

# COMPORTAMENTO DE BUBALINOS A PASTO FRENTE A DISPONIBILIDADE DE SOMBRA E ÁGUA PARA IMERSÃO<sup>1</sup>

DENISE DE SOUZA ABLAS,<sup>2</sup> EVALDO ANTONIO LENCIONI TITTO,<sup>3</sup> ALFREDO MANUEL FRANCO PEREIRA,<sup>4</sup>  
CRISTIANE GONÇALVES TITTO,<sup>5</sup> THAYS MAYRA DA CUNHA LEME<sup>6</sup>

1. Parte de dissertação de mestrado de Ablas, D.S., sob orientação de E. A. L. Titto, E.A.L., FZEA-USP 2002.

2. Zootecnista, MSc, Fatec do Brasil, São Paulo, SP.

3. Professor doutor do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – FZEA – USP, Laboratório de Biometeorologia e Etologia. E-mail: titto@usp.br.

4. Professor doutor do Departamento de Zootecnia, Universidade de Évora-Portugal.

5. Zootecnista, mestranda da FZEA – USP, Laboratório de Biometeorologia e Etologia – Pirassununga, SP.

6. Graduanda de Zootecnia da FMVZ – UNESP – Botucatu, SP.

## RESUMO

Os búfalos são particularmente intolerantes à radiação solar direta. Durante os períodos quentes do dia, os animais tendem a procurar poças de água ou lama para se refrescarem e usualmente pastejam apenas nas horas de menor temperatura. O presente trabalho propõe estudar soluções de manejo possíveis ao bubalinocultor através de respostas comportamentais. O ensaio utilizou dez búfalas de 24 meses, observadas por três dias (das seis às dezoito horas) em cada sistema de manejo a pasto: com sombra natural e artificial (S); com sombra artificial e água para imersão (SA); com água para imersão (A), quanto à sua

posição (sol, sombra, água), postura (em pé ou deitado) e atividade (pastando, ruminando etc.). Os animais passaram mais de 60% do tempo ao sol (S: 63,9%, SA: 64,5%, A: 71,9%), mormente pastejando. Na sombra e na água os principais comportamentos foram ruminação e ócio. O uso da água foi notadamente preferencial (SA: 237,7 minutos, A: 205,1 minutos). Os resultados revelam a necessidade do uso de recursos de proteção contra a radiação solar para búfalos em dias quentes e que, quando disponível, a oferta de água para imersão deve ser priorizada.

PALAVRAS-CHAVE: Bubalinos, conforto térmico, etologia, pastejo.

## ABSTRACT

### BEHAVIOUR OF GRAZING WATER BUFFALOES DEPENDING ON THE AVAILABILITY OF SHADE AND WATER FOR IMERSION

Water buffaloes are particularly intolerant to direct solar radiation. During the warm periods of the day, the animals tend to search for mud or water puddles to refresh themselves, and they usually graze only during the cooler hours. This trial, proposes to study possible handling solutions for buffalo producers using the behavioral responses. 10 female buffaloes aging 24 months were observed for 3 days (from 06:00 to 18:00 h) in each of the handling systems: with natural and artificial shade (S); with artificial shade and pond (SA); with pond (A). The animals were observed in

their location (under sun, under shadow, in water), attitude (standing, laying) and activity (grazing, ruminating, etc.). The animals spent more than 60% of the time in the sun (S: 63,9%, SA: 64,5%, A: 71,9%), mostly ruminating. In the shade or in the pond, the main behaviors were rumination and inactivity. The use of the pond was remarkably preferential (SA: 237,7 minutes, A: 205,1 minutes). The results revealed a demand for any protection device against solar radiation for buffaloes on hot days, and, whenever available; water for immersion must be a priority.

KEY-WORDS: Ethology, grazing, water buffaloes, welfare.

## INTRODUÇÃO

O ser humano, nos últimos anos, tem-se dado conta de que os animais não existem única e exclusivamente para servir-lhe e, uma vez que estejam desempenhando este papel, o mínimo que se deveria oferecer em troca é qualidade de vida. Como resultado dessa postura, há um significativo número de consumidores que já exige que os produtos adquiridos sejam originados de animais que não sofreram. Assim, o produtor que não se preocupa com o bem-estar animal pode estar em vias de perder mercado e conseqüentemente de perder dinheiro.

Os efeitos do estresse térmico no bem-estar de animais intensivamente manejados têm sido largamente discutidos no meio acadêmico, a despeito de animais criados extensivamente não receberem a mesma atenção com relação ao estresse. O calor é um dos principais fatores restritivos na produção animal nos trópicos e, como resultado da mudança drástica nas funções biológicas, pelo estresse térmico, ocorre o prejuízo do desenvolvimento do animal, de sua produção de carne e leite, reprodução e capacidade de trabalho. Apetite, ingestão, eficiência alimentar e utilização do alimento são prejudicados (MARAI & HABEEB, 1998). Ao mesmo tempo, ocorre aumento da temperatura retal, da sudação e da frequência respiratória, redução das perdas de água nas fezes e na urina, disfunções no metabolismo de proteína, energia e minerais, assim como distúrbios em reações enzimáticas e secreção de hormônios. Em resposta ao estresse térmico, mamíferos ajustam processos físicos, bioquímicos e psicológicos na tentativa de conter os efeitos negativos do estresse e manter o equilíbrio térmico. A maioria dos ajustes feitos por um animal envolve dissipação do calor para o ambiente e redução da produção do calor metabólico (TITTO, 1998; TITTO et al., 1998; SILANIKOVE, 1992, 2000). O resultado final de todas essas mudanças será a limitação de crescimento, de produção de leite e de reprodução (ALBRIGHT & ALLISTON, 1972; FINCH, 1984; YOUSEF, 1985; IGONO et al., 1992; JACOBSEN, 1996; BACCARI JR. et al., 1998,

MARAI & HABEEB, 1998; SILANIKOVE, 2000; SILVA, 2000, BACCARI JR., 2001), que certamente gerarão problemas de ordem econômica ao produtor desses animais.

O impacto do ambiente pode ser modificado pelo comportamento do animal e diferir nas espécies, raças e indivíduos (SILANIKOVE, 2000). Adicionalmente, essas respostas são também indicações de bem-estar, considerando-se que o bem-estar de um indivíduo é o estado do organismo durante suas tentativas de se ajustar ao ambiente, de acordo com a definição de BROOM (1988, 1997).

O clima quente desafia a produção animal, mas a tecnologia existe para atenuar os efeitos negativos do estresse. Para isso, basta que o produtor faça as escolhas estratégicas certas, o que significa procurar entender a ação do estresse térmico, preparando-se para oferecer opções de defesa contra o calor, reconhecendo quando o animal está em perigo e agindo adequadamente.

A responsabilidade do ser humano é minimizar riscos ao bem-estar, através do manejo, o que inclui seleção para adaptação e produção (LAWRENCE & APPLEBY, 1996; WEBSTER, 2001) e treinamento e educação da mão-de-obra (LAWRENCE & APPLEBY, 1996) e do ambiente, que pode ser modificado de forma a se visualizar mais facilmente o estado geral do animal (cio e prenhez em particular), fornecer proteção adequada (contra desconforto térmico, físico e “psicológico”) e melhorar procedimentos de manejo (LAWRENCE & APPLEBY, 1996).

No caso do búfalo (*Bubalus bubalis*), que é reconhecidamente rústico e que se adapta facilmente aos ambientes mais inóspitos, a dificuldade se encontra em fornecer recursos para que o animal se proteja contra o calor, principalmente contra a radiação solar direta, a principal causa estressora para essa espécie. Sob condições de clima tropical, o búfalo pode estar exposto à carga térmica radiante, bem representada pelo índice de globo negro e umidade (ITGU), maior que sua produção de calor metabólico, resultando, portanto, em alto nível de desconforto (KELLY & BOND, 1971). Para aliviar ambos os incômodos

do calor e dos insetos, comuns no verão tropical, os bubalinos tendem a chafurdar durante o dia e fazer uma cobertura de lama em seus corpos antes do descanso noturno (PATHAK, 1992; GLASS, 2000).

ANIL & THOMAS (1996) afirmam que aspersão de água, água ou lama para imersão e qualquer mecanismo que propicie resfriamento por evaporação parecem ser os melhores métodos para auxiliar o búfalo na termólise e manutenção da homeotermia.

Nesse sentido, TITTO et al. (1996), trabalhando com novilhas bubalinas sob estresse térmico em câmara bioclimática (34,75°C), obtiveram rápido restabelecimento da homeotermia após estresse evidente com o uso de aspersão de água sobre o corpo dos animais durante quinze minutos, restabelecendo a frequência respiratória normal e reduzindo significativamente a taxa de sudação e a temperatura retal.

É importante que se ofereça sombra e água para banho aos búfalos domesticados. Entretanto é interessante não dimensioná-las de forma a superlotar o espaço, a fim de evitar mais situações de estresse para os animais (TULLOCH, 1992).

Durante o inverno, os búfalos costumam pastar durante o dia, enquanto no verão o pastejo fica restrito ao início da manhã e final da tarde, quando a radiação solar não é muito intensa, de modo que o pastejo noturno é muito comum. Nos períodos quentes do dia, os animais tendem a procurar açudes, rios ou grandes poças de água ou lama para se refrescarem (PATHAK, 1992).

O comportamento de pastejo de búfalos tem poucos registros de observação, e búfalos bem manejados em pastagens de boa qualidade são raros. FONSECA (1987) afirma que na maior parte dos países os búfalos são criados em pastos pobres, com pouca cobertura vegetal (à exceção dos três ou quatro meses anuais da estação chuvosa). Os bubalinos diferem dos bovinos em seus hábitos e possibilidades de pastejo, já que os primeiros podem ser considerados animais semi-aquáticos e são capazes de pastar em condições muito mais úmidas que os bovinos, e até mesmo comer plantas semi ou completamente submersas

(FORD, 1992; VALE, 1999).

Então, visando à melhor adequação das condições de criação de bubalinos ao meio local, torna-se necessário o conhecimento da influência dos recursos de conforto térmico a pasto sobre os búfalos, mediante avaliação de suas respostas fisiológicas e comportamentais, com o objetivo de obter técnicas de manejo que possam contribuir para o aumento da produtividade desses animais nos trópicos.

Assim, com este trabalho, mapearam-se as respostas comportamentais em relação à capacidade de termorregulação de bubalinos com ou sem acesso à sombra natural e à água para imersão em criação a pasto, e apresentar soluções viáveis, simples e baratas ao bubalinocultor da região tropical, para melhorar o bem-estar dos animais criados em condições extensivas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em três piquetes experimentais do Laboratório de Biometeorologia e Etologia, da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, no Campus de Pirassununga, situado a 21°80'00" de latitude sul e 47°25'42" de longitude oeste, com altitude de 634 metros, apresentando clima do tipo Cwa, segundo classificação de Köppen (OLIVEIRA & PRADO, 1984). A temperatura média anual é de 22,0°C e a pluviosidade média anual é próxima a 1363 mm (MARTELLO, 2002). Os piquetes são contíguos, de aproximadamente 0,3 hectares cada, dotados de bebedouros artificiais e cochos para mistura mineral, pastagem cultivada de *Brachiaria decumbens* e separados por cerca de arame farpado (paraguaia).

Dez búfalas de aproximadamente 24 meses, com tamanhos e pesos semelhantes, foram marcadas individualmente, com números visíveis a distância, e submetidas a três sistemas de manejo a pasto, como descritos a seguir:

P1: disponibilidade de sombra natural e artificial (S);

P2: disponibilidade de sombra artificial e de água para imersão (SA);

P3: disponibilidade de água para imersão (A).

As sombras artificiais dos piquetes 1 e 2 são de malha de polietileno, com 80% de filtração da radiação solar, cobrindo uma área de 6 x 10 m, totalizando 60 m<sup>2</sup> cada, oferecendo sombras com áreas suficientemente grandes para abrigar todos os animais ao mesmo tempo. A água para imersão dos sistemas 2 e 3 é oferecida em uma “piscina”, com piso em terra, de cinco metros de largura por dez metros de comprimento e um de profundidade, o que também atende às necessidades de todos os animais, se quiserem mergulhar ao mesmo tempo, permitindo ainda que os indivíduos mantenham distância entre si. Os piquetes experimentais foram utilizados um de cada vez. Respeitou-se o período de quatro dias de adaptação à situação experimental.

O registro do comportamento foi feito através de coleta instantânea e de forma contínua e amostragem pelo método focal (MARTIN & BATESON, 1986), a cada quinze minutos, de forma direta por períodos contínuos de doze horas (das seis às dezoito horas), três períodos por tratamento. As variáveis comportamentais observadas foram posição (ao sol, à sombra e dentro d'água), postura (em pé ou deitado) e atividade (pastejo, ruminção, ócio/sem atividade aparente, outras atividades). Incorporou-se o consumo de água e de sal mineral em “outras atividades”. A ordem dos tratamentos foi a seguinte: primeiro, tratamento SA (P2), segundo, o tratamento S (P1) e terceiro, o tratamento A (P3).

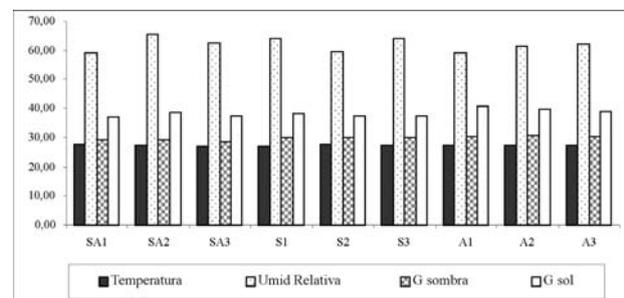
Registraram-se as variáveis climáticas de forma ininterrupta, pela Estação Meteorológica Eletrônica Campbell®, computando-se temperatura do ar, umidade relativa, radiação solar, pluviosidade e velocidade do ar, além das temperaturas de globo negro, ao sol e à sombra, coletadas diretamente nos piquetes. Utilizou-se o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), como indicativo da condição estressante tropical (BUFFINGTON et al., 1981).

Na análise de dados, utilizou-se o deli-

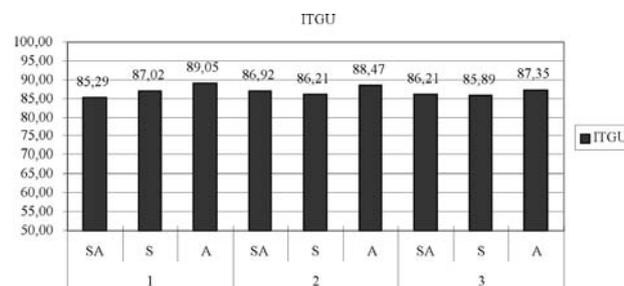
neamento estatístico inteiramente casualizado. A análise estatística foi realizada no programa Statistical Analysis System (SAS®), através do procedimento *mixed*, com comparação de médias de acordo com o teste de Tukey.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante os dias do período experimental não houve chuvas e a temperatura e umidade relativa mostraram-se bastante homogêneas. Os dias de coleta, igualmente homogêneos, apresentaram médias dos elementos climáticos ligeiramente superiores ao restante dos dias. A Figura 1 mostra graficamente essa homogeneidade, incluindo temperaturas de termômetro de globo negro ao sol e à sombra, para os dias e horários de coleta.



**FIGURA 1.** Médias de temperatura (°C), umidade relativa (%), globo negro à sombra (°C) e globo negro ao sol (°C) para os dias de coleta de dados (1, 2 e 3) e seus respectivos tratamentos (SA: sombra e água; S: sombra; A: água), no período das seis às dezoito horas.

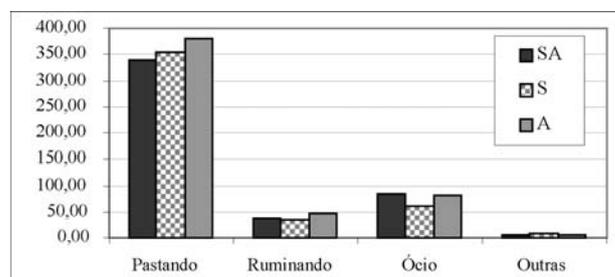


**FIGURA 2.** Índices de temperatura de globo negro e umidade para cada dia de coleta de dados (1, 2 e 3), em cada tratamento (SA: sombra e água; S: sombra; A: água).

O pastejo constituiu o principal comportamento ao sol (Figura 3). Na sombra e na água, os comportamentos mais recorrentes foram ruminação e ócio, sempre na postura deitada, mesmo dentro da piscina (Figura 5). Quanto à permanência no sol, os três tratamentos mostraram diferenças ( $p>0,05$ ), sendo que o grupo que ficou mais tempo ao sol foi o do tratamento A: 514,84 minutos (8:35 h), em seguida vindo o tratamento S, com 466,24 minutos (7:46 h) e o grupo que menos permaneceu no sol foi o AS, com 455,41 minutos (7:35 h) (Tabela 1). Ao sol, o comportamento de maior ocorrência foi o pastejo, ocupando 340,43 minutos (5:40 h) para o tratamento SA, 352,37 minutos (5:52 h) para o tratamento S e 378,47 minutos (6:18 h) para o tratamento A; já o tempo de ruminação aproximado foi de 37 minutos para SA, 33 minutos para S e 47 minutos para A; o ócio ao sol foi de 83,17 minutos (1:39 h) para SA, 61,67 minutos (1:01 h) para S e 82,57 minutos (1:23 h), enquanto as outras atividades ocuparam aproximadamente 5 minutos, 8 minutos e 6 minutos quando ao sol, respectivamente (Figura 3). A realização de comportamentos ao sol, à sombra e na água para o tratamento SA apresentou a distribuição representada na Figura 6, que retrata uma média da utilização do piquete P1, durante os três dias de observação.

**TABELA 1.** Tempo médio e porcentagem da utilização de sol, sombra e água para cada tratamento (SA: sombra e água; S: sombra; A: água).

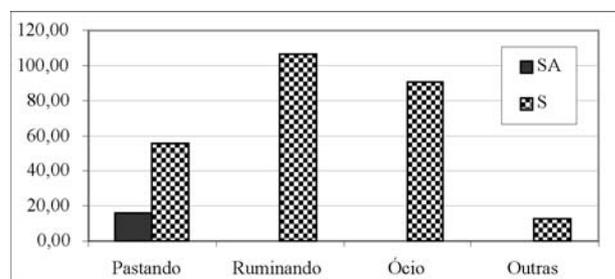
Tratamentos		Sol	Sombra	Água
	minutos	464,40	3,63	251,97
SA	%	64,50	0,50	35,00
	minutos	460,57	259,43	0,00
S	%	63,97	36,03	0,00
	minutos	517,53	0,00	202,47
A	%	71,88	0,00	28,12



**FIGURA 3.** Distribuição média, em minutos, das atividades realizadas sob o sol, para os três tratamentos (SA: sombra e água; S: sombra; A: água).

Para a sombra, também foi considerável o comportamento de pastejo – na maior parte do tempo em pé (que possivelmente só não foi maior porque o pasto nesse local acabou na manhã do segundo dia). Os animais que tinham à sua disponibilidade água e sombra notadamente preferiram a água; utilizou-se a sombra nesse tratamento em apenas uma parte pequena dos dois primeiros dias, para pastagem – enquanto ainda havia pasto na sombra. O tempo total de utilização da sombra foi de 16 minutos para o tratamento SA (e utilizou-se esse tempo apenas para pastejo) e de 264,60 minutos (4:24 h) para o tratamento S, utilizado da seguinte forma: 56 minutos para pastejo, 106,50 minutos (1:46 h) para ruminação, 90,23 minutos (1:30 h) em ócio e 12 minutos em outras atividades (Figuras 4, 6 e 7).

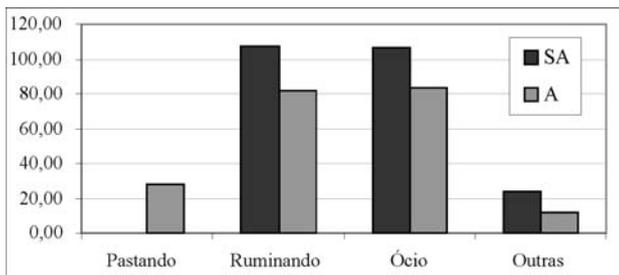
O uso ou não da sombra para o tratamento S está representado na Figura 7, que retrata uma média da utilização do piquete P2, durante os três dias de observação.



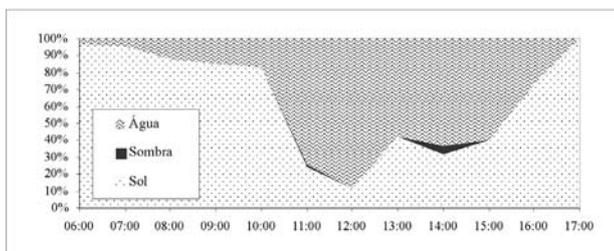
**FIGURA 4.** Distribuição média, em minutos, das atividades realizadas sob à sombra, para os tratamentos com sombra e água (SA) e com sombra (S).

O tempo de uso do recurso água mostrou diferenças para os dois tratamentos que possuíam a lagoa para imersão ( $p>0,05$ ): 237,67 minutos (3:58 h) para o tratamento AS, contra 205,17 minutos (3:25 h) para o tratamento A – o tratamento com menor uso de água para banho (Figuras 6 e 8).

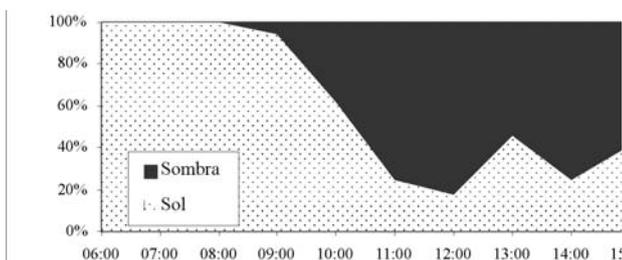
A média de utilização da água para imersão ao longo do dia, no piquete P3, encontra-se na Figura 8.



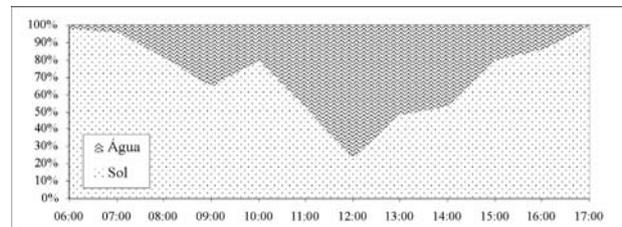
**FIGURA 5.** Distribuição média, em minutos, das atividades realizadas na água, para os tratamentos com sombra e água (SA) e com água (A).



**FIGURA 6.** Utilização média dos recursos sombra e água ao longo do dia para o tratamento com sombra e água (SA), em porcentagem de animais.



**FIGURA 7.** Utilização média da sombra ao longo do dia para o tratamento com sombra (S), em porcentagem de animais.



**FIGURA 8.** Utilização média da água ao longo do dia para o tratamento com água (A), em porcentagem de animais.

A maior heterogeneidade na utilização dos recursos ocorreu em dois momentos: às nove e às doze horas (períodos de variação bastante grande na utilização da água) e, a partir das quinze horas, todos os animais apresentaram a tendência de agir de maneira igual, saindo da água e indo para o sol (pastar) até chegar à totalidade de animais comportando-se da mesma maneira, às dezessete horas.

O que se observa nos três tratamentos quanto ao tempo de permanência ao sol, à sombra ou na água é que os recursos de proteção contra o calor são usados nas horas mais quentes do dia. Não necessariamente na hora de temperatura máxima, mas sim no momento em que o animal, tendo ficado exposto à radiação solar direta por muito tempo (que varia de um indivíduo para outro), começa a sentir os efeitos do calor e então vai procurar a melhor forma de abrigo. A busca por sombra, especialmente durante os períodos quentes do dia, já foi relatada por FINCH (1984) e SILANIKOVE (1992) e a utilização de água para imersão nesses mesmos períodos foi observada por PATHAK (1992) E FORD (1992). Nos tratamentos SA e S, observou-se que a maioria dos animais começou a utilizar um recurso de proteção contra o calor a partir das dez horas (para o tratamento A, esse uso foi a partir das onze horas, aproximadamente). E para os dois primeiros tratamentos, a saída da água da maioria dos animais se deu próximo às quinze horas (para o terceiro tratamento, essa saída se deu às quatorze horas). Esses dados são muito semelhantes aos de FORD (1992), que verificou, na Austrália, pastejo regular até às dez horas, horário em que os animais vão para a água e

ficam até às quatorze ou quinze horas, momento em que voltam ao pasto.

Esses resultados indicam que termólise por condução para a água parece ser mais eficiente para a espécie bubalina, que somente o recurso sombra, especialmente em condições nas quais o ITGU ultrapassa 85, causando alto nível de desconforto, o que está de acordo com KELLY & BOND (1971). A preferência comportamental dos búfalos pela imersão em água, conforme relatado por FORD (1992), PATHAK (1992), TULLOCH (1992), ANIL & THOMAS (1996), VALE (1999) E GLASS (2000), ficou evidente no presente trabalho, indicando ainda o maior tempo de pastejo no tratamento que dispunha exclusivamente desse recurso (A em P3). Também a eficiência da termólise com o uso da água sobre a superfície corporal, quantificada por TITTO et al. (1996), pode estar relacionada ao menor tempo de uso do recurso imersão observado no presente trabalho.

Conforme observações de TULLOCH (1992), na ausência de água para imersão, a espécie bubalina passa a comportar-se de modo semelhante aos bovinos, buscando o abrigo da sombra nas horas de radiação solar mais intensa. Nessa condição, a necessidade de sombra torna-se maior, para garantir o bem-estar da espécie bubalina, e o esperado desempenho produtivo, se for considerado que esses animais não possuem uma cobertura pilosa homogênea sobre a pele totalmente pigmentada, que absorve o máximo da radiação térmica da atmosfera, com a conseqüente elevação de sua temperatura interna e mais lenta termólise até recuperar a homeotermia.

Também, com base nas observações efetuadas no presente trabalho e apoiadas em resultados constantes na literatura, o recurso de água para imersão a ser oferecido em pastagens destinadas à criação de bubalinos deve obedecer aos princípios de preservação dos recursos hídricos, evitando-se o despejo de possíveis dejetos nos mananciais e garantindo a renovação da água com o mínimo de consumo.

O recurso de sombreamento deve ser preferencialmente fornecido de forma natural, através de árvores, graças ao baixo custo e durabilidade,

com vantagens para o ambiente ecológico nas pastagens. Enquanto as futuras árvores, recém-introduzidas no local, estiverem em crescimento, pode ser utilizado o sombreamento artificial, por estruturas simples de telas de sombreamento.

## CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Todas as búfalas utilizaram algum tipo de proteção (sombra ou água para imersão) contra o calor, nas horas mais quentes do dia, com ITGU superior a 85. Quando os dois tipos de proteção “água e sombra” estiveram disponíveis (SA), as búfalas preferiram a água para imersão. Isso mostra a real necessidade de utilização de algum recurso de proteção contra a radiação solar para búfalos em dias quentes e que, quando disponível, a oferta de água para imersão deve ser priorizada. O pastejo em dias quentes ocorre nas horas de temperatura mais baixa, evitando a exposição do corpo à radiação solar direta ou procurando a termólise através de condução para a água. Os búfalos utilizam de forma eficiente a imersão em água, durante a ruminação, pois deitam molhando completamente o corpo. A disposição de lagoas ou açudes representa, portanto, mais um recurso que certamente é benéfico, salvaguardando-se a proteção aos recursos hídricos. Um ponto básico de manejo, que tem sido subestimado, refere-se ao conforto térmico, em que o provimento de simples sombreamento natural nas pastagens pode ter conseqüências positivas para a produtividade na bubalinocultura.

## REFERÊNCIAS

- ALBRIGHT, J. L.; ALLISTON, C. W. Effects of varying the environment upon performance of dairy cattle. **Journal of Animal Science**, v. 32, p. 566-577, 1972.
- ANIL K. S.; THOMAS, C. K. Comparative draught performance of cattle and buffaloes.1. Physiological reactions. **Indian Journal of Animal Science**, v. 66, n. 4, p. 398-401, 1996.

- APPLEBY, M. C. Life in a variable world: Behaviour, Welfare and environmental design. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 54, p. 1-19, 1997.
- BACCARI JR., F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Londrina: UEL, 2001.
- BACCARI JR, F.; MACHADO, M.A.; MARÇAL, W. S.; LIBONI, M.; FELIPETTO, L. Heat tolerance and growth rate of young buffalo bulls. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 2., 1998, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 1998. p. 349-353.
- BROOM, D. M. The concept of stress and welfare. **Recueil de medecine vétérinaire**, v. 164, n. 10, p. 715-722, 1988.
- BROOM, D.M. Welfare evaluation. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 54, p. 21-23, 1997.
- BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITT, D.; TATCHER, W.W.; COLLIER, R.J. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of ASAE**, p. 711-714, 1981.
- FINCH, V.A. Heat as a stress factor in herbivores under tropical conditions. In: GILCHRIST, F. M.C.; MACKIE, R. I. **Herbivore nutrition in the subtropics and tropics**. Graighall: The Science Press, 1984. p. 89-105.
- FONSECA, W. **Búfalo: estudo e comportamento**. São Paulo: Ícone, 1987.
- FORD, B. D. Swamp buffaloes in large scale ranching systems. In: TULLOH, N. M.; HOLMES, J. H.G. **Buffalo production**. Amsterdam: Elsevier, 1992. p. 465-481. (World Animal Science, C6).
- GLASS, V. Búfalos: cenário adequado. **Globo Rural**, Rio de Janeiro, n. 177, p. 46-52, 2000.
- IGONO, M.O.; BJOTVET, G.; SANFORD-CRANE, H. T. Environmental profile and critical temperature effects on milk production of Holstein cows in desert climate. **International Journal of Biometeorology**, v. 36, p. 77-87, 1992.
- JACOBSEN, K.L. Dairy production management update: the well-being of dairy cows in hot and humid climates. 1. Housing and effects of heat stress. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, v. 18, n. 4, p. 137, 1996.
- KELLY, C. F.; BOND, T. E. Bioclimatic factors and their measurement. In: A guide to environmental research on animals. Washington: [s.n.], 1971. p. 7-92.
- LAWRENCE, A.B.; APPLEBY, M.C. Welfare of extensively farmed animals: principles and practice. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 49, 1996. p. 1-8.
- MARAI, I. F. M.; HABEEB, A. A .M. Adaptability of *Bos taurus* cattle under hot arid conditions. **Annals of Arid Zone**, v. 37, n. 3, p. 253-281, 1998.
- MARTELLO, L. S. **Diferentes recursos de climatização e sua influência na produção de leite, na termorregulação dos animais e no investimento das instalações**. 2002. 67 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2002.
- MARTIN, P.; BATESON, P. **Measuring behavior: an introductory guide**. Cambridge-UK: Cambridge University Press, 1986.

- OLIVEIRA, J. B.; PRADO, H. Levantamento pedológico do Estado de São Paulo. **Boletim Técnico do Instituto Agrônomo de Campinas**, n. 98, 1984.
- PATHAK, N. N. Behaviour and training of river buffaloes. In: TULLOH, N. M.; HOLMES, J. H.G. **Buffalo production**. Amsterdam: Elsevier, 1992. p. 223-232. (World Animal Science, C6).
- SILANIKOVE, N. Effects of water scarcity and hot environment on appetite and digestion in ruminants: a review. **Livestock Production Science**, v. 30, p. 175-194, 1992.
- SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, v. 67, p. 1-18, 2000.
- SILVA, R.G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 2000.
- 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., 1996. **Actas...** Évora, 1996. v. 1, p. 15-18.
- TITTO, E. A.L. **Clima – influência na produção de leite: ambiência na produção de leite em clima quente**. Piracicaba: FEALQ, 1998.
- TITTO, E.A.L.; VELLOSO, L.; ZANETTI, M.A.; CRESTA, A.; TOLEDO, L.R.A.; MARTINS, J. H. Teste da tolerância ao calor em novilhos nelore e marchigiana. **Revista Portuguesa de Zootecnia**, v. 5, n. 1, p. 67-70, 1998.
- TULLOCH, D. G. Behaviour of non-domesticated swamp buffaloes in Australia. In: TULLOH, N. M.; HOLMES, J.H.G. **Buffalo production**. Amsterdam: Elsevier, 1992. p. 247-270. (World Animal Science, C6).
- VALE, W. G. Perspectivas da bubalinocultura no Brasil e na América Latina. In: TONHATI, H; BARNABÉ, V.H.; BARUSELLI, P. (Eds.) **Bubalinos: sanidade, reprodução e produção**. Jaboticabal: Funep, 1999.
- WEBSTER, A. J.F. Farm animal welfare: the five freedoms and the free market. **Veterinary Journal**, v. 161, n. 3, p. 229-237, 2001.
- YOUSEF, M. K. **Stress physiology in livestock: basic principles**, v. 1. Boca Raton: CRC Press, 1985. 3 v.

---

Protocolado em: 3 fev. 2006. Aceito em: 24 abr. 2007.