O búfalo (*Bubalus bubalis*) se destaca pela sua notável capacidade adaptativa aos mais diversos tipos de ambientes, haja vista sua ampla distribuição geográfica, habitando desde regiões de baixíssima temperatura como a Rússia, até locais quentes e úmidos como o norte do Brasil, onde, segundo o IBGE (2003), se concentra 50% do efetivo nacional. Apesar de serem capazes de manter uma boa condição corporal em ambientes adversos, onde os bovinos não se desenvolvem bem, como pastagens de baixo valor nutritivo e campos alagados (Turton, 1991), os búfalos também se mostram sensíveis ao calor e, em condições de temperaturas ambientes elevadas, apresentam alterações nos parâmetros fisiológicos e queda na produção e eficiência reprodutiva.

Apesar do crescimento contínuo do rebanho de bubalinos em todo o mundo, poucos estudos a respeito dos efeitos do estresse pelo calor sobre esses animais têm sido realizados, quando comparados aos bovinos.

Estes animais possuem baixa eficiência na perda de calor pelas vias cutâneas (Chikamune et al., 1986), sendo a via respiratória de grande relevância na dissipação térmica (Villares et al., 1979a). Dollah & Robertshaw (1991) concluíram que a taxa de sudação é um bom indicador de adaptabilidade de búfalos ao calor. Por outro lado, a temperatura retal tem sido considerada o melhor indicador de estresse calórico (Blackshaw & Blackshaw, 1994), mas estudo com vacas leiteiras mostrou que, nesse sentido, a frequência respiratória foi superior (Azevedo, 2004).

Assim, alterações na temperatura retal e na frequência respiratória têm sido os dois parâmetros mais utilizados como medida de conforto animal e adaptabilidade a ambientes

adversos, ou como medida da eficácia de modificações ambientais (Hemsworth et al., 1995).

Os animais homeotérmicos, como os bubalinos, são aqueles que conseguem manter constante sua temperatura corporal, dentro de estreitos limites, apesar das grandes variações na temperatura ambiente. A temperatura corporal resulta do equilíbrio entre o ganho e a perda de calor do corpo (balanço de calor), isto é, do equilíbrio entre a quantidade de calor produzida no organismo, ou por ele absorvida, e a quantidade liberada para o ambiente.

Quando o animal tem um ganho líquido de calor do metabolismo ou do ambiente, surge a hipertermia e a temperatura corporal ultrapassa o limite superior normal. Para manter a homeotermia o animal adota respostas fisiológicas que poderão levar à queda na produção e na eficiência reprodutiva. Dessa forma, o desempenho animal em ambientes quentes está diretamente relacionado com sua eficiência em dissipar o calor corporal excedente, preservando o seu equilíbrio térmico.

Apesar da adaptabilidade às mais variadas condições ambientais, os búfalos possuem particularidades estruturais e funcionais específicas. A epiderme é mais grossa que a de bovinos e usualmente escura, em virtude da alta concentração de melanina (FAO, 1991). O número de pêlos/cm² da superfície corporal decresce com a idade, tornando o animal quase glabro na idade adulta. Os pêlos são relativamente longos e grossos e se implantam na pele, associados às glândulas sudoríparas e sebáceas, formando o aparelho pilo-sebáceo-músculo-sudoríparo (Villares et al., 1979b).

Sob reduzida densidade de pêlos, não se forma uma camada de ar isolante sobre a pele, como acontece nos bovinos, favorecendo, portanto, a dissipação do calor corporal. Por outro lado, se a pele escura protege os animais da radiação ultravioleta do sol, a ausência de uma camada de pêlos reflectiva sobre a pele torna o animal susceptível às radiações infravermelhas que são absorvidas devido à cor escura da pele. Dessa forma, o búfalo é muito sensível quando exposto à radiação solar direta (Harvey, 1963; Tripathi, 1972; Pant & Roy, 1982), mas em condições de sombra, ele atua como um típico “corpo negro” radiador de calor, pois recupera seu equilíbrio térmico rapidamente (Mason, 1974).

As glândulas sebáceas dos bubalinos são volumosas e possuem maior atividade secretória que as de bovinos. No calor, o sebo por elas produzido se fluidifica tornando a pele mais oleosa e favorecendo a reflexão da radiação solar (Shafie, 2005). As glândulas

sudoríparas são do tipo apócrina, com uma densidade por unidade de área da superfície corporal 10 vezes menor que nos bovinos (Mason, 1974).

No Brasil, Villares (2003) encontrou 114, 124 e 149 glândulas/cm² da superfície da pele de búfalos Jafarabadi, Murrah e Mediterrâneo, respectivamente. Devido à escassez de glândulas sudoríparas, a perda de calor pelas vias cutâneas, que é a maior via de dissipação térmica para a maioria dos animais nos trópicos (Chutikul, 1975), é menor em bubalinos que nos bovinos (Loypetjra et al., 1987), entretanto, os búfalos apresentam altas taxas de sudação sob condições de temperaturas elevadas (Pant & Roy, 1982).

Guimarães et al. (2001) obtiveram taxa média de sudação igual a 115,5 g/m²/h de suor em câmara climática com temperatura variando de 30,9 a 36,0°C, corroborando os resultados obtidos por Titto et al. (1997), que verificaram aumento na taxa de sudação de búfalos de 107,3 para 252,2 g/m²/h de suor, quando a temperatura ambiente variou de 28,2 a 34,7 °C.

Estudos realizados por Dollah & Robertshaw (1991), comparando búfalos escuros e albinóides, indicaram que a taxa de sudação desempenha um papel mais importante que a cor da pele na regulação da temperatura corporal. Esses autores concluíram que esta característica é um bom critério para seleção de búfalos de pântano visando à adaptabilidade.

A hipertermia se deve, principalmente, à elevada temperatura ambiente e à intensa radiação solar direta (Baccari Jr., 2001). Assim sendo, para que possam expressar seu potencial genético para produção, os animais devem contar com condições climáticas situadas na zona de termoneutralidade.

A zona de termoneutralidade (ZTN) é a faixa de temperatura ambiente na qual a taxa metabólica é mínima e a regulação de temperatura é atingida apenas por processos físicos não evaporativos (Bligh & Johnson, 1973). Dentro da ZTN o custo fisiológico é mínimo, a retenção da energia da dieta é máxima, a temperatura corporal e o apetite são normais e a produção é otimizada (Baccari Jr., 2001). Dessa forma o gasto de energia para manutenção do animal ocorre em um nível mínimo, não ocorrendo desvio de energia para manter o equilíbrio fisiológico. Na ZTN a frequência respiratória é normal e não ocorre sudorese.

A ZTN é limitada pelas temperaturas crítica superior (TCS) e crítica inferior (TCI). Dentro da ZTN os principais processos de perda de calor são os não-evaporativos (radiação,

condução e convecção). Entretanto, quando a temperatura ambiente ultrapassa a TCS, o animal entra em estresse pelo calor e responde com uma série de mecanismos homeostáticos a fim de manter a homeotermia. Nessa situação, os mecanismos evaporativos de termólise assumem maior importância e o animal responde com aumentos na frequência respiratória e taxa de sudação, a fim de eliminar o calor excedente com o conseqüente aumento no consumo de água.

Segundo Villares (1979b) as vias respiratórias nos bubalinos são de maior relevância na dissipação de calor que as vias cutâneas. Na tentativa de reduzir a produção de calor endógeno, ocorre queda no consumo de alimentos (Yousef, 1987) e na concentração de hormônios tireoideanos no plasma (Yousef & Johnson, 1985). Em bubalinos o consumo de alimentos reduz notavelmente a partir de 34,4 °C (Guzman Jr., 1980).

Goswani & Narain (1962) observaram que a temperatura corporal de bubalinos reage mais fortemente quando os animais são submetidos à temperatura ambiental acima de 23,6 °C, sugerindo ser essa a TCS. Por outro lado Guimarães et al. (2001) não observaram hipertermia em novilhos bubalinos confinados em galpão cuja temperatura variou de 26,2 a 32,9 °C. Misra et al. (1963) reportaram que 36,1 °C é a temperatura crítica para êxito no ajustamento da homeotermia.

Em virtude das características da pele, como baixo número de glândulas sudoríparas e reduzida quantidade de pêlos, o búfalo procura a imersão na água ou charfudação na lama para manter a homeotermia (Loypetjra et al., 1987) e se livra do estresse pelo calor. Apesar disso, a imersão em água não é essencial para a sobrevivência dos animais dessa espécie, como mostraram pesquisas realizadas na Malásia e Flórida (NRC, 1981) e na Austrália (Tulloch & Litchfield, 1981). Esses estudos mostraram que búfalos podem crescer normalmente sem a presença de água para se banharem, desde que sombra adequada esteja disponível.

Em condições naturais, os bubalinos procuram a água para imersão sempre que a temperatura do ar é superior a 29,0 °C (FAO, 1991). No verão catarinense a atividade predominante dos búfalos na parte da manhã entre 8 e 11 horas foi o banho e à tarde o pastoreio (Machado Filho et al., 1989). Na Índia, com livre acesso a lagoas durante todo dia, os animais procuraram a água entre 9 e 10 horas e permaneceram imersos durante 5,5 a 6 horas, com interrupção às 12 horas para pastejo (Mason, 1974).

Na zona seca do Sri Lanka os búfalos imergiram na água sete vezes por dia por um período de 12,9 minutos por cada vez. A temperatura retal reduziu em 1,8 °C e os animais perderam 1,18 Kcal/kg de peso corporal em cada imersão, dissipando 40% da sua produção de calor basal diariamente desta maneira (Ranawana et al., 1985). Os autores concluíram que a imersão é a principal rota de perda de calor em búfalos sob pastejo ao sol naquela região.

É interessante notar que se a água para refrescamento por imersão é disponibilizada, os búfalos podem economizar uma energia extra que seria utilizada para dissipar o excesso de calor corporal em condições de temperatura ambiente elevada, caso ela não estivesse disponível (Chikamune, 1987).

Sombra é o mais importante fator, apenas a freqüente e massiva aplicação de água será mais útil do que a sombra sozinha (Mason, 1974); entretanto, pesquisas realizadas por Tulloch & Litchfield (1981) demonstraram preferências dos búfalos pela imersão em vez da sombra. Chikamune (1983) concluíram que a sombra foi menos eficiente do que aspersão de água e a imersão foi mais efetiva que aquelas duas técnicas de manejo ambiental.

Os quatro principais elementos que atuam sobre a sensação térmica são a temperatura do ar, radiação térmica, umidade e velocidade do ar; entretanto, índices de conforto térmico combinando um ou mais desses elementos têm sido ultimamente mais utilizados para avaliar o impacto ambiental sobre os animais, pois podem descrever mais precisamente os efeitos do ambiente sobre a habilidade do animal em dissipar calor (West, 1999).

Kelly & Bond (1971) propuseram o índice de temperatura e umidade (ITU) expresso por $ITU = T_{bs} - 0,55 (1-UR) (T_{bs} - 58)$, em que T_{bs} é a temperatura do ar (°F) e UR a umidade relativa do ar em decimais. Armstrong (1994) estabeleceu que o valor de ITU igual a 72 constitui o limite acima do qual vacas com alto nível de produção de leite são afetadas adversamente.

Baseando-se na temperatura retal, Azevedo (2004) estimou valores críticos de ITU iguais a 80; 77 e 75 para vacas $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ e $\frac{7}{8}$ Holandês x Gir.

Um índice de conforto para vacas leiteiras expostas à radiação solar foi proposto por Buffington et al. (1981) substituindo-se, em uma das fórmulas do ITU, o valor de

temperatura do bulbo seco pela temperatura do globo negro. Esse índice conhecido como Índice de Temperatura de Globo e Umidade tem a seguinte expressão: $ITGU = Tg + 0,36 Tpo + 41,5$, em que ITGU é o índice de temperatura de globo e umidade, Tg é a temperatura de globo negro (°C) e Tpo é a temperatura de ponto de orvalho (°C). Os autores concluíram que, sob condições ambientais nas quais os animais são expostos à radiação solar, o ITGU é um indicador mais preciso de estresse pelo calor que o ITU.

Os objetivos deste trabalho foram verificar a adaptabilidade de fêmeas bubalinas (novilhas e búfalas no terço final da gestação) criadas a pasto nas condições de verão-outono do agreste de Pernambuco, avaliando qual o índice de conforto térmico é mais preciso como indicador de estresse pelo calor, e estimar níveis críticos desses índices para as duas categorias animais.

Os Capítulos 1 e 2 foram elaborados de acordo com as normas da Revista Brasileira de Zootecnia e Revista Archivos de Zootecnia, respectivamente.

BIBLIOGRAFIA

ARMSTRONG, D.V. Heat stress interation with shade and cooling. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.2044-2050. 1994.

AZEVEDO, M. **Efeitos do verão e inverno sobre os parâmetros fisiológicos de vacas mestiças Holandês-Zebu, em lactação, na região de Coronel Pacheco, MG.** 2004. 85p. Tese (Doutorado em Ciência Animal). Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

BACCARI JUNIOR, F. **Manejo ambiental das vacas leiteiras em climas quentes.** Londrina: Editora da Universidade Estadual de Londrina, 2001, 142p.

BLACKSHAW, J.K. & BLACKSHAW, A.W. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behavior: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**. v. 34, p.285-295, 1994.

BUFFINGTON, D.E.; COLLAZOARROCHO, A.; CANTON, G.H. et al.; Black Globe-Humidity Index (BGHI) as confort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**,v.24, p. 711-714, 1981.

BLIGH, J. & JOHNSON, K.G. Glossary of terms for thermal physiology. **Journal Applied Physiology**, v.35, p.941-961. 1973.

CHIKAMUNE, T. Energy-saving characteristics of buffaloes. **Buffalo Bulletin**, Bangkok, v.6, n.2, p.28-34, Jun. 1987.

CHIKAMUNE, T.; KANAI, Y & SHIMIZU, H. Comparison of the effects of seasonal-climatic changes on thermoregulatory responses and plasma concentrations of thyroid hormones in swamp buffaloes and cattle. **Japanese Journal Zootechny Science**. v.57, n.9, p.778-784, 1986.

CHIKAMUNE, T. & CHIMIZU, H. Comparison of physiological response to climatic conditions in swamp buffaloes and cattle. **Indian Journal of Animal Science**. v.53, n.6, p.595-604, June, 1983.

CHUTIKUL, K. Ruminant (Buffalo) nutrition. In: **The asiatic water buffalo**. Food and Fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific Region. Taiwan, p.23-35, 1975.

DOLLAH, M.A. & ROBERTSHAW. Relationship between skin colour and sweating rate in regulation of body temperature in swamp buffaloes subjected to heat and sudden cooling. In: WORLD BUFFALO CONGRESS, 3. 1991, Sofia, **Proceedings..** Sofia, International Buffalo Federation. 1991. v.1. 227p.

FAO (Roma, Itália). **O búfalo**. Brasília: Ministério da Agricultura/São Paulo: Associação Brasileira de Criadores de Búfalos, 1991. 320p. (FAO. Série Produção Animal e Saúde, 4).

FAOSTAT. 2005. **FAO Statistical Databases**. CD-ROM. Information Division. Viale delle Terme di Caralla, 00100 Rome, Italy, 2005.

GOSWAMI, S.B. & NARAIN, P. The effect of air temperature and relative humidity on some physiological indices of buffalo-bulls (*Bubalus Bubalis*). **Indian Journal of Veterinary Science**, v.32, n.2. 1962.

GUIMARÃES, C.M.C; FALCO, J.E.; TITTO, E.A.L. et al. Termorregulação em bubalinos submetidos a duas temperaturas do ar e duas proporções de volumoso:concentrado. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v.25, n.4, p.991-998, 2001.

GUZMAN Jr., M.R. An overview of recent developments in buffalo research and management in Asia. In: **Buffalo production for small farms**. Taiwan, Republic of China. Food and fertilizer technology center. p.1-21, 1980.

HARVEY, D. Some aspects of the importance of buffaloes as farmstock. **Nutrition Abstract and Reviews**, England, v.33, n.7, p.931-936, 1963.

HEMSWORTH, P.H.; BARNETT, J.L.; BEVERIDGE, L.; et al. The welfare of extensively managed dairy cattle: a review. **Applied Animal Behaviour Science**, v.42, p.161-182, 1995.

IBGE. **Pesquisa Pecuária Municipal (PPM)**. 2005. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp>> Acesso em 15 fev. 2007.

IBGE. **Produção da Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, v.31, p.1-31, 2003.

KELLY, C. F. & BOND, T.E. Bioclimatic factors and their measurements. In: NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, ed. A guide to environmental research on animals. Washington: **National Academy of Sciences**, p.71-92, 1971.

LOYPETJRA, P.; CHAIYABUTR, N.; USANAKORNKUL, S.; ICHAICHARNARONG, A. Water buffalo. In: Bioclimatology and the adaptation of livestock - **World Animal Science**. Disciplinary Approach B5. Ed. JOHNSON, H.D. Amsterdam, Elsevier, p.107-125, 1987.

MACHADO FILHO, L.C.P.; BONIN, J.A.; GABE, D.O. et al. Estudo preliminar do comportamento de pastoreio de bufalinhos (*Bubalus bubalis*). In: Reunião Anual da SBZ, 25, 1989, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, SBZ. 1989, p.236.

MASON, I.L. Environmental physiology. In: **The husbandry and health of the domestic buffalo**. Rome. W. Ross Cockrill. FAO. p.89-104, 1974.

MISRA, M.S.; SENGUPTA, B.P. & ROY, A. Physiological reactions of buffalo cows maintained in two different housing conditions during summer months. **Indian Journal of Dairy Science**, v.16. p.203-215, 1963.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. The water buffalo; new prospects for an underutilized animal. **National Academy Press**. Washington D.C. 1981. 113p.

PANT, H.C.; ROY, Y.A. El bufalo de agua y su futuro. In: **Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales**. Editorial Acribia, Zaragoza. p.567-600, 1982.

RANAWANA, S.S.E.; RAJARATNE, A.A.J.; TILAKARATNE, N. Dissipation of body heat by buffaloes during wallowing. **Buffalo Bulletin**, v.4, n.3, p.54. 1985.

SHAFIE, M.M **Environmental effects on water buffalo production.**
<<http://www.fao.org/ag/againfo/resources/documents/WAR/war/V1650B/v1650b0a.htm>.>
Acesso em 01 set. 2005.

TITTO, E.A.L.; RUSSO,H.G.; LIMA, C.G. Efeito do banho de água sobre o conforto térmico de bubalinos. In: CONGRESSO DE ZOOTECNIA, 6., 1997, Lisboa. **Actas...** Lisboa: APEZ, v.1, p.15-18, 1997.

TONHATI, H.; FACIOLA, A.P. Sistemas de produção de carne bubalina no Brasil: Tecnologias e informações para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2., 2004, Viçosa,. **Anais...** Viçosa, Figueiredo, F.C. et al., p.367-401, 2004.

TRIPATHI, V.N.; THOMAS, C.K.; SASTRY, N.S.R. et al. Effect of shelter and water sprinkling on buffaloes: growth rate. **Indian Journal of Animal Science.** v.42, n.9, p.745-749, 1972.

TULLOCH, D.G. & LITCHFIELD, R.T. **Wallows for Buffalo.** Aust. Wildl. Res., v.8, p.555-65, 1981.

TURTON, J.D. **Modern needs for diferent genetic types.** In: CATTLE GENETIC RESOURCE, WORLD ANIMAL SCIENCE B7, Elsevier. Amsterdam, p.21-35, 1991.

VILLARES, J.B. Potencial da bubalinocultura para produção de leite. In: **Contribuição ao estudo dos bubalinos:** Período de 1972 – 2001: Palestras. Ramos, A. A. Botucatu, p.389-423, 2003.

VILLARES, J.B.; RAMOS, A. de A. & ROCHA, G.P. As vias cutâneas e respiratórias na termólise de bubalinos sob extrema tensão térmica. In: RAMOS, A. de A.; VILLARES, J.B.; MOURA. J.C. de. **Bubalinos.** Campinas: Fundação Cargill, 1979a, p.118-132.

VILLARES, J.B.; MONTENEGRO, M.R. & RAMOS, A.A. As estruturas anexas à pele do búfalo Jafarabadi, Murrah e Mediterrâneo. **Bubalinos**. Campinas: Fundação Cargill, 1979b, p.9-29.

WEST, J.W. Nutritional strategies for managing the heat-stressed dairy cow. **Journal of Dairy Science**. v.82, p.21-35, supplement. 2, 1999.

YOUSEF, M.K. & JOHNSON, H.D. Endocrine system and thermal environment. In: **Stress physiology in livestock**. CRC Press, Inc. Boca Raton, Flórida. v.1 Basic principles. p.133-141. 1985.

YOUSEF, M.K. Principles of bioclimatology and adaptation. In: Bioclimatology and the adaptation of livestock - **World Animal Science**. Disciplinary Approach B5. Ed. JOHNSON, H.D. Amsterdam, Elsevier, p.17-31. 1987.

CAPÍTULO 1

NÍVEIS CRÍTICOS DE ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO PARA BUBALINOS (*Bubalus bubalis*) CRIADOS A PASTO NO AGRESTE DE PERNAMBUCO⁽¹⁾

Lígia Alexandrina Barros da Costa², Marcílio de Azevedo³, Ângela Maria Quintão Lana⁴, Marcelo de Andrade Ferreira^{3,5}, Elisa Cristina Modesto³, Lúcia Helena de Albuquerque Brasil³

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi determinar os melhores índices de conforto térmico para bubalinos estimando seus valores críticos, baseando-se nos parâmetros fisiológicos. O experimento foi conduzido de fevereiro a abril na região agreste de Pernambuco. Os parâmetros fisiológicos temperatura retal (Tr), frequência respiratória (Fr) e temperatura de pele (Tp) foram avaliados três vezes por semana nos períodos da manhã e da tarde e a taxa de sudção (Tsud) foi mensurada apenas à tarde, uma vez a cada semana. As medidas para análise de correlação entre as variáveis e regressão foram obtidas de dez animais: cinco novilhas e cinco búfalas em gestação. Os resultados obtidos evidenciaram, nas búfalas em gestação, que Fr foi o melhor indicador de estresse térmico que temperatura retal (Tr) e taxa de sudção (Tsud). O ITGU revelou ser o melhor índice que o ITU, baseando-se na Fr. Com base na Tr foram estimados valores críticos de índice de temperatura e umidade (ITU) e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) iguais a 79,5 e 89,1, respectivamente, para as novilhas. Baseando-se na Fr esses valores foram, respectivamente, 77 e 83. Para as búfalas, considerando a Fr, os valores críticos de ITU e ITGU foram 79 e 81, respectivamente.

Palavras-chave: búfalas, parâmetros fisiológicos, conforto térmico

¹Parte da dissertação de mestrado apresentada pelo 1º autor ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – PPGZ, DZ/UFRPE.

²Zootecnista, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – PPGZ, DZ/UFRPE. Recife – PE. ligiaabcosta@gmail.com.

³Professores da UFRPE – Dep. de Zootecnia. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n. Dois Irmãos. 52171-030. Recife, PE-Brasil.

⁴Professora da Escola de Veterinária da UFMG.

⁵Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq.

**CRITICAL LEVELS OF THERMAL COMFORT INDEX FOR BUFFALOES
(*Bubalus bubalis*) IN THE GRAZING SISTEM AT AGRESTE REGION OF
PERNAMBUCO STATE, BRAZIL**

ABSTRACT - The objectives of this work were to determine the best indexes of thermal comfort for buffaloes and to estimate the upper critical levels of these indexes, based on the physiologic parameters. The experiment was carried from february to april at agreste region of the Pernambuco state. Physiologic parameters as rectal temperature (Tr), breathing frequency (Fr) and skin temperature (Tp) were measured thrice to every week in the periods of the morning and afternoon. Sweating rate (Tsud) was measured in the afternoon, once to every week. Correlation and regression analysis were made using data obtained from ten buffaloes: five heifers and five pregnant buffaloes cows. The results showed that Fr was better than rectal temperature (Tr) and sweating rate (Tsud) as an indicator of heat stress for pregnant bufaloes cows. ITGU was better than ITU, based on Fr. Based on Tr the estimated upper critical levels of temperature-humidity index (ITU) and black globe temperature and humidity index (ITGU) were 79,5 and 89,1, respectively, for the heifers and based on breathing frequency those estimated critical levels were, respectively, 77 and 83. Based on Fr the estimated critical values of ITU and ITGU were 79 and 81, respectively, for the pregnant buffaloes cows.

Key Words: buffaloes, thermal comfort index, thermic confort

INTRODUÇÃO

O estresse pelo calor ocorre quando a temperatura ambiente ultrapassa a temperatura crítica superior da zona de termoneutralidade da espécie e representa um obstáculo na obtenção de melhores índices de produtividade dos animais domésticos criados nas regiões tropicais.

O estresse calórico é um estado fisiológico causado pela combinação das condições ambientais que elevam a temperatura ambiente acima da faixa termoneutra dos animais. Os quatro principais elementos que atuam sobre a sensação térmica são a temperatura do ar, a umidade relativa do ar, a radiação térmica e a velocidade do vento; entretanto índices de conforto térmico têm sido mais utilizados, ultimamente, para avaliar o impacto ambiental sobre os animais, pois podem descrever mais precisamente os efeitos do ambiente sobre a habilidade do animal em dissipar calor (West, 1999).

Vários índices de conforto térmico foram desenvolvidos para expressar o conforto do animal em um certo ambiente, e, em geral, eles consideram dois ou mais elementos climáticos.

Kelly & Bond (1971) propuseram o índice de temperatura e umidade (ITU) expresso por $ITU = T_{bs} - 0,55 (1-UR) (T_{bs} - 58)$, em que T_{bs} é a temperatura de bulbo seco (°F) e UR a umidade relativa em decimais.

De acordo com Hahn (1985), o valor de ITU igual a 70 ou menos indica condição normal, não estressante; entre 71 e 78 é crítico; entre 79 e 83 indica perigo e acima de 83 constitui uma situação de emergência. Valor de ITU igual a 72 constitui o limite acima do qual vacas com alto nível de produção de leite são afetadas adversamente (Armstrong, 1994).

Considerando que a radiação solar é um dos principais estressores climáticos que atua sobre os animais nos sistemas de criação a pasto nas regiões de clima quente, Buffington et al. (1981) propuseram uma modificação do ITU, que denominaram índice de temperatura de globo e umidade (ITGU). Este índice é calculado substituindo-se, em uma das fórmulas do ITU o termo referente à temperatura do termômetro de bulbo seco pela temperatura de globo negro. Dessa maneira, $ITGU = t_g + 0,36 t_{po} + 41,5$ em que T_g é a

temperatura de globo negro em °C e T_{po} é a temperatura de ponto de orvalho em °C. Os autores concluíram que o ITGU foi o indicador mais preciso do conforto dos animais sob condições severas de estresse pelo calor que o ITU.

Índices de conforto foram também propostos para outras espécies, como ovinos (Silva, 2000), mas os trabalhos sobre o comportamento fisiológico de bubalinos relacionados a índices de conforto térmico são escassos, como também níveis críticos desses índices para essa espécie.

Os objetivos deste trabalho foram comparar búfalas em gestação e novilhas com relação à tolerância ao calor; determinar os melhores índices de conforto térmico para bubalinos; e estimar seus valores críticos, baseando-se nos parâmetros fisiológicos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de fevereiro a abril de 2005, compreendendo 10 semanas de coleta de dados, após 21 dias de adaptação, na Fazenda Riachão, localizada no município de Sairé, agreste de Pernambuco, altitude de 663 m, latitude sul de 08° 19' 39'' e longitude oeste de 35° 42' 20'', (CPRM, 2005). A pluviosidade na região varia de 600 a 900 mm/ano, concentrando-se nos meses de março a julho, sendo o clima do tipo seco sub-úmido (CONDEPE, 1980).

Foram utilizados 10 bubalinos (*Bubalus bubalis*) fêmeas da raça Murrah, sendo cinco búfalas no terço final da gestação e cinco novilhas, com idade média de 4,2 e 1,5 anos e peso vivo médio de 635 e 343 kg, respectivamente.

As variáveis fisiológicas foram avaliadas três vezes por semana, pela manhã (6 h) e à tarde (14 h). Temperatura retal (Tr), por intermédio de um termômetro clínico digital; frequência respiratória (Fr), pela contagem dos movimentos respiratórios no flanco do animal por 30 segundos, multiplicando-se o resultado por dois para obter a frequência respiratória por minuto, e temperatura da pele (Tp), utilizando-se um termômetro infravermelho digital. A taxa de sudação (Tsud) foi avaliada uma vez por semana, à tarde, empregando-se o método colorimétrico descrito por Schleger & Turner (1965). Todas as medidas foram obtidas com os animais ao sol contidos em um brete.

Durante o dia os animais foram mantidos em pastagem de capim pangola (*Digitaria decumbes*, Stent) provida de açudes e sombra natural. Nos dias de coleta de dados os animais foram soltos às 7 h30, após as medidas dos parâmetros fisiológicos e recolhidos às

13 h30 para um curral a céu aberto onde permaneceram por meia hora em descanso antes do início das medidas do período da tarde. Em seguida foram levados a um curral, com cocho coberto, onde permaneceram durante toda a noite com água à disposição e uma ração de manutenção à base de capim elefante (*Pennisetum purpureum*), farelo de soja, farelo de trigo, uréia e sal mineral. Nos outros dias o manejo consistia em soltar os animais na pastagem às 6 h e recolher às 16 h para o curral com água e ração à disposição durante a noite.

A ração foi formulada de acordo com as recomendações do NRC (2001) para atender às exigências de vacas leiteiras.

O ambiente foi monitorado por intermédio de um abrigo meteorológico, instalado no local do experimento, contendo em seu interior um psicrômetro e termômetro de máxima e mínima. Ao lado do abrigo foram instalados um termômetro de globo negro e um pluviômetro comum. A velocidade dos ventos foi avaliada por intermédio de um anemômetro digital portátil.

As leituras dos elementos climáticos foram realizadas diariamente, de hora em hora, das 06 h às 18 h durante todo o período experimental. Para caracterizar o ambiente foram calculados os índices de temperatura e umidade (ITU), e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) utilizando-se as fórmulas propostas por Kelly & Bond (1971) e Buffington et al. (1981), respectivamente.

Foram realizadas análises de correlação de Pearson entre as variáveis fisiológicas e índices de conforto, bem como análises de regressão com testes de ajuste de modelo visando estimar níveis críticos de índices de conforto térmico. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados utilizando-se o SAEG versão 8.0, 2000.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variações nos índices de conforto térmico durante o período experimental estão representadas na Figura 1.

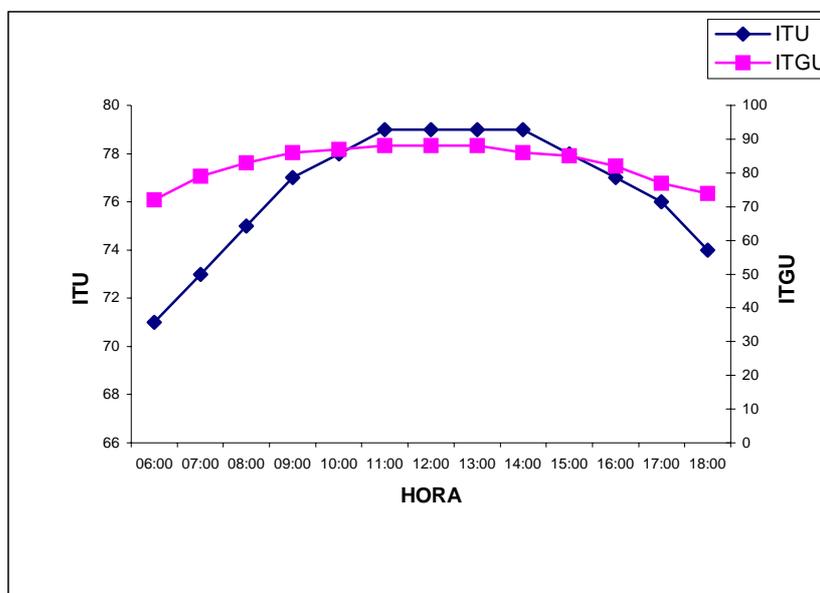


Figura 1 - Variação de ITU e ITGU durante o período experimental
Figure 1- Variation of ITU and ITGU during the experimental period

As temperaturas mínima e máxima foram 17,0 e 33,0 °C, respectivamente.

O total de chuvas, em milímetros, durante o período experimental foi de 25,5 (fevereiro), 54,5 (março) e 33,0 (abril).

A maior velocidade dos ventos no período da tarde (4,3 m/s) em relação ao da manhã (1,9 m/s) certamente contribuiu para facilitar a dissipação de calor corporal dos animais por convecção e evaporação nos horários mais estressantes do dia (Yousef, 1985).

O ITU durante o período experimental variou de 71 a 79 (Figura 1). Observa-se que o ITU aumentou de 71 às 06 h atingindo o valor de 79 às 11 h, permanecendo nesse “plateau” até as 14 h, reduzindo gradativamente para 74 às 18 h. Segundo Hahn (1985), ITU com valores acima de 78 são estressantes para todas as espécies domésticas. Percebe-se, então, que os horários entre 11 h e 14 h foram os mais negativos em termos de conforto térmico para os bubalinos.

O ITGU variou de 72 às 06 h para 88 às 18 h (Figura 1) atingindo o valor máximo de 88 às 11 h e permanecendo nesse limite até as 13 h. Não existem na literatura valores críticos de ITGU para bubalinos, mas para bovinos, segundo Souza et al. (2002), valores acima de 84 caracterizam uma situação de emergência.

As correlações entre as variáveis fisiológicas das novilhas e búfalas em gestação e índices de conforto encontram-se na Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1 - Coeficientes de correlação (r) de Pearson entre as variáveis fisiológicas das novilhas e os índices de conforto térmico

Table 1 - Pearson's correlation coefficients (r) between physiological parameters of heifers and thermic confort index

NOVILHAS						
	PD	Tr	Fr	Tp	ITU	ITGU
PD	-	0,6996**	0,3950**	0,5135**	-	-
Tr	0,6996**	-	0,4520**	0,5595**	0,5712**	0,4862**
Fr	0,3950**	0,4520**	-	0,4244**	0,4656**	0,4956**
Tp	0,5135**	0,5595**	0,4244**	-	0,4528**	0,4404**
Tsud	-	-0,1893	-0,2658*	-0,1245	-0,1799	-0,2128

PD = período do dia; Tr = temperatura retal (°C); Fr = frequência respiratória (mov./min.); Tp= Temperatura de pele (°C); ITU = índice de temperatura e umidade; ITGU = índice de temperatura de globo e umidade; Tsud = taxa de sudação (g/m²/hora). **= P< 0,01; * = P< 0,05.

PD = period of the day; Tr = rectal temperature (°C); Fr = breathing frequency (mov./min.); Tp = skin temperature (°C); ITU = temperature index and humidity; ITGU = black globe temperature and humidity index; Tsud = sweating rate (g/m²/hour). ** = P<0,01; * = P<0,05

Tabela 2 - Coeficientes de correlação (r) de Pearson entre as variáveis fisiológicas das búfalas em gestação e os índices de conforto

Table 2 - Pearson's correlation coefficients (r) between physiological parameters of the pregnant buffaloes cows and thermic confort index

BÚFALAS EM GESTAÇÃO						
	PD	Tr	Fr	Tp	ITU	ITGU
PD	-	0,2183**	0,4815**	0,6227**	-	-
Tr	0,2183**	-	0,3499**	0,2340**	0,1829**	0,1892**
Fr	0,4815**	0,3499**	-	0,4947**	0,5559**	0,5834**
Tp	0,6227**	0,2340**	0,4947**	-	0,5800**	0,6117**
Tsud	-	0,1502	0,0765	-0,0136	-0,1360	-0,0800

PD = período do dia; Tr = temperatura retal (°C); Fr = frequência respiratória (mov./min.); Tp= Temperatura de pele (°C); ITU = índice de temperatura e umidade; ITGU = índice de temperatura de globo e umidade; Tsud = taxa de sudação (g/m²/hora). **= P< 0,01

PD = period of the day; Tr = rectal temperature (°C); Fr = breathing frequency (mov./min.); Tp = skin temperature (°C); ITU = temperature index and humidity; ITGU = black globe temperature and humidity; Tsud = sweating rate (g/m²/hour). **= P< 0,01

Observa-se nas Tabelas 1 e 2 que, à exceção da taxa de sudação, houve correlação altamente significativa entre as variáveis fisiológicas e índices de conforto térmico, bem como entre elas. Também houve correlação significativa (P<0,01) entre as variáveis fisiológicas e o período do dia, certamente devido às condições mais estressantes do período da tarde.

As Tr de novilhas e búfalas em gestação se correlacionaram positiva e significativamente (P<0,01) com o PD nas duas categorias animais; entretanto, o maior

valor de correlação foi apresentado pelas novilhas, sugerindo maior sensibilidade ao calor ambiental da tarde que as búfalas em gestação.

Apesar das búfalas serem mais sensíveis ao calor (Mason,1974), os resultados obtidos, provavelmente, podem ser explicados pelo comportamento dos animais no açude, onde as búfalas em gestação, por serem dominantes, permaneciam mais tempo no banho.

A maior sensibilidade ao calor das novilhas também pode ser evidenciada pelo maior coeficiente de correlação entre a Tr e Tp dessa categoria (0,5595) quando comparado com aquele das búfalas em gestação (0,2340), sugerindo menor eficiência na dissipação de calor das primeiras. Também as correlações positivas e significativas entre a Tr com os índices de conforto térmico foram bem superiores nas novilhas que nas búfalas em gestação.

Nas búfalas em gestação (Tabela 2), os valores do coeficiente de correlação entre a Fr com o ITU e o ITGU foram maiores que aqueles obtidos nas correlações entre a Tr com esses dois índices de conforto, evidenciando ser a Fr um melhor indicador de estresse térmico que a Tr. Observação similar foi obtida por Azevedo (2004) em vacas leiteiras mestiças. Essa conclusão não pôde ser evidenciada nas novilhas, as quais apresentaram maior magnitude na correlação da Tr com o ITU que a Fr.

Comparando-se os índices de conforto e baseando-se na Fr que demonstrou ser um melhor indicador de estresse térmico que a Tr, pode-se concluir a vantagem que o ITGU tem em relação ao ITU, tanto para novilhas (Tabela 1) quanto para búfalas em gestação (Tabelas 2), na análise do calor ambiental sobre os animais, apesar da magnitude nas diferenças dos coeficientes de correlação ter sido pequena.

A Tsud das novilhas e das búfalas em gestação não se correlacionou significativamente com nenhum dos índices de conforto, sugerindo ser menos relevante que a Fr no processo de termorregulação para os animais nesse sistema de criação. A correlação ($P < 0,05$) negativa entre a Fr das novilhas com a Tsud indica que as duas vias de perda de calor foram complementares, ou seja, uma maior utilização das vias respiratórias está associada com uma menor perda de calor pelas vias cutâneas, concordando com o relato de Hafez (1973).

A média da Tr das novilhas o respectivo desvio-padrão observados durante o período experimental foi $38,26 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0,53$. Segundo Silva (2000), considera-se hipertérmico o animal que apresenta uma temperatura corporal maior que a média do lote mais um desvio padrão. Assim sendo, o limite para hipertermia em novilhas bubalinas seria de $38,8 \text{ }^\circ\text{C}$.

A análise de regressão mostrou que o modelo quadrático ($Fr=48,803-0,3879ITU +0,0033ITU^2$), $R^2=32,86$ (Figura 2) foi o que melhor explicou as variações de Tr em função do ITU.

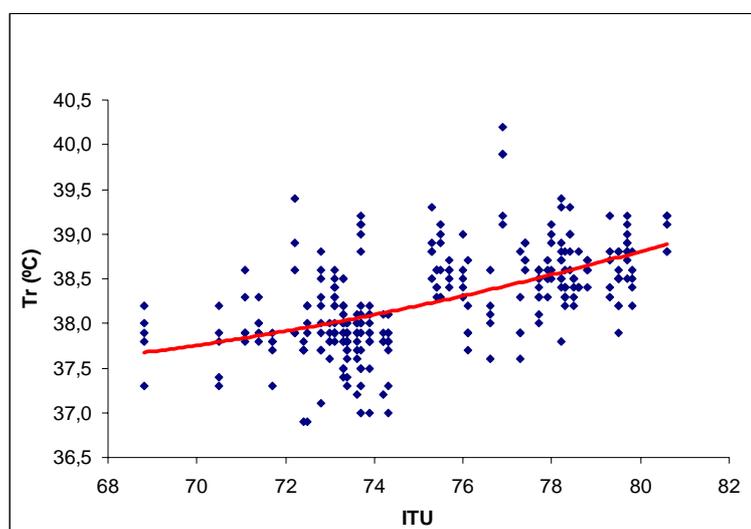


Figura 2 - Temperatura retal ($^{\circ}\text{C}$) de novilhas em função do índice de temperatura e umidade (ITU)

Figura 2 - Rectal temperature ($^{\circ}\text{C}$) of heifers in function of the temperature and humidity index (ITU)

Pelo valor do coeficiente de determinação nota-se que 32,86% das variações ocorridas na Tr podem ser explicadas pelos aumentos de ITU. Certamente que o hábito etológico do búfalo de procura de sombra, e principalmente, imersão em água juntamente com outros fatores podem explicar o restante das variações na Tr. Percebe-se que com a variação de ITU de 68,8 para 80,6 a Tr aumentou de 37,73 para 38,97 $^{\circ}\text{C}$. A temperatura corporal de 38,8 $^{\circ}\text{C}$ foi atingida com ITU de 79,5; valor que pode ser considerado como crítico para as novilhas nesse sistema de criação.

Com relação ao ITGU, o modelo linear $Tr = 33,4108+0,0604318*ITGU$ com $R^2=23,64$ foi o que melhor explicou as variações de Tr em função desse índice de conforto (Figura 3).

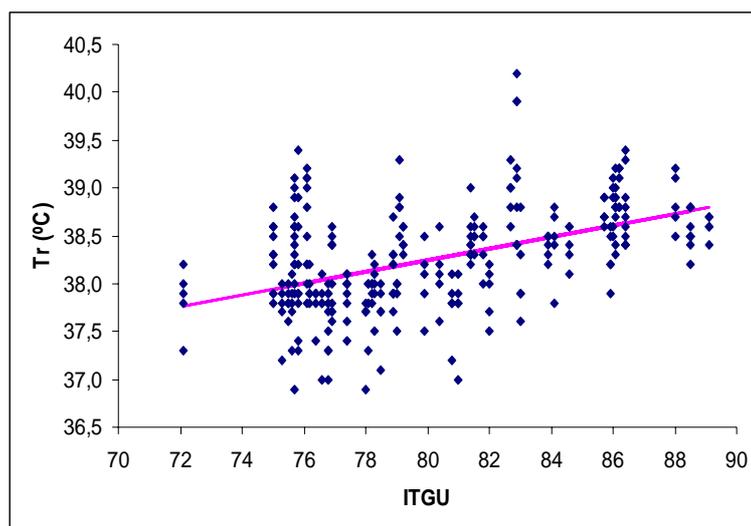


Figura 3 - Temperatura retal (°C) de novilhas em função do índice de temperatura de globo e umidade (ITGU)

Figura 3 - Rectal temperature (°C) of heifers in function of the black globe temperature and humidity index (ITGU)

A Tr dos animais aumentou 0,060 °C para cada unidade de aumento no ITGU, passando de 37,76 °C no ITGU de 72,1 para 38,80 °C no ITGU máximo de 89,1; que pode ser considerado como crítico. Souza et al. (2002) citam que para bovinos, valores de ITGU acima de 84 caracterizam uma situação de emergência, classificação que, pelas variações de Tr apresentadas pelas novilhas, não pode ser extrapolada para o presente estudo. Era de se esperar também que a procura de sombra e a imersão em água nas horas de maior estresse calórico propiciassem valor crítico de ITGU elevado como foi também com o ITU (Figura 2).

Dessa maneira, quando os animais do presente experimento foram trazidos do pasto para o curral, às 14 h, para avaliação dos parâmetros fisiológicos, eles provavelmente já haviam se protegido das altas temperaturas do ar e, principalmente, da elevada radiação solar, passando um período razoável dentro do açude.

O teste de ajuste de modelos mostrou que o cúbico, representado pela fórmula $Fr = -16393 + 672,01 ITU - 9,1716 ITU^2 + 0,0417 ITU^3$, com $R^2 = 26,63$, foi o que melhor representou as variações de Fr ocasionadas pelos aumentos no ITU (Figura 4).

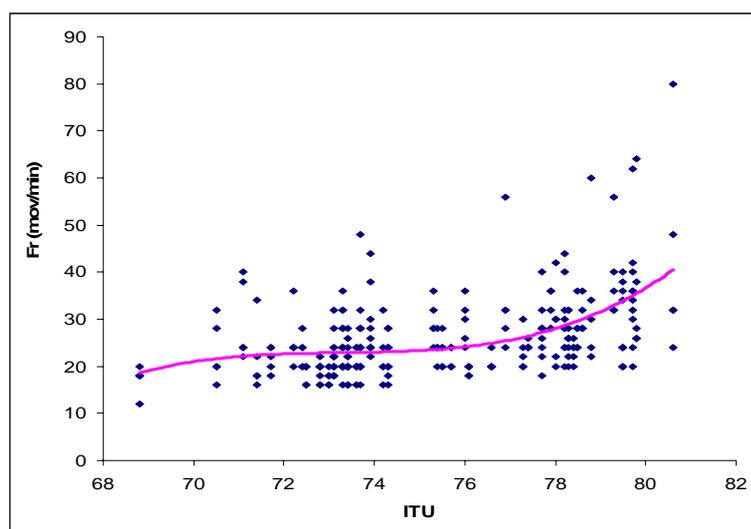


Figura 4. Freqüência respiratória (mov./min.) de novilhas função do índice de temperatura e umidade (ITU)

Figura 4- *Breathing frequency (mov./min.) of heifers in function of the temperature and humidity index (ITU)*

Observa-se que a Fr aumentou ligeiramente de 18,6 movimentos/minuto (ITU=68,8) para 22,5 movimentos/minuto (ITU=72), permanecendo constante até o valor de 76. A partir de 77, com 26 movimentos/minuto, a Fr passou a aumentar mais fortemente até atingir 40,5 movimentos/minuto no ITU máximo de 80,6. Pode-se considerar, então, o ITU de 77 como crítico. Esse valor é ligeiramente superior ao de 73 obtido por Goswami & Narain (1962). Esses dois autores observaram que os bubalinos reagiram mais vigorosamente a um ambiente com condições médias de 74,48 °F e 84,25% de umidade relativa, o que proporciona um ITU de 73. Assim sendo, o valor crítico de 77 no ITU para a Fr é inferior àquele (79,5) obtido anteriormente baseando-se na Tr. Esses resultados sugerem que, à semelhança do reportado por Lemerle & Goddard (1986) e Azevedo et al. (2005) com bovinos leiteiros, mecanismos homeostáticos, incluindo o aumento na Fr podem prevenir elevação na Tr antes que o ITU atinja o ponto crítico.

O modelo selecionado para explicar as variações de Fr em função do ITGU foi o hiperbólico 2 expresso como $Fr = 1/0,148389 - 0,00132501 * ITGU$ e $R^2 = 28,40$ (Figura 5).

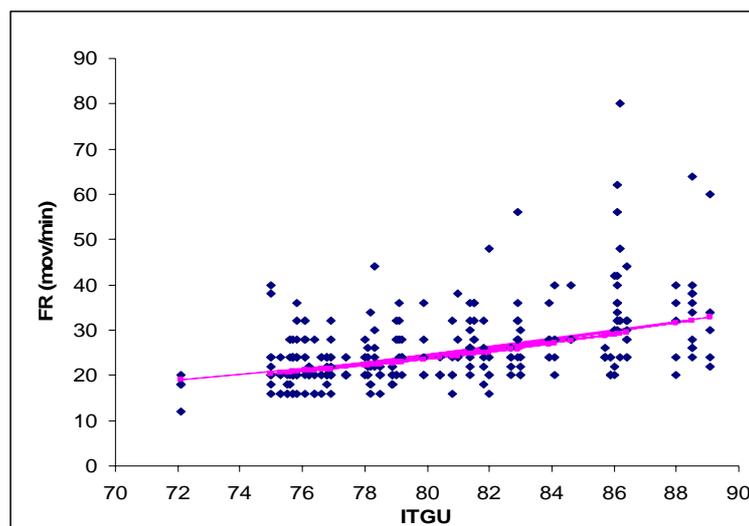


Figura 5 - Frequência respiratória (mov./min.) de novilhas em função do índice de temperatura de globo e umidade (ITU)

Figura 5 - Breathing frequency (mov./min.) of heifers in function of the globe temperature and humidity index (ITU)

No ITGU de 72,1 as novilhas apresentaram 18 movimentos/minuto atingindo 33 movimentos/minutos no maior valor desse índice de conforto (89,1). A média de Fr, 26 movimentos/minuto, obtida nesse estudo foi atingida com ITGU de 83. O R^2 de 28,40 foi baixo, e, como discutido anteriormente, pode ser explicado pela procura de sombra e água para imersão que permitem ao bubalino se termorregular com mais eficiência, sem o desgaste energético de utilizar as vias respiratórias para perda de calor.

Com relação às búfalas em gestação, a tentativa de se estimar valores críticos de ITU e ITGU em função da Tr não foi possível em virtude dos baixos valores de R^2 alcançados (menores que 0,06). Isso demonstra a menor sensibilidade ao calor das búfalas em gestação em relação às novilhas, conforme havia sido indicado pelos estudos de correlação. Novilhas são, em geral, mais resistentes ao calor, porque comem menos e possuem maior relação superfície/massa (Baccari Jr. 2001). Então esses resultados, provavelmente, podem ser explicados pelo maior tempo de permanência das búfalas em gestação no açude que o das novilhas, em virtude da dominância daquelas em relação a ess

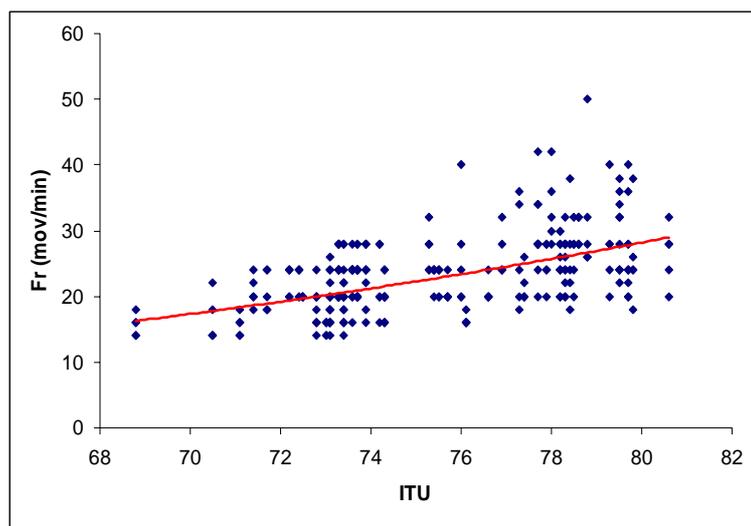


Figura 6 - Frequência respiratória (mov./min.) de búfalas em gestação em função do índice de temperatura e umidade (ITU)

Figura 6 - Breathing frequency (mov./min.) of pregnant buffaloes cows in function of the temperature and humidity index (ITU)

A Fr das búfalas em gestação variou de 14,5 movimentos/minuto no ITU de 68,8 para 26 movimentos/minuto no ITU máximo de 80,6. A frequência média de 24 movimentos/minuto foi atingida com ITU de 79, valor esse superior ao valor crítico (77) obtido nas novilhas, o que confirma novamente a maior tolerância das búfalas em gestação ao calor.

Com relação ao ITGU a Figura 7 representa graficamente o modelo de regressão linear $Fr = -39,5541 + 0,782611 * ITGU$ com $R^2 = 34,04$.

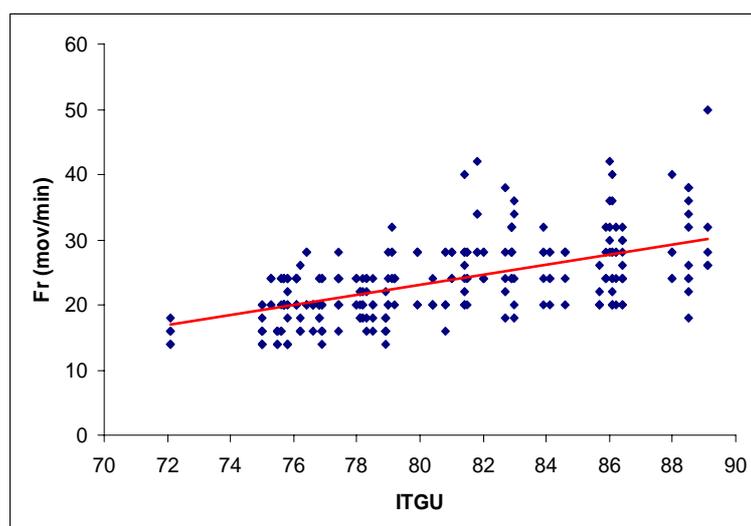


Figura 7 - Frequência respiratória (mov./min.) de búfalas em gestação em função do índice de temperatura de globo e umidade (ITGU)

Figura 7 - Breathing frequency (mov./min.) of pregnant buffaloes cows in function of the globe temperature and humidity index (ITGU).

A Fr aumentou 1,5 movimentos/minuto para cada duas unidades de aumento no índice de conforto térmico e variou de 16,9 movimentos/minuto no ITGU de 72,1 para 30,2 movimentos/minutos no ITGU máximo de 89,1. A frequência respiratória média de 24 movimentos/minuto obtida nas búfalas em gestação nesse trabalho foi atingida com ITGU igual a 81. Esse valor representa uma situação de perigo na classificação do ITGU para bovinos, de acordo com o Serviço Meteorológico Americano, segundo Souza et al. (2002), mas para as búfalas em gestação no sistema de criação a pasto com acesso à sombra natural e açudes para imersão, é evidente que tal classificação não poderia ser atribuída, embora os bubalinos pertençam a uma espécie conhecida por utilizar, segundo Villares et al. (1979), a via respiratória como mecanismo primário de dissipação de calor.

Para reforçar essa conclusão, vale ressaltar que no ITGU máximo de 89,1 os animais apresentaram apenas 30 movimentos/minuto, valor acima do limite de 22 movimentos/minuto obtido por Gutiérrez & González (1998), mas que não chega a representar uma situação de emergência.

CONCLUSÕES

Baseando-se na frequência respiratória, o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) revelou-se melhor que o índice de temperatura e umidade (ITU) na avaliação do impacto do calor ambiental sobre os animais.

As búfalas em gestação foram mais tolerantes ao calor que as novilhas.

Baseando-se na temperatura retal das novilhas foram estimados níveis críticos de 79,5 e 89,1 para ITU e ITGU, respectivamente. Baseando-se na frequência respiratória esses valores foram 77 e 83 para o ITU e ITGU, respectivamente.

Para as búfalas em gestação os valores críticos estimados de ITU e ITGU foram, respectivamente, 79 e 81, considerando a frequência respiratória como critério.

BIBLIOGRAFIA

ARMSTRONG, D.V. Heat stress interaction with shade and cooling. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.2044-2050, 1994.

AZEVEDO, M.; PIRES, M.F.A.; SATURNINO, H.M.; LANA, A.M.Q. et al. Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ e $\frac{7}{8}$ Holandês-Zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.34, n.6, p.2000-2008, 2005.

AZEVEDO, M. **Efeitos do verão e inverno sobre os parâmetros fisiológicos de vacas mestiças Holandês-Zebu, em lactação, na região de Coronel Pacheco, MG.** 2004. 85p. Tese (Doutorado em Ciência Animal). Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

BACCARI JUNIOR, F. **Manejo ambiental das vacas leiteiras em climas quentes.** Londrina: UEL, 2001. 142p.

BUFFINGTON, D.E.; COLLAZOARROCHO, A.; CANTON, G.H. et al.; Black Globe-Humidity Index (BGHI) as confort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v.24, p.711-714, 1981.

CONDEPE – Instituto de Desenvolvimento de Pernambuco. **Búfalo: uma alternativa para a pecuária em Pernambuco.** Recife, 1980. 94p.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. **Diagnóstico do município de Sairé, estado de Pernambuco.** Recife: CPRM/PRODEEM. 2005. Disponível em <<http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/pernambuco/relatorios/SAIRE/27.pdf>> Acesso em 02 fev. 2007.

GOSWAMI, S.B. & NARAIN, P. The effect of air temperature and relative humidity on some physiological indices of buffalo-bulls (*Bubalus Bubalis*). **Indian Journal of Veterinary Science**, v.32, n.2. 1962.

GUTIÉRREZ, J.F. & GONZÁLEZ, C. **Fisiologia aplicada a la veterinaria y zootecnia**. Centro Editorial de Caldas. Manizales, 1º ed. 1998. 343p.

HAHN, G.L. Management and housing of farm animals in hot environments. In: YOUSEF, M.K. **Stress physiology in livestock**. Vol. II Ungulates, CRC Press inc. Boca Raton. 985. p.151-174. 1985.

HAFEZ, E.S.E. **Adaptacion de los animales domésticos**. Editorial Labor. Barcelona. 1973. 563p.

KELLY, C.F.; BOND, T.E. Bioclimatic factors and their measurements. In: NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, (Ed.) **A guide to environmental research on animals**. Washington: National Academy of Sciences, p.71-92. 1971

LEMERLE, C. & GODDARD. M.E. Assesment of heat stress in dairy cattle in Papua New Guinea. **Tropical Animal Health and Production**. v.18, n.4, p.232-242. 1986.

MASON, I.L. Environmental physiology. In: **The husbandry and health of the domestic buffalo**. Rome. W. Ross Cockrill. FAO. p.89-104. 1974.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirement of dairy cattle. 7th. Ed. **National Academy Press**. Washington D.C. 2001. 340p.

SAEG. **Sistema de Análise Estatística, versão 8**, UFV, 2000.

SCHLEGER, A.V. & TURNER, H.G. Sweating rates of cattle in the field and their reaction to diurnal and seasonal changes. **Australian Journal of Agricultural Research**. v.16, p.92-106. 1965.

SILVA, R.G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo. Nobel. 2000. 286p.

SOUZA, C.F.; TINÔCO, I.F.F.; BAÊTA, F.C. et al. Avaliação de materiais alternativos para confecção do termômetro de globo. **Ciências Agrotécnicas.**, Lavras, v.26, p.157-164, jan./fev., 2002.

WEST, J.W. Nutritional strategies for managing the heat-stressed dairy cow. **Journal of Dairy Science**. v.82, p.21-35, supplement. 2, 1999.

YOULSEF, M.K. **Stress physiology in livestock**. Boca Raton: CRC Press, 1985. 217p.

CAPÍTULO 2

REAÇÕES FISIOLÓGICAS DE NOVILHAS BUBALINAS E BÚFALAS EM GESTAÇÃO ÀS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DO AGRESTE DE PERNAMBUCO, BRASIL¹

PHYSIOLOGICAL REACTIONS OF BUFFALOES HEIFERS AND PREGNANT BUFFALO COWS CLIMATIC CONDITIONS IN THE AGRESTE REGION OF PERNAMBUCO STATE, BRAZIL

Lígia Alexandrina Barros da Costa², Marcílio de Azevedo³, Ângela Maria Quintão Lana⁴, Edenio Detmann⁵, Marcelo de Andrade Ferreira^{3,6}, Elisa Cristina Modesto³, Lúcia Helena de Albuquerque Brasil³

¹Dissertação de mestrado do primeiro autor, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – PPGZ, DZ/UFRPE. Recife – PE.

²Zootecnista, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – PPGZ, DZ/UFRPE. Recife – PE. Bolsista da CAPES. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n. Dois Irmãos. 52171-030. Recife, PE-Brasil. ligiaabcosta@gmail.com.

³Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n. Dois Irmãos. 52171-030. Recife, PE-Brasil. marcilio@dz.ufrpe.br

³Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n. Dois Irmãos. 52171-030. Recife, PE-Brasil. ferreira@dz.ufrpe.br

³Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n. Dois Irmãos. 52171-030. Recife, PE-Brasil. elisacm@dz.ufrpe.br

³Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n. Dois Irmãos. 52171-030. Recife, PE-Brasil. lubrasil@dz.ufrpe.br

⁴Departamento de Zootecnia/EV da Universidade Federal de Minas Gerais. Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha – Belo Horizonte – MG. 31270-901. lana@vet.ufmg.br

⁵Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. Avenida P. H. Rolfs s/n - Campus UFV - CEP 36571-000 - Viçosa – MG. detmann@ufv.br

⁶Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq

Palavras chave adicionais:

Búfalos, índice de conforto térmico, parâmetros fisiológicos

Additional keywords

Buffaloes, thermal comfort index, physiologic parameters

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar adaptabilidade de bubalinos, novilhas e búfalas em gestação, às condições climáticas do agreste pernambucano. Temperatura retal (Tr), frequência respiratória (Fr), temperatura da pele (Tp) e taxa de sudação (Tsud) de 10 bubalinos (cinco novilhas e de cinco búfalas em gestação), foram avaliadas durante os meses de fevereiro a abril na região agreste do estado de Pernambuco, Brasil. Os animais receberam, no curral durante a noite, uma ração de manutenção formulada de acordo com as recomendações do Sistema Americano de exigências nutricionais para vacas leiteiras. Pela manhã foram soltas no pasto provido de açude e sombra natural. O ambiente foi monitorado diariamente por intermédio de um abrigo meteorológico instalado próximo a área experimental. Índice de temperatura e umidade (ITU) e Índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) foram calculados. Novilhas e búfalas em gestação apresentaram boa adaptabilidade às condições climáticas da região agreste de Pernambuco. As novilhas apresentaram maior sensibilidade ao calor do período da tarde que as búfalas em gestação.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the adaptability of buffaloes, heifers and pregnant buffaloes cows, to the climatic conditions at agreste region of Pernambuco state. Rectal temperature (Tr), breathing frequency (Fr), skin temperature (Tp) and sweating rate (Tsud) of ten buffaloes (five heifers and five pregnant buffaloes), were determined from february to april at agreste region of the state of Pernambuco, Brazil. The animals received, in the stable during the night, a maintenance ration formulated in agreement with the American system of nutritional demands recommendations for dairy cows. In the morning, the animals were released in the pasture with access to water and natural shade. The environment was monitored daily by a meteorological station installed close the to experimental area. Temperature-humidity index (ITU) and black globe temperature and humidity index (ITGU) were calculated. Heifers and pregnant buffaloes cows displayed good adaptability to the climatic conditions of agreste region of Pernambuco state. The pregnant buffaloes cows displayed greater heat tolerance than heifers.

INTRODUÇÃO

Com um crescimento da ordem de 8,2% ao ano (IBGE, 2003), a bubalinocultura vem se expandindo rapidamente no Estado de Pernambuco, tornando-se uma opção atraente para a ocupação de áreas quentes e úmidas nas quais o desempenho dos bovinos deixa a desejar. Apesar de gozarem da fama de animais extremamente rústicos e com grande adaptabilidade às mais diversas situações climáticas, os bubalinos são sensíveis ao calor e, principalmente, à exposição à radiação solar direta (Pant & Roy, 1982). Nessas condições seu desempenho produtivo e eficiência reprodutiva são reduzidos (Mason, 1974).

Esse fato assume uma importância maior quando se considera que o Brasil possui cerca de dois terços de seu território situados na faixa tropical do planeta, onde predominam altas temperaturas do ar, em virtude da elevada radiação solar incidente (Titto, 1998), características essas peculiares à região nordeste, cuja insolação é a maior entre as regiões do país e a temperatura média anual é superior a 24,0 °C (Tubelis & Nascimento, 1992).

Fuquay (1981) cita que o limite superior da zona termoneutra para a maioria das espécies domésticas é de 24,0 a 27,0 °C. Quando a temperatura ambiente ultrapassa esses limites, o animal entra em estresse pelo calor e responde com aumentos na temperatura corporal, frequência respiratória e perda de apetite, entre outros, cuja consequência final é a redução no desempenho.

A literatura apresenta resultados contraditórios com relação aos limites críticos de temperatura ambiental para a espécie bubalina. Goswami & Narain (1962) observaram que a temperatura corporal de bubalinos não reage fortemente em ambientes entre 13,3 e 23,3 °C. Por outro lado, Das et al. (1999) citam que temperatura do ar por volta de 30,0 °C tem pouco efeito sobre a frequência respiratória e temperatura corporal, enquanto Loypetjra et al. (1987) afirmaram que búfalos não mostram sinais de estresse em ambientes protegidos com temperatura de 33,0 °C, desde que suas exigências em água de beber sejam atendidas.

Vários estudos sobre a fisiologia ambiental de bubalinos foram conduzidos em câmaras climáticas, cujas respostas termorregulatórias diferem qualitativa e quantitativamente daqueles em ambiente natural (Silanikove, 2000). Mullick (1960) cita que a melhor maneira de avaliar a adaptação de animais nos trópicos é estudar suas reações sob variações naturais das condições ambientais e de manejo.

Assim sendo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a adaptabilidade de bubalinos, novilhas e búfalas em gestação, às condições climáticas do agreste pernambucano.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de fevereiro a abril de 2005, compreendendo 10 semanas de coleta de dados, após 21 dias de adaptação, na Fazenda Riachão, localizada no município de Sairé, agreste de Pernambuco, altitude de 663 m, latitude sul de 08° 19' 39'' e longitude oeste de 35° 42' 20'', (CPRM, 2005). A pluviosidade na região varia de 600 a 900 mm/ano, concentrando-se nos meses de março a julho, sendo o clima do tipo seco sub-úmido (CONDEPE, 1980).

Foram utilizados 10 bubalinos (*Bubalus bubalis*) fêmeas da raça Murrah, sendo cinco búfalas no terço final da gestação e cinco novilhas, com idade média de 4,2 e 1,5 anos e peso vivo médio de 635 e 343 kg, respectivamente.

As variáveis fisiológicas foram avaliadas três vezes por semana, pela manhã (6 h) e à tarde (14 h). Temperatura retal (Tr), por intermédio de um termômetro clínico digital; frequência respiratória (Fr), pela contagem dos movimentos respiratórios no flanco do animal por 30 segundos, multiplicando-se o resultado por dois para obter a frequência respiratória por minuto, e temperatura da pele (Tp), utilizando-se um termômetro infravermelho digital. A taxa de sudção (T_{sud}) foi avaliada uma vez por semana, à tarde, empregando-se o método colorimétrico descrito por Schleger & Turner (1965). Todas as medidas foram obtidas com os animais ao sol contidos em um brete.

Durante o dia os animais foram mantidos em pastagem de capim pangola (*Digitaria decumbes*, Stent) provida de açudes e sombra natural. Nos dias de coleta de dados os animais foram soltos às 7 h30, após as medidas dos parâmetros fisiológicos e recolhidos às 13 h para um curral a céu aberto onde permaneceram por meia hora em descanso antes do início das medidas do período da tarde. Em seguida foram levados a um curral, com cocho coberto, onde permaneceram durante toda a noite com água à disposição e uma ração de manutenção à base de capim elefante (*Pennisetum purpureum*), farelo de soja, farelo de trigo, uréia e sal mineral. Nos outros dias o manejo consistia em soltar os animais na pastagem às 6 h e recolher às 16 h para o curral com água e ração à disposição durante a noite.

A ração foi formulada de acordo com as recomendações do NRC (2001) para atender às exigências de vacas leiteiras.

O ambiente foi monitorado por intermédio de um abrigo meteorológico, instalado no local do experimento, contendo em seu interior um psicrômetro e termômetro de máxima e mínima. Ao lado do abrigo foram instalados um termômetro de globo negro e um

pluviômetro. A velocidade dos ventos foi avaliada por intermédio de um anemômetro digital portátil.

As leituras dos elementos climáticos foram realizadas diariamente, de hora em hora, das 06 h às 18 h durante todo o período experimental. Para caracterizar o ambiente foram calculados os índices de temperatura e umidade (ITU), e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) utilizando-se as fórmulas propostas por Kelly & Bond (1971) e Buffington et al. (1981), respectivamente.

Para avaliação da Tr, Fr e Tp utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições em parcelas subdivididas, com categoria animal na parcela principal e período do dia na subparcela, segundo o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + e_{ij} + P_k + CP_{ik} + E_{ijk} + \epsilon_{ijkl}, \text{ onde:}$$

μ = constante geral;

e_{ij} = efeito residual das parcelas;

P_k = efeito do período do dia k;

CP_{ik} = efeito de interação entre a categoria animal e o período do dia k;

E_{ijk} = erro entre subparcelas e

ϵ_{ijkl} = erro aleatório entre medidas realizadas na mesma subparcela

Para avaliação da taxa de sudação (Tsud) utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos, segundo o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + C_i + e_{ij} + \epsilon_{ijk}, \text{ onde:}$$

μ = constante geral;

C_i = efeito da categoria animal i;

e_{ij} = erro entre parcelas experimentais;

ϵ_{ijk} = erro aleatório entre medidas realizadas na mesma parcela

Para comparação de médias utilizou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados utilizando-se o SAEG versão 8.0, 2000.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Variáveis Climáticas

Os valores médios dos elementos climáticos durante o período experimental se encontram na **tabela I**.

Tabela I. Valores médios dos elementos climáticos: temperatura de bulbo seco - TBs, umidade relativa do ar - UR, velocidades dos ventos - VV e índices de conforto térmico: índice de temperatura e umidade - ITU, temperatura do globo negro - TGN e índice de temperatura de globo e umidade - ITGU, observados pela manhã, 06 h às 08 h e a tarde, 14 h às 16 h, durante o período experimental. (Average values of the climatic elements: dry bulb temperature - TBs, air relative humidity - UR, wind speed - VV and of the thermal comfort indexes: temperature and humidity index - ITU, black globe temperature- TGN and temperature the globe and humidity index - ITGU, observed in the morning, 06 h to 08 h, and the afternoon, 14 h to 16 h, during the experimental period).

	PERÍODO DO DIA				
	Manhã		Tarde		Média Geral
	Média	Amplitude	Média	Amplitude	
TBs (°C)	23,7	21,0 – 24,7	28,6	23,3 – 31,7	26,1
ITU	73,0	68,8 – 76,1	77,6	72,8 – 80,6	75,3
UR	82,5	73,0 – 92,0	61,4	41,0 – 87,0	72,0
TGN (°C)	28,6	24,0 – 33,0	34,5	26,0 – 42,0	31,6
ITGU	77,3	72,1 – 82,0	83,1	75,0 – 89,1	80,2
VV(m/s)	1,9	0,0 – 4,5	4,3	1,1 – 6,8	3,1

Durante o período experimental (**tabela I**), a temperatura média pela manhã foi 23,7 °C e à tarde, 28,6 °C. As temperaturas máxima e mínima foram 17,0 e 33,0 °C, respectivamente.

O total de chuvas, em milímetros, durante o período experimental foi de 25,5 (fevereiro), 54,5 (março) e 33,0 (abril).

Segundo Goswami & Narain (1962), a temperatura corporal de bubalinos não varia significativamente em ambientes entre 13,3 e 23,3 °C. Pode-se inferir, então, que no período da manhã os animais não foram submetidos ao estresse pelo calor, o que não aconteceu à tarde cuja temperatura média de 28,6 °C (amplitude de 23,3 a 31,7 °C) foi maior que a temperatura crítica superior (23,3 °C) para essa espécie. Por outro lado, Shafie (1985) cita que o valor crítico de temperatura do ar para o sucesso no ajustamento da homeotermia dos bubalinos é 36,1 °C.

A variação das temperaturas máximas e mínimas foram de 26,0 a 33,0 °C e 17,0 a 22,0 °C, respectivamente.

A temperatura mínima de 17,0 °C indica que, à noite, os animais puderam dissipar o calor corporal armazenado durante a tarde.

O ITU no período da manhã variou de 68,8 a 76,1, mas, à tarde, atingiu valores superiores ao considerado estressante, 78, para todas as espécies domésticas, segundo Hahn (1985). O valor máximo de ITGU atingido no período da tarde foi de 89,1, refletindo a maior intensidade de radiação solar e caracterizando o estresse calórico.

A maior velocidade dos ventos no período da tarde (4,3 m/s) em relação ao da manhã (1,9 m/s), certamente contribuiu para facilitar a dissipação de calor corporal dos animais por convecção e evaporação nos horários mais estressantes do dia, conforme descrito por Youlsef, (1985).

Temperatura Retal (Tr), Frequência Respiratória (Fr) e Temperatura da pele (Tp)

A **tabela II** apresenta os valores médios de temperatura retal (°C) das duas categorias animais em função da interação categoria x período do dia.

Tabela II. Médias para a temperatura retal (°C) em função da interação entre a categoria animal e período do dia. (Averages for the rectal temperature (°C) as a function of the interaction between the animal category and period of the day).

Categoria Animal	Período do dia ^{1,2}		Médias
	Manhã	Tarde	
Novilhas	37,88 Aa	38,63 Ba	38,26
Búfalas em gestação	38,00 Aa	38,21 Ab	38,11

^{1/} Médias na linha, seguidas por letras maiúsculas diferentes, ou na coluna, seguidas por letras minúsculas diferentes, diferem pelo teste de Tukey (P < 0,05). ^{2/} CV (%) = 1,0.

Observou-se efeito significativo (P < 0,05) do período do dia e interação período do dia x categoria sobre a Tr (tabela II). Tr das novilhas aumentou (P < 0,05) da manhã para a tarde, refletindo os maiores valores de Tbs, ITU e ITGU à tarde (**tabela I**), o que não aconteceu com as búfalas em gestação, cujo aumento na Tr não foi significativo (P > 0,05), sugerindo maior sensibilidade ao calor das novilhas que as búfalas. De acordo com Mason (1974), novilhas são mais tolerantes ao calor que búfalas em gestação face à maior taxa metabólica destas últimas. Como não houve interação significativa entre período do dia e categoria animal para a Fr (**tabela III**) e o consumo de matéria seca/unidade de peso metabólico foi maior nas búfalas em gestação, estes resultados podem ser explicados pela maior taxa de sudorese das mesmas e o seu comportamento na imersão nos açudes. Vinte minutos de imersão em água podem reduzir a temperatura corporal de um bubalino em 2,0

°C (Mason, 1974). Trabalho realizado por Modesto et al. (2006), no mesmo local e época e com os mesmos animais deste experimento, mostrou que as búfalas em gestação são dominantes e permanecem mais tempo na água do açude que as novilhas.

Analisando a Tr das duas categorias dentro de cada período constatou-se que não houve diferença ($P > 0,05$) entre elas nesse parâmetro fisiológico no período da manhã sob condições climáticas favoráveis; mas à tarde, no estresse pelo calor, as novilhas apresentaram temperatura retal maior ($P < 0,05$) que as búfalas em gestação, evidenciando uma maior dificuldade em manter seu equilíbrio térmico, apesar de a velocidade dos ventos ter sido, à tarde, maior que pela manhã. Por outro lado, vale ressaltar que, apesar dos aumentos na temperatura retal observados nas duas categorias animais de manhã para a tarde, novilhas e búfalas em gestação mantiveram esse parâmetro fisiológico dentro dos valores normais, sem ocorrer hipertermia. Segundo Silva (2000), considera-se hipertérmico o animal que apresente uma temperatura corporal maior que a média do lote mais um desvio padrão. Assim sendo, os limites para hipertermia em novilhas e búfalas em gestação seriam de 38,79 e 38,60 °C, respectivamente.

Os valores médios de frequência respiratória (Fr), de acordo com a categoria animal e período do dia são apresentados na **tabela III**.

Tabela III. Médias para frequência respiratória (mov./min.) de acordo com a categoria animal e período do dia. (Averages for breathing frequency (mov.min.) in agreement with the animal category and period of the day).

Categoria Animal	Período do dia ^{1 2}	
	Manhã	Tarde
Novilhas	22,36	28,99
Búfalas em gestação	20,48	26,00
Média ^{1 2}	21,42B	27,49 ^a

¹/ Médias na linha, seguidas por letras maiúsculas diferentes, diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). ²/ CV (%) = 24,2.

As médias de Fr e respectivos desvios-padrão observadas durante o período experimental foram 23,24 mov./min \pm 5,74, para as búfalas em gestação, e 25,67 mov./min \pm 8,4 para as novilhas.

O único efeito significativo observado na Fr foi o do período do dia (**tabela III**). Novilhas e búfalas em gestação apresentaram a Fr maior ($P < 0,05$) à tarde que pela manhã. Segundo Baccari Jr. (2001), a frequência respiratória é maior à tarde que no período da manhã. Resultados semelhantes foram obtidos por vários autores (Barcelos et al., 1989; Chikamune & Shimizu, 1983; Guimarães et al., 2001). Blasi et al. (1980) também obtiveram

os mesmos resultados com fêmeas adultas, entretanto não constataram diferenças significativas entre períodos do dia para novilhas. Esses autores fizeram as medidas de Fr à sombra e, provavelmente, esse fator pode ter sido a causa das diferenças nos resultados.

Como as novilhas se revelaram mais sensíveis ao calor da tarde que as búfalas em gestação, poderia se pensar que as búfalas utilizaram com mais eficiência essa via de termólise a qual, segundo vários autores (Pandey & Roy, 1969; Villares et al., 1979; Chikamune et al., 1986), é a principal rota de dissipação de calor sob condições estressantes. Entretanto, as análises estatísticas não revelaram interação significativa entre período do dia e categoria animal, donde se pode concluir que a maior resistência das búfalas em gestação ao calor do período da tarde se deu em virtude da sua maior eficiência de termólise pelas vias cutâneas, e, provavelmente pela imersão nos açudes. Percebe-se também (**tabela III**), que apesar dos aumentos significativos na frequência respiratória nas duas categorias animais, esse parâmetro fisiológico permaneceu dentro dos limites fisiológicos normais para as duas categorias (média de 24 para novilhas e 25 para búfalas de acordo com Badreldin et al. (1951). Outros autores (Guimarães et al., 2001 e Vieira, 1995), estudando as reações de bubalinos ao calor em ambiente controlado onde não foi permitido aos animais se banharem, obtiveram frequências respiratórias acima de 60 movimentos/minuto. Chikamune et al. (1986) observaram que a menor eficiência termorregulatória associada à respiração e sudação pareceu estar estreitamente relacionada com o hábito etológico de imersão em água.

A **tabela IV** apresenta os valores médios de temperatura da pele (°C) em função da interação entre a categoria animal e o período do dia.

Tabela IV. Médias para temperatura de pele (°C) em função da interação entre a categoria animal e período do dia. (Average skin temperature (°C) as a function of the interaction between the animal category and period of the day).

Categoria Animal	Período do dia ^{1 2}	
	Manhã	Tarde
Novilhas	33,17Ba	35,01Aa
Búfalas em gestação	31,15Bb	33,88Ab

¹/ Média na linha, seguidas por letras maiúsculas diferentes, ou na coluna, seguidas por letras minúsculas diferentes, diferem pelo teste de Tukey (P < 0,05). ²/ CV (%) = 4,7.

A temperatura da pele foi maior (P<0,05) à tarde que pela manhã, tanto nas novilhas quanto nas búfalas em gestação, resultados que concordam com aqueles obtidos por Das et al. (1999), e significam que, de um período para o outro, ocorreu uma vasodilatação periférica como resposta à elevação da temperatura ambiente com o conseqüente aumento do fluxo sanguíneo para a superfície da pele (Koga et al., 1999). As novilhas apresentaram,

à tarde, temperatura da pele maior ($P < 0,05$) que as búfalas em gestação, demonstrando sua menor habilidade em dissipar o calor corporal armazenado.

Taxa de Sudação (Tsud)

Os valores médios de sudorese ($\text{g/m}^2/\text{h}$) em função da categoria animal são apresentados na **tabela V**.

Tabela V. Médias para a sudorese de acordo com a categoria animal. (Averages for the sweating rate in agreement with the animal category).

Categoria Animal	Sudorese ¹
Novilhas	71,06 b
Búfalas em gestação	81,54 a
CV(%)	27,0

¹/ Média na coluna, seguidas por letras minúsculas diferentes, diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

As búfalas em gestação apresentaram uma taxa de sudação maior ($P < 0,05$) que as novilhas e este fato, como discutido anteriormente, influenciou na melhor adaptabilidade daqueles animais ao calor da tarde, ocasionando também uma menor temperatura da pele (**tabela IV**). De acordo com alguns autores (Das et al., 1999; Hafez et al., 1955; Mason, 1974) búfalos possuem baixa capacidade de sudação em virtude do pequeno número de glândulas sudoríparas; entretanto, Pant & Roy (1982) citaram que esses animais são capazes de suar se submetidos a temperaturas elevadas, o que certamente aconteceu no presente estudo, em que a temperatura do ar atingiu valores de 33,0 °C.

CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado o presente trabalho pode-se concluir que:

- 1- Novilhas e búfalas em gestação apresentaram boa adaptabilidade às condições climáticas da região agreste de Pernambuco;
- 2- Novilhas apresentaram maior sensibilidade ao calor do período da tarde que as búfalas em gestação.
- 3- A Tr e a Fr, apesar de terem sido mais elevadas à tarde, se mantiveram dentro dos níveis considerados normais para a espécie.

BIBLIOGRAFIA

BACCARI JUNIOR, F. **Manejo ambiental das vacas leiteiras em climas quentes**. Londrina: UEL, 2001. 142p.

BADRELDIN, A.L.; OLOUFA, M.M.; ASKER, A.A. & GHANY, M.A. **Bulletin Fouad I**. Univ. Fac. Agric., Cairo Univ., Cairo 4:32. 1951.

BARCELOS, A.F.; GARCIA, J.A.; CARDOSO, R.M. & TORRES, C.A.A. Reações fisiológicas de bubalinos, zebuínos, taurinos e seus mestiços sob efeito de clima e dieta. I – Temperatura retal e frequência respiratória. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v.18, n.1. p.33-41. 1989.

BLASI, A.C.; BACCARI JÚNIOR, F. & RIBEIRO, U.F.F. Efeito do período do dia sobre a frequência respiratória, frequência cardíaca e temperatura retal em fêmeas bubalinas da raça Mediterrâneo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 1. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia. 1980. p.171.

BUFFINGTON, D.E.; COLLAZOARROCHO, A.; CANTON, G.H. et al. Black Globe-Humidity Index (BGHI) as confort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v.24, p.711-714. 1981.

CHIKAMUNE, T. & CHIMIZU, H. Comparison of physiological response to climatic conditions in swamp buffaloes and cattle. **Indian Journal of Animal Science** v.53, n.6, p.595-604. 1983.

CHIKAMUNE, T.; KANAI, Y & SHIMIZU, H. Comparison of the effects of seasonal-climatic changes on thermoregulatory responses and plasma concentrations of thyroid hormones in swamp buffaloes and cattle. **Japanese Journal Zootechny Science**. v.57, n.9. p.778-784. 1986.

CONDEPE – Instituto de Desenvolvimento de Pernambuco. **Búfalo: uma alternativa para a pecuária em Pernambuco**. Recife, 1980. 94p.

CPRM – 2005. Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. **Diagnóstico do município de Sairé, estado de Pernambuco**. Recife: CPRM/PRODEEM. Disponível em <<http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/pernambuco/relatorios/SAIRE/27.pdf>> Acesso em 02 fev. 2007.

DAS, S.K.; UPADHYAY, R.C. & MADAN, M.L. Heat stress in Murrah buffalo calves. **Livestock Production Science**. v.61, p.71-78. 1999.

FUQUAY, J.W. Heat stress as it affects animal production. **Journal of Animal Science**, v.52, p.164-182. 1981.

GOSWAMI, S.B. & NARAIN, P. The effect of air temperature and relative humidity on some physiological indices of buffalo-bulls (*Bubalus Bubalis*). **Indian Journal of Veterinary Science**, v.32, n.2. 1962.

GUIMARÃES, C.M.C; FALCO, J.E.; TITTO, E.A.L. et al. Termorregulação em bubalinos submetidos a duas temperaturas do ar e duas proporções de volumoso:concentrado. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v.25, n.4, p.991-998. 2001.

HAFEZ, E.S.E.; BADRELDIN, A.L.; SHAFIE, M.M. Skin structure of Egyptian buffalo and cattle with particular reference to sweat glands. **Journal of Agriculture Science**. v.46, p.19-30. 1955.

HAHN, G.L. Management and housing of farm animals in hot environments. In: YOUSEF, M.K. **Stress physiology in livestock**. Vol. II Ungulates, CRC Press inc. Boca Raton. 985. p.151-174. 1985.

IBGE. **Produção da pecuária municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, v.31, p.1-31, 2003.

KELLY, C.F.; BOND, T.E. Bioclimatic factors and their measurements. In: NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, (Ed.) **A guide to environmental research on animals**. Washington: National Academy of Sciences, p.71-92. 1971

KOGA, A.; KURATA, K.; FURUKAWA, R.; NAKAJIMA, M.; KANAI, Y. & CHIKAMUNE, T. Thermoregulatory responses of swamp buffaloes and friesian cows to diurnal changes in temperature. **Institute of Agriculture and Forestry**, University of Tsukuba, Tsukuba-shi, Ibaraki, Japan. p.1273-1276. 1999.

LOYPETJRA, P.; CHAIYABUTR,N.; USANAKORNKUL, S.; ICHAICHARNARONG, A. Water buffalo. In: Bioclimatology and the adaptation of livestock - **World Animal Science**. Disciplinary Approach B5. Ed. JOHNSON, H.D. Amsterdam, Elsevier, p.107-125. 1987.

MASON, I.L. Environmental physiology. In: **The husbandry and health of the domestic buffalo**. Rome. W. Ross Cockrill. FAO. p.89-104. 1974.

MODESTO, E.C.; COSTA, L.A.B.; BARRETO, S.B.; FREGADOLLI, F.L.; AZEVEDO, M.; VIEIRA, M.O.A. Padrão de comportamento de vacas e novilhas da espécie bubalina no Agreste de Pernambuco. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43^a. João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia. p.1-3. 2006.

MULLICK, D.N. Effect of humidity and exposure to sun on the pulse rate, respiration rate, rectal temperature and haemoglobin level in different sexes of cattle and buffalo. **Journal of Animal Science**. v.54. 1960.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirement of dairy cattle. 7th. Ed. **National Academy Press**. Washington D.C. 2001. 340p.

PANDEY, M. & ROY, A. Variation in cardiorespiratory rates, rectal temperature, blood haematocrit and haemoglobin as measures of adaptability in buffaloes to a hot environment. **British Veterinary Journal**, v.125, n.9, p.463-471. 1969.

PANT, H.C.; ROY, Y.A. El bufalo de agua y su futuro. In: **Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales**. Editorial Acribia, Zaragoza. p.567-600. 1982.

SAEG. **Sistema de Análise Estatística**, versão 8, UFV. 2000.

SCHLEGER, A.V. & TURNER, H.G. Sweating rates of cattle in the field and their reaction to diurnal and seasonal changes. **Australian Journal of Agricultural Research**. v.16, p.92-106. 1965.

SHAFIE, M.M. Physiological responses and adaptation of water buffalo. In: **Stress physiology in livestock**. CRC Press, Inc. Boca Raton, Flórida. v. 2 Ungulates, p.67-80. 1985.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**. v.67. p.1-18. 2000.

SILVA, D.J. & QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. – Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SILVA, R.G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo. Nobel. 2000. 286p.

TITTO, E.A.L. Clima: Influência na produção de leite. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE. Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: FEALQ. p.10-23. 1998.

TUBELIS, A. & NASCIMENTO, F.J.L. **Meteorologia Descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras**. São Paulo: Nobel, 7ª reimpressão. 1992.

VIEIRA, R.J.; BACCARI JR., F.; OBA, E.; AGUIAR, I.S. Efeitos do stress térmico sobre desempenho produtivo e algumas variáveis fisiológicas de novilhas bubalinas da raça mediterrâneo. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA. Jaboticabal, SP. **Resumos**. p.65-66. 1995.

VILLARES, J.B.; RAMOS, A. de A. & ROCHA, G.P. As vias cutâneas e respiratórias na termólise de bubalinos sob extrema tensão térmica. In: **RAMOS, A. de A.; VILLARES, J.B.; MOURA, J.C. de**. Bubalinos. Campinas: Fundação Cargill. p.118-132. 1979.

YOULSEF, M.K. **Stress physiology in livestock**. Boca Raton: CRC Press, 1985. 217p.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)