

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

AMANDA MENINO LEITE

**RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE BOVINOS E BUBALINOS RECEBENDO
DIETAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE CONCENTRADO**

**RECIFE - PE
FEVEREIRO, 2010**

AMANDA MENINO LEITE

**RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE BOVINOS E BUBALINOS RECEBENDO
DIETAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE CONCENTRADO**

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

Orientador: Prof^o Dr. Marcílio de Azevedo

Co-orientador: Prof^o Dr. Marcelo de Andrade Ferreira

RECIFE/PE

Ficha catalográfica

L533r Leite, Amanda Menino
Reações fisiológicas de bovinos e bubalinos recebendo dietas com diferentes níveis de concentrado / Amanda Menino Leite. -- 2010.
42 f. : il.

Orientador: Marcílio de Azevedo.
Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia, Recife, 2010.
Inclui referências e anexo.

1. Ruminantes 2. Parâmetros fisiológicos 3. Níveis de concentrado 4. Termorregulação I. Azevedo, Marcílio de, orientador II. Título

CDD 636

**RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE BOVINOS E BUBALINOS RECEBENDO
DIETAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE CONCENTRADO**

AMANDA MENINO LEITE

Banca examinadora:

Orientador: _____

Prof.º Dr. Marcílio de Azevedo – D.Sc. – UFRPE

Examinadores:

Prof.º Dr. Marcelo de Andrade Ferreira – D.Sc. – UFRPE

Prof.ª. Dra. Ângela Maria Quintão Lana – D.Sc. – UFMG

Prof.ª. Dra. Lúcia Helena de Albuquerque Brasil – D.Sc. – UFRPE

UFRPE – RECIFE

BIOGRAFIA DA AUTORA

Amanda Menino Leite, filha de Oleno Leite Filho e Hortencia Maria Souto Alves Menino, nasceu em 05 de fevereiro de 1978, em João Pessoa, PB. Em agosto de 2005 graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife/PE. Neste mesmo ano iniciou o curso de Licenciatura em Ciências Agrícolas, colando grau em fevereiro de 2008. Em Março de 2008, iniciou o curso de mestrado na mesma instituição, sob orientação do Prof. Marcílio de Azevedo, realizando estudos na Área de Produção Animal, com ênfase em Bioclimatologia Animal.

Agradecimentos Especiais

Obrigada Jesus, meu Paizinho querido, por seu infinito amor e bondade, por conceder-me a graça de chegar até aqui, guiando os meus passos e preparando todo o caminho. Obrigada por não deixar-me esmorecer nem perder a fé.

Sem Ti, eu não seria nem faria nada, a Ti toda honra e toda glória agora e para sempre. Amém.

Maria, mãezinha do céu, obrigada por todo Vosso amor, intercessão e cuidados.

'Estai sempre alegres, orai incessantemente, dai graças em todas as circunstâncias, pois esta é a vontade de Deus a vosso respeito em Cristo Jesus' (1Ts 5, 16-18).

À minha mãe, Hortencia Maria Souto Alves Menino, por uma vida inteira de dedicação, amor e cuidados; aos meus irmãos, Alena Menino Leite, Bruno Adônis Menino Leite e Lívio Iago Menino Leite, parceiros incondicionais; e aos dois grandes amores da minha vida: minha filha, Gabriela Menino Leite dos Santos, razão da minha perseverança, e meu querido esposo Edmo Rolemberg Leite dos Santos, um verdadeiro anjo enviado por Deus.

Dedico

À família mais linda que alguém poderia ter: meu amado esposo Edmo Rolemberg L. dos Santos, e minha amada filha, Gabriela Menino L. dos Santos, os meus maiores tesouros.

Ofereço

Agradecimentos

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, por ter me possibilitado a realização do curso de Graduação e Pós-Graduação.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de auxílio financeiro, imprescindível na realização do mestrado.

Aos meus avós, Abel Alves Menino e Maria de Lourdes Pinho Leite (in memoriam)... Saudades.

À minha avó, Tereza Pinto Souto, e ao meu avô, Oleno Leite Filho, por todas as contribuições ao longo da minha vida.

À minha mãe, Hortencia Maria Souto Alves Menino, pelo seu carinho, apoio, força, dedicação, incentivo e, acima de tudo, amor.

Ao meu pai, Oleno Leite Filho, por sua torcida, ainda que distante.

Ao meu querido tio, Marcos Souto Alves, por todo o seu cuidado, atenção, orientações e amor de pai em todos os momentos da minha vida.

A todos os meus tios e tias que me auxiliaram nesse longo caminho.

Aos meus irmãos, Alena Menino Leite e Lívio Iago Menino Leite, pelo incentivo e cumplicidade, e ao meu irmão, Bruno Adônis Menino Leite, o meu muito obrigado por toda generosidade e apoio, principalmente na reta final deste trabalho.

Ao meu esposo, Edmo Rolemberg Leite dos Santos, por sua compreensão, conselhos, amor, disponibilidade e apoio incondicional.

Aos meus sogros, José Aloísio Dias dos Santos e Maria Bernadete Leite dos Santos, por todas as contribuições dadas ao longo desses anos.

Aos meus cunhados, Edilma Régia, Erickson Rogério e Adriana Albuquerque, por inúmeros momentos de doação.

As minhas sobrinhas lindas, Maria Eduarda e Ana Caroline pelo carinho, amizade e apoio.

À minha querida amiga, Maria Luciana Menezes Wanderley Neves, por todo apoio, carinho, contribuições, presença e orações, imprescindíveis na realização de todas as etapas do mestrado.

À minha amiga, Merilene Maria dos Santos, por sua ajuda, amizade e carinho em todos os momentos.

Ao meu orientador, Profº Marcílio de Azevedo, pela orientação impecável, por todos os ensinamentos, conselhos, amizade, profissionalismo e disponibilidade, tão essenciais na realização desse trabalho.

À Lígia Alexandrina Barros da Costa, por ceder os animais para a realização do experimento, bem como por sua colaboração na execução do mesmo.

Ao professor Marcelo de Andrade Ferreira, por todo o seu apoio na realização do experimento.

À professora Ângela Maria Quintão Lana, pelas valiosas contribuições nas análises estatísticas, bem como sua atenção e profissionalismo.

À Juana Cariri Chagas, aluna da graduação em Zootecnia, pela sua ajuda na execução do experimento.

Aos meus colegas, Érica Carla, Alessandra Oliveira, Kedes Pereira, Fabiana Lopes, Carolina Alves e a todos os demais colegas da Pós-Graduação, pelas contribuições concedidas.

Aos professores e funcionários da Pós-Graduação em Zootecnia da UFRPE, que direta ou indiretamente contribuíram para conclusão deste curso de mestrado.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Composição química dos ingredientes da dieta	22
Tabela 2.	Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais	23
Tabela 3.	Valores médios dos elementos climáticos observados pela manhã - 09h00 e à tarde 15h00 - durante os quatro períodos experimentais	26
Tabela 4.	Médias para a temperatura retal (TR em °C), frequência respiratória (FR, mov/min), temperatura da pele (TPL em °C) da manhã e da tarde e taxa de sudorese (TSUD em g/m ² /h) da manhã, dos bovinos e bubalinos.	28
Tabela 5.	Valores médios de temperatura retal (TR em °C), frequência respiratória (FR, mov/min), temperatura da pele (TPL em °C) da manhã e da tarde, taxa de sudorese (TSUD em g/m ² /h) da manhã de bovinos e búfalos e coeficientes de variação (CV), durante os 4 períodos experimentais.	30
Tabela 6.	Valores médios de temperatura retal (TR em °C), frequência respiratória (FR, mov/min), temperatura da pele (TPL em °C) da manhã e da tarde, (TSUD em g/m ² /h), da manhã e coeficientes de variação (CV), de bovinos e bubalinos em função dos níveis crescentes de concentrado.	31
Tabela 7.	Médias, coeficiente de variação (CV), coeficiente de determinação (R ²) e equação de regressão (ER), para consumos de matéria seca (CMS) e proteína bruta (CPB), em função dos níveis crescentes de concentrado para os bovinos (bo) e bubalinos (bu)	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Temperatura Retal (TR) da tarde dos bovinos e bubalinos em função dos níveis crescentes de concentrado. 32

ANEXO

Figura 1 - Abrigo termométrico localizado no interior do galpão experimental (1) o psicrômetro (2) e o termoigrômetro digital (3). 42

Figura 2 - Galpão experimental (1), os animais (2) e o globotermômetro, instalado no interior do galpão experimental a 1,70 metro do piso (3). 42

SUMÁRIO

REVISÃO DE LITERATURA	15
1. RESUMO	18
2. ABSTRACT	19
3. INTRODUÇÃO	20
4. MATERIAL E MÉTODOS	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
6. CONCLUSÕES	35
7. REFERÊNCIAS	36
ANEXO	41

REVISÃO DE LITERATURA

A adaptabilidade ou capacidade de se adaptar pode ser avaliada pela habilidade do animal em se ajustar às condições ambientais. Animais bem adaptados caracterizam-se pela manutenção do desempenho produtivo durante a exposição ao estresse (BACCARI JR., 1990). Segundo o mesmo autor, a maior parte das avaliações de adaptabilidade dos animais aos ambientes quentes estão incluídas em duas classes: adaptabilidade fisiológica, que descreve a tolerância do animal nesses ambientes, principalmente modificações fisiológicas para a manutenção do seu equilíbrio térmico; e adaptabilidade de rendimento, que descreve as modificações na produtividade animal.

A temperatura retal e a frequência respiratória representam as melhores referências fisiológicas para estimar a tolerância dos animais ao calor (BIANCA e KUNZ (1978). Hopkins et al. (1978) afirmaram que valores de temperatura retal próximos à temperatura normal da espécie podem ser tomados como índice de adaptabilidade. Animais que apresentam menor aumento na temperatura retal e menor frequência respiratória quando expostos a um ambiente quente são considerados mais tolerantes ao calor (BACCARI JR., 1986).

O meio ambiente é fator limitante à produção animal nos trópicos e os principais elementos estressores são a temperatura e umidade do ar, ventos e radiação solar. Estes elementos agem isoladamente ou em conjunto e interferem na alimentação, produção e conforto térmico desses animais. Assim, para avaliar o impacto ambiental sobre os animais, alguns índices de conforto térmico, combinando dois ou mais desses elementos meteorológicos, têm sido utilizados para descrever, mais precisamente, os efeitos do ambiente sobre a habilidade do animal em dissipar calor (WEST, 1999).

O Índice de Temperatura e Umidade (ITU), proposto por Thon (1958), citado por BAÊTA, 1985), foi originalmente desenvolvido como um índice de conforto térmico para humanos, tendo sido utilizado para descrever o conforto térmico de animais, uma vez que alguns autores observaram quedas na produção de leite de vacas, associadas a aumentos no valor de ITU. Esse índice é expresso por $ITU = T_{bs} + 0,36T_{po} + 41,5$; onde, T_{bs} é a temperatura do ar ($^{\circ}C$) e T_{po} é a temperatura do ponto de orvalho em ($^{\circ}C$). O índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), foi proposto por Buffington et al. (1981), com modificações do ITU para vacas leiteiras expostas à radiação e é expresso pela seguinte equação: $ITGU = T_{gn} + 0,36T_{po} + 41,5$, onde T_{gn} é a temperatura do globo negro ($^{\circ}C$) e T_{po} é a temperatura do ponto de orvalho ($^{\circ}C$). Esses autores consideram o índice como mais

35 preciso para se medir conforto térmico, pois o valor absoluto de ITGU engloba os efeitos da
36 temperatura de bulbo seco, da velocidade do ar, da umidade e da radiação solar.

37 Apesar da associação histórica de búfalos com “habitats” tropicais, esses animais são
38 também sensíveis ao estresse pelo calor e alguns estudos têm revelado que a temperatura retal
39 e da pele aumentam rapidamente sob condições de radiação solar direta (MORAN, 1973) e,
40 em geral, suam menos que bovinos (JOSHI et al., 1968; KOGA et al., 1991). Entretanto,
41 quando são movidos para sombra ou aspergidos com água, a temperatura retal dos búfalos
42 decresce rapidamente, após o estresse calórico (CHIKAMUNE et al., 1987).

43 Em ambientes de temperaturas elevadas, quando a produção de calor corporal somada
44 ao ganho de calor proveniente do ambiente excede a capacidade de dissipação pelos animais;
45 todas as fontes que geram calor endógeno são reduzidas, principalmente, o consumo de
46 alimento e o metabolismo basal e energético, enquanto a temperatura corporal, a frequência
47 respiratória e a taxa de sudorese aumentam. As alterações dos parâmetros indicam tentativas
48 do animal de minimizar o desbalanço térmico para manter a homeotermia (SOTA et al.,
49 1996). Assim sendo, o desempenho animal em ambientes quentes está diretamente
50 relacionado à sua eficiência em dissipar o calor corporal excedente, preservando o seu
51 equilíbrio térmico. Porém, comparados aos bovinos, bubalinos têm menor variação na
52 temperatura retal e frequência respiratória quando expostos a altas temperaturas (MULLICK,
53 1960), suportam menos o calor quando expostos diretamente à radiação solar que o Nelore e
54 os mestiços bovinos (VILLARES et al., 1979) e são mais facilmente estressados pelo calor
55 ambiental que os bovinos nativos do Vietnã (THANH; CHANG, 2007).

56 O resultado de uma série de experimentos conduzidos para comparar a termorregulação
57 em búfalos com aquela de bovinos de origem temperada revelaram que a temperatura retal
58 dos búfalos flutua com as variações diurnas da temperatura do ar (KOGA et al., 1999a). Essa
59 flutuação foi o resultado do transporte ativo de calor através do aumento do fluxo sanguíneo
60 do núcleo do corpo para a sua superfície (KOGA et al., 1999b), pois segundo Reece (1996), o
61 sangue circulante é um distribuidor do calor corpóreo.

62 Uma das alternativas propostas por Beede e Collier (1986) para atenuar o estresse pelo
63 calor em ruminantes é reduzir a relação volumoso:concentrado da dieta dos animais. A
64 produção de calor no corpo e sua temperatura são mais elevadas quando há um consumo
65 predominante de forragens ou níveis elevados de proteína bruta no concentrado (BACCARI
66 Jr., 2001). Para Hafez (1973), rações compostas exclusivamente de volumoso, traduzem-se
67 em maiores temperaturas corporais e frequências respiratórias em relação àquelas ricas em
68 concentrado. Segundo Lucci (1977), rações com baixo teor de volumoso seriam mais

69 indicadas para as condições tropicais, em virtude do seu menor incremento calórico.
70 Entretanto, os resultados disponibilizados pela pesquisa com bovinos e bubalinos não
71 corroboram esta assertiva. Barcelos et al. (1989) encontraram valores significativamente mais
72 elevados de frequência respiratória em bubalinos e bovinos Nelore, Holandês e seus mestiços,
73 submetidos a dietas com maior porcentagem de concentrado na dieta. Guimarães et al. (2001),
74 também avaliaram a termorregulação de búfalos submetidos a duas proporções de volumoso e
75 concentrado, observaram que o tipo de dieta fornecida aos búfalos não influenciou a
76 temperatura retal dos animais, e os bubalinos que receberam a dieta mais rica em concentrado
77 apresentaram aumento significativo na taxa de sudação e frequência respiratória.

78 Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da inclusão de
79 concentrado na dieta de bovinos e bubalinos sobre os parâmetros fisiológicos dos animais.

80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102

103 **Respostas fisiológicas de bovinos e bubalinos recebendo dietas com diferentes níveis de**
104 **concentrado¹**

105
106 **Amanda Menino Leite², Marcílio de Azevedo³, Marcelo de Andrade Ferreira^{3,4}, Antônia**
107 **Sherlânea Chaves Vêras^{3,4}, Lígia Alexandrina Barros da Costa⁵, Maria Luciana**
108 **Menezes Wanderley Neves⁵, Ângela Maria Quintão Lana⁶**

109
110 *Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de*
111 *Pernambuco, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, 52171-900, Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil.*

112 **Autor para correspondência. E-mail: mandinhazoo@gmail.com*

113
114 **RESUMO** - O objetivo deste trabalho foi verificar as respostas fisiológicas de bovinos e
115 bubalinos, recebendo dietas com diferentes proporções de volumoso e concentrado. O
116 experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de
117 Pernambuco, no período de fevereiro a junho de 2006. Foram utilizados quatro bubalinos e
118 quatro bovinos, alimentados com rações contendo níveis crescentes de concentrado, com base
119 da matéria seca (MS). Os animais foram alojados em baias individuais de piso concretado, em
120 galpão coberto com telha de fibrocimento. O delineamento experimental foi inteiramente
121 casualizado com arranjo em parcelas subdivididas, sendo a parcela composta por um arranjo
122 fatorial 2 x 4 (duas espécies e quatro níveis de concentrado: 0, 24, 48, 72%) e na subparcela o
123 período de avaliação. O ensaio foi analisado por turnos, manhã e tarde. O experimento teve
124 duração de 114 dias. O ambiente foi monitorado por intermédio de um abrigo termométrico,
125 localizado no interior do galpão. A termorregulação foi avaliada por medidas da temperatura
126 retal (TR), frequência respiratória (FR), temperatura de pele (TP) e taxa de sudação (TSUD).
127 Durante o período experimental, a temperatura do ar variou de 25,6 a 31,0 °C, o Índice de
128 temperatura e umidade (ITU) de 76,0 a 81,6 e o Índice de temperatura de globo e umidade
129 (ITGU) de 77,7 a 84,8 e a Carga Térmica de Radiação (CTR) de 480,1 a 538,4. O aumento
130 nos níveis de concentrado na dieta de bovinos e bubalinos ocasionou aumentos na TR, FR e
131 TPL dos animais, entretanto, esses valores se mantiveram dentro da faixa fisiológica normal.

132 **Palavras-chave:** ruminantes, parâmetros fisiológicos, termorregulação, níveis de concentrado

¹ Parte da dissertação de mestrado da primeira autora, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – PPGZ, DZ/UFRPE, Recife/PE, financiada pelo CNPq

² Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - PPGZ, DZ/UFRPE e-mail: mandinhazoo@gmail.com

³ Professor da UFRPE – PPGZ, DZ/UFRPE

⁴ Bolsista de produtividade em Pesquisa do CNPq

⁵ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – PPGZ, DZ/UFRPE

⁶ Professora da Escola de Veterinária do DZOO/ UFMG

133 **Physiological responses of cattle and buffaloes fed diets with different levels of**
134 **concentrate**

135
136
137 ABSTRACT - The objective of this work was to investigate the physiological responses
138 of cattle and buffaloes to warm temperatures is affected when fed diets with different
139 proportions of forage and concentrate. The experiment was conducted in the Animal Science
140 Department at the Federal Rural University of Pernambuco, from February to June 2006. Four
141 male buffaloes and four steers were fed diets with increasing levels of concentrate, on dry
142 matter basis (DM). Animals were housed in individual pens with cemented floor and covered
143 with asbestos-cement tiles. It was used a split-plot arrangement in a complete randomized
144 experimental design. The experiment lasted for 114 days. The environment was monitored by
145 a meteorological station installed at the experimental area. Thermoregulation was evaluated
146 by measures of rectal temperature (RT), respiratory rate (RR), skin temperature (TP), and
147 sweating rate (TSUD). Average air temperature ranged from 25.6 to 31.0 °C, the temperature
148 and humidity index (THI) from 76.0 to 81.6 the black globe temperature and humidity index
149 (BGHI) from 77.7 to 84.8, and Radiant Thermal Charge (RTC) from 480.1 to 538.4 watts/m².
150 Higher levels of concentrate in the diet of cattle and buffaloes increased RT, RR, and TP of
151 animals, but these values remained within the normal physiological range.

152 **Key Words:** ruminants, physiologic parameters, thermoregulation, levels of concentrate

INTRODUÇÃO

167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200

A adaptabilidade ou capacidade de se adaptar pode ser avaliada pela habilidade do animal em se ajustar às condições ambientais. Animais bem adaptados caracterizam-se pela manutenção no desempenho produtivo durante a exposição ao estresse (BACCARI JR., 1990).

Quando em ambientes de temperaturas elevadas, a produção de calor corporal somada ao ganho de calor proveniente do ambiente excede a dissipação pelos animais: todas as fontes que geram calor endógeno são reduzidas, principalmente o consumo de alimento e o metabolismo basal e energético, enquanto a temperatura corporal, a frequência respiratória e a taxa de sudorese aumentam. As alterações dos parâmetros indicam tentativas do animal de minimizar o desbalanço térmico para manter a homeotermia (Sota et al., 1996). Assim sendo, o desempenho animal em ambientes quentes está diretamente relacionado à sua eficiência em dissipar o calor corporal excedente, preservando o seu equilíbrio térmico.

O meio ambiente é fator limitante à produção de bovinos e bubalinos nos trópicos e os principais elementos estressores são a temperatura e umidade do ar, ventos e radiação solar. Estes elementos agem isoladamente ou em conjunto e interferem na alimentação, produção e conforto térmico dos bovinos e bubalinos. Apesar da associação histórica de búfalos com “habitats” tropicais, esses animais são também sensíveis ao estresse pelo calor e alguns estudos têm revelado que a temperatura retal e a da pele aumentam rapidamente sob condições de radiação solar direta (MORAN, 1973) e búfalos, em geral, suam menos que bovinos (JOSHI et al., 1968; KOGA et al., 1991). Entretanto, quando são movidos para sombra ou aspergidos com água, a temperatura retal dos búfalos decresce rapidamente, após o estresse calórico (CHIKAMUNE et al., 1987). Porém, comparados aos bovinos, os bubalinos têm menor variação na temperatura retal e frequência respiratória quando expostos a altas temperaturas (MULLICK, 1960) e suportam menos o calor quando expostos diretamente à radiação solar que o Nelore e os mestiços bovinos (VILLARES et al., 1979). Também são mais facilmente estressados pelo calor ambiental que os bovinos nativos do Vietnã (THANH; CHANG, 2007). O resultado de uma série de experimentos conduzidos para comparar a termorregulação em búfalos com aquela de bovinos de origem temperada revelaram que a temperatura retal dos búfalos flutua com as variações diurnas da temperatura do ar (KOGA et al., 1999a). Essa flutuação foi o resultado do transporte ativo de calor através do aumento do fluxo sanguíneo do núcleo do corpo para a sua superfície (KOGA et al., 1999b), pois segundo Reece (1996) o sangue circulante é um distribuidor do calor corpóreo.

201 Uma das alternativas propostas por Beede e Collier (1986) para atenuar o estresse pelo
202 calor em ruminantes é reduzir a relação volumoso:concentrado da dieta dos animais. A
203 produção de calor no corpo e sua temperatura são mais elevadas quando há um consumo
204 predominante de forragens ou níveis elevados de proteína bruta no concentrado (BACCARI
205 Jr., 2001). Para Hafez (1973), rações compostas exclusivamente de volumoso, traduzem-se
206 em maiores temperaturas corporais e frequências respiratórias, em relação àquelas ricas em
207 concentrado. Segundo Lucci (1977), rações com baixo teor de volumoso seriam mais
208 indicadas para as condições tropicais em virtude do seu menor incremento calórico.
209 Entretanto, os resultados disponibilizados pela pesquisa com bovinos e bubalinos não
210 corroboram esta assertiva. Barcelos et al. (1989) encontraram valores significativamente mais
211 elevados de frequência respiratória em bubalinos e bovinos Nelore, Holandês e seus mestiços,
212 submetidos a dietas com maior porcentagem de concentrado na dieta. Guimarães et al. (2001),
213 também avaliaram a termorregulação de búfalos submetidos a duas proporções de volumoso e
214 concentrado, e observaram que o tipo de dieta fornecida aos búfalos não influenciou a
215 temperatura retal dos animais e os bubalinos que receberam a dieta mais rica em concentrado
216 apresentaram aumento significativo na taxa de sudorese e frequência respiratória. Diante do
217 exposto, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da inclusão de concentrado na dieta de
218 bovinos e bubalinos sobre os parâmetros fisiológicos dos animais em condições de calor.

219

220

MATERIAL E MÉTODOS

221

222 O experimento foi realizado no período de Fevereiro a Junho de 2006, no Departamento
223 de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, localizada no município de
224 Recife, Zona da Mata de Pernambuco, latitude 8° 03' 14" e longitude 34° 52' 52". O clima da
225 Região Metropolitana do Recife, segundo classificação de Köppen, é do tipo As' – tropical
226 quente e úmido, com verão seco e chuvas de outono-inverno. Possui temperatura média anual
227 de 25,8 °C, podendo variar entre 24 e 26 °C. A umidade relativa do ar varia entre 72,5 e 85%,
228 e apresenta média anual de índice pluviométrico superior a 1600 mm (ANDRADE, 2003).

229 Foram utilizados quatro bovinos 5/8 Holandês-Zebu e quatro bubalinos da raça Murrah,
230 com peso vivo médio inicial de $461,19 \pm 7,59$ e $455,44 \pm 7,85$ kg, respectivamente, e em
231 média 24 meses de idade, submetidos inicialmente ao tratamento contra endo e ectoparasitos.
232 Os animais foram alojados em baias individuais, com piso de concreto, contendo bebedouros
233 e comedouros de alvenaria.

234 O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com arranjo em parcelas
 235 subdivididas, sendo a parcela composta por um arranjo fatorial 2 x 4 (duas espécies e quatro
 236 níveis de concentrado) e na subparcela o período de avaliação. O ensaio foi analisado por
 237 turnos, manhã e tarde.

238 O volumoso utilizado foi o feno de capim-Tifton (*Cynodon ssp.*) e o concentrado foi
 239 constituído por milho moído, farelo de soja e sal mineral. O fornecimento de alimentos foi
 240 realizado à vontade, duas vezes ao dia, às 8h30 e 15h30, e ajustado para permitir sobras de 5 a
 241 10% do total de MS fornecida, para garantir o consumo voluntário e manter os níveis dos
 242 diferentes ingredientes nos respectivos tratamentos. A água esteve permanentemente à
 243 disposição dos animais.

244 Na Tabela 1 estão apresentadas as composições químicas dos ingredientes das dietas e na
 245 Tabela 2, as proporções dos ingredientes nas dietas experimentais, bem como a composição
 246 química das dietas experimentais, na base da MS.

247
 248 **Tabela 1.** Composição química dos ingredientes da dieta

249 *Table 1. Chemistry composition of ingredients in diets*

Itens <i>itens</i>	Alimentos		
	Feeds		
	Feno de Tifton <i>Tifton hay</i>	Milho de Moído <i>Cracked corn</i>	Farelo de Soja <i>Soybean meal</i>
MS (%) (<i>DM</i>)	88,11	88,55	88,24
PB ² (<i>CP</i>)	8,02	9,92	50,00
FDN ² (<i>NDF</i>)	79,32	15,32	15,23
FDA ² (<i>ADF</i>)	34,97	2,40	8,78
EE ² (<i>EE</i>)	2,56	4,87	3,34
MM ² (<i>MM</i>)	8,04	2,11	8,32
MO (<i>OM</i>)	91,96	97,89	91,68
CHT ² (<i>TC</i>)	81,12	83,11	38,34
CNF ² (<i>NFC</i>)	2,06	67,79	23,10

250 MS = matéria seca, PB = proteína bruta, FDN = fibra em detergente neutro, FDA = fibra em
 251 detergente ácido, EE = extrato etéreo, MM = matéria mineral, MO = matéria orgânica, CHT =
 252 carboidratos totais, CNF = carboidratos não fibrosos.

253 *DM = dry matter, CP = crude protein, NDF = fiber in neutral detergent, ADF= fiber in acid detergent, EE = ether*
 254 *extract, MM = mineral matter, OM = organic matter, TC = total carbohydrates, NFC = non fiber carbohydrates.*

255 ¹FONTE: Pereira (2007); ²% MS (*DM*)

256

257 **Tabela 2.** Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais

258 **Table 2** *Ingredients and Chemistry composition of experimental diets*

Ingredientes <i>Ingredients</i>	Níveis de concentrado na dieta <i>Levels of concentrate in the diet</i>			
	0,0	24,0	48,0	72,0
	(% de matéria seca da dieta) <i>(% of dry matter in diet)</i>			
Feno de Tifton <i>Tifton hay</i>	100,0	76,0	52,0	28,0
Milho Moído <i>Cracked corn</i>	0,0	17,76	35,52	53,28
Farelo de Soja <i>Soybean meal</i>	0,0	6,24	12,48	18,72
Nutrientes <i>Nutrients</i>	Composição bromatológica das dietas <i>Chemistry composition of diets</i>			
MS (%) (DM)	88,11	88,20	88,28	88,37
MO (OM)	91,96	92,99	94,03	95,07
PB ² (CP)	8,02	10,98	13,94	16,89
FDN ² (NDF)	79,32	63,95	48,59	33,22
FDA ² (ADF)	45,07	35,50	25,93	16,36
EE ² (EE)	2,56	3,02	3,48	3,93
MM ² (MM)	8,04	7,01	5,97	4,93
CHT ² (TC)	81,12	78,81	76,49	74,17
CNF ² (NFC)	2,06	15,04	28,03	41,02
NDT ² (TDN)	54,91	57,10	64,46	66,96

259 MS = matéria seca, MO = matéria orgânica, PB = proteína bruta, FDN = fibra em detergente neutro,
 260 FDA = fibra em detergente ácido, EE = extrato etéreo, MM = matéria mineral, CHT = carboidratos
 261 totais, CNF = carboidratos não fibrosos.

262 *DM = dry matter, OM = organic matter, CP = crude protein, NDF = fiber in neutral detergent, ADF= fiber in acid*
 263 *detergent, EE = ether extract, MM = mineral matter, TC = total carbohydrates, NFC = non fiber carbohydrates, TDN =*
 264 *total digestible nutrient.*

265 ¹FONTE: Marques, (2008); ² % MS (DM)

266

267

268

269

270 O experimento teve duração de 114 dias, sendo 30 dias para adaptação dos animais ao
271 manejo e instalações, seguido de 4 períodos de 21 dias, dos quais 14 foram destinados à
272 adaptação dos animais às dietas e 7 para coleta de dados. Os períodos 1 e 2 corresponderam
273 ao mês de abril e os períodos 3 e 4 corresponderam aos meses de maio e junho,
274 respectivamente.

275 Os parâmetros fisiológicos temperatura retal (TR em °C), frequência respiratória (FR,
276 mov/min) e temperatura de pele (TPL em °C) foram avaliados três dias seguidos em cada
277 período, nos turnos da manhã e da tarde e a taxa de sudação (TSUD em g/m²/h) foi mensurada
278 apenas pela manhã, sendo uma vez em cada período experimental. A TR foi obtida por
279 intermédio de um termômetro clínico digital, introduzido no reto de cada animal; a FR pela
280 contagem dos movimentos respiratórios no flanco do animal durante 30 segundos,
281 multiplicando-se o resultado por dois para obter a frequência respiratória por minuto. A TPL
282 foi obtida em cada flanco dos animais, por intermédio de um termômetro infravermelho
283 digital, portátil, com mira laser circular. Nas análises estatísticas foram utilizadas as médias
284 de TPL obtidas nos dois flancos. A TSUD foi obtida por intermédio do método colorimétrico
285 proposto por Schleger e Turner (1965).

286 O ambiente foi monitorado às 9h e 15h, durante três dias consecutivos em cada período
287 experimental, por intermédio de um abrigo termométrico localizado no interior do galpão,
288 onde foram instalados um psicrômetro para medida das temperaturas dos bulbos seco (Tbs) e
289 úmido (Tbu), e um termômetro de extrema, para obtenção de temperaturas máxima e mínima
290 do dia. Um globotermômetro foi instalado no interior do galpão experimental a 1,70 metro do
291 piso, correspondendo à altura do dorso dos animais. Os valores mensurados através do
292 psicrômetro e termômetro de globo negro foram registrados para os cálculos das estimativas
293 médias dos índices de temperatura e umidade (ITU), temperatura de globo e umidade (ITGU)
294 e Carga Térmica de Radiação (CTR), bem como para avaliação da variação desses índices
295 durante os diferentes períodos do experimento. A velocidade do vento foi medida por
296 intermédio de um anemômetro digital portátil, também na altura do dorso dos animais. O
297 índice de temperatura e umidade (ITU), foi calculado utilizando-se a equação proposta por
298 Thon (1958, citado por BAÊTA, 1985): $ITU = Tbs + 0,36Tpo + 41,5$; onde, Tbs é a
299 temperatura do ar (°C) e Tpo é a temperatura do ponto de orvalho em (°C). O índice de
300 temperatura de globo e umidade (ITGU) foi determinado de acordo com a fórmula
301 desenvolvida por Buffington et al. (1981): $ITGU = Tgn + 0,36Tpo + 41,5$, onde Tgn é a
302 temperatura do globo negro (°C) e Tpo é a temperatura do ponto de orvalho (°C). A Carga
303 Térmica de Radiação (CTR), foi calculada utilizando-se a equação referenciada por Esmay

304 (1969): $CTR = \sigma \times (TRM)^4$, onde a CTR é a Carga Térmica de Radiação (W/m^2), σ é a
305 Constante de Stefan Boltzmann ($5,67 \times 10^{-8} W/m^2/K^4$) e TRM é a temperatura radiante média
306 (K), obtida pela equação: $TRM = 100[2,51 \times \sqrt{v_v}(T_{gn} - T_{bs}) + (\frac{T_{gn}}{100})^4]^{1/4}$, em que v_v é a
307 velocidade do vento (m/s) e T_{bs} é a temperatura do bulbo seco ($^{\circ}C$). Para os cálculos da
308 umidade relativa do ar e da temperatura do ponto de orvalho foi utilizado o Programa
309 Computacional para o Cálculo das Propriedades Psicométricas do ar GRAPSI 6.0 (UFV,
310 2006).

311 Procedeu-se a um estudo para verificar se as pressuposições de distribuição normal e
312 homocedasticidade dos dados foram atendidas. Os resultados foram analisados
313 estatisticamente por meio de análises de variância e regressão, utilizando-se o Sistema de
314 Análises Estatísticas e Genéticas SAEG (UFV, 2003) e as médias foram comparadas pelo
315 teste de Tukey em nível de 5% de significância.

316

317

318

319

320

321

322

323

324

325

326

327

328

329

330

331

332

333

334

335

336

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios dos elementos climáticos e índices de conforto térmico, durante os quatro períodos experimentais se encontram na Tabela 3.

Tabela 3. Valores médios dos elementos climáticos observados pela manhã - 09h00 e à tarde 15h00 - durante os quatro períodos experimentais

Table 3. Average values of the climatic elements observed in the morning – 9 A.M. - and at afternoon - 3 P.M. - during the four experimental periods

VARIÁVEL <i>Variable</i>	TURNO <i>Session</i>	PERÍODOS (<i>period</i>)			
		1	2	3	4
Tbs (<i>Tbs</i>)	Manhã (<i>Morning</i>)	30,3	29,6	25,6	27,6
	Tarde (<i>Afternoon</i>)	31,0	30,3	27,6	27,6
UR (<i>RH</i>)	Manhã (<i>Morning</i>)	77,5	79,3	89,8	78,7
	Tarde (<i>Afternoon</i>)	71,6	75,4	79,0	78,7
vv (<i>ws</i>)	Manhã (<i>Morning</i>)	1,1	0,2	0,5	0,2
	Tarde (<i>Afternoon</i>)	0,6	0,2	0,3	0,7
ITU (<i>THI</i>)	Manhã (<i>Morning</i>)	81,2	80,4	76,0	77,6
	Tarde (<i>Afternoon</i>)	81,6	81,0	77,6	77,6
ITGU (<i>BGHI</i>)	Manhã (<i>Morning</i>)	84,2	84,8	77,7	80,0
	Tarde (<i>Afternoon</i>)	84,3	84,7	80,0	79,7
CTR (<i>RTC</i>)	Manhã (<i>Morning</i>)	538,4	519,0	480,1	493,5
	Tarde (<i>Afternoon</i>)	520,2	528,2	486,9	500,8

Tbs = Temperatura do Bulbo Seco (°C), UR = Umidade Relativa do Ar (%), vv = Velocidade dos Ventos (m/s), ITU = Índice de Temperatura e Umidade, ITGU = Índice de Temperatura Globo e Umidade, CTR = Carga Térmica Radiante (W/m²)

Ta = dry bulb temperature (°C), HR = relative air humidity (%), WS = wind speed (m/s), THI = temperature and humidity index, BGHI = Black globe-humidity index, RTC = radiant thermal charge

Durante o período experimental, a temperatura média do ar variou de 25,6 a 31,0°C, a umidade relativa de 71,6 a 89,8%, a velocidade dos ventos de 0,2 a 1,1 m/s, o ITU de 76,0 a 81,6, o ITGU de 77,7 a 84,8 e a CTR de 480,1 a 538,4 (W/m²) (Tabela 3). As temperaturas

356 máxima e mínima observadas durante o experimento foram, respectivamente: 35 e 28°C
357 (período 1); 34 e 28°C (período 2); 29 e 23°C (período 3) e 31 e 23°C (período 4).

358 A temperatura média máxima observada durante o período experimental (31°C) foi
359 maior que a crítica superior (27°C) da zona de conforto para a maioria das espécies
360 domésticas, citada por Fuquay (1981). Segundo Goswami e Narain (1962), a zona de
361 termoneutralidade para búfalos está na faixa de 15,5 a 21,2 °C, também abaixo da temperatura
362 máxima observada durante o período experimental (31°C). Entretanto, esses mesmos
363 pesquisadores observaram estresse térmico quando a temperatura ultrapassou 29,0°C.
364 Guimarães et al. (2001) verificaram sintomas de estresse pelo calor em temperatura de 36,0
365 °C, bem acima da zona de conforto para a espécie bubalina citada por Goswami e Narain
366 (1962). Pereira (2005) citou o valor de 31 °C de temperatura ambiente como o valor crítico
367 para novilhos mestiços; esse valor crítico está igual à temperatura máxima (31°C) observada
368 durante o período experimental. Titto et al. (1997) observaram aumentos na temperatura retal
369 em búfalos submetidos à temperatura ambiente de 34,7°C.

370 Thanh et al. (2007) avaliaram diferenças adaptativas entre búfalos e bovinos e
371 encontraram variações na frequência respiratória de búfalos do Pântano iguais a 20-35
372 (mov/min) e nos bovinos vietnamitas de 18-21 (mov/min), durante os meses de fevereiro a
373 maio, cuja temperatura do ar e UR variaram entre 24 – 39 °C e 57 – 86 %, respectivamente.

374 De acordo com Nääs (1998), o ITU é o parâmetro mais utilizado para avaliação do
375 estresse térmico. No entanto, apesar da grande variação nos limites de ITU para definir
376 situações de conforto ou estresse, observado em diversos trabalhos, Hahn (1985) cita que
377 valores de ITU acima de 78 são estressantes para todas as espécies animais. Entretanto, Costa
378 (2007), em um trabalho pioneiro realizado no Nordeste do Brasil, baseando-se na temperatura
379 retal, estimou níveis críticos de índices de conforto para novilhas bubalinas e encontrou o
380 valor de 79,5 para o ITU e 89,1 para o ITGU, com a temperatura do ar variando de 17 a 33 °C
381 durante o período experimental. A literatura consultada não disponibiliza níveis críticos de
382 índices de conforto térmico para novilhos da espécie bovina. Baseado nesses índices de
383 conforto e valor crítico de temperatura do ar, pode-se afirmar que os animais foram
384 submetidos a condições estressantes apenas nos períodos 1 e 2.

385 As médias da TR, FR, e TPL dos bubalinos e bovinos, nos períodos da manhã e da
386 tarde, e as médias da TSUD no período da manhã, encontram-se na Tabela 4.

387

388

389 **Tabela 4.** Médias para temperatura retal (TR em °C), frequência respiratória (FR mov/min),
 390 temperatura da pele (TPL em °C) da manhã e da tarde e taxa de sudorese (TSUD em g/m²/h)
 391 da manhã, dos bovinos e bubalinos

392 *Tabela 4. Averages for the rectal temperature (RT, °C), respiratory rate (RR, mov.min.), skin*
 393 *temperature (ST, °C) in the morning and afternoon and sweating rate of cattle and buffaloes (SR, g.m*
 394 *².h⁻¹) in the morning*

ANIMAL (animal)	TR (RT)		FR (RR)		TPL (ST)		TSUD (SR)
	Manhã (morning)	Tarde (afternoon)	Manhã (morning)	Tarde (afternoon)	Manhã (morning)	Tarde (afternoon)	Manhã (morning)
Bubalino Buffaloes	38,38 b	38,59 b	27,33 b	25,92 b	36,80 b	37,09 b	63,12 b
Bovino Cattle	38,65 a	38,90 a	45,13 a	48,60 a	37,86 a	37,97 a	94,12 a

395 Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si, pelo teste F (P<0,05)

396 *Averages followed by different letters in the column differ one another by F test (P <0.05)*

397

398 Houve efeito significativo de espécies, níveis de concentrado e de períodos nos
 399 parâmetros avaliados. Não houve interação significativa de 1ª e 2ª ordem entre os fatores
 400 estudados. Observou-se efeito significativo (P< 0,05) da espécie animal sobre a TR, FR, TPL
 401 e TSUD (Tabela 4). A TR, FR, TPL e TSUD dos bubalinos foram menores (P<0,05) que a
 402 dos bovinos nos períodos da manhã e da tarde. De um modo geral, as variações de TR e FR
 403 observadas no presente estudo estão dentro dos limites fisiológicos considerados normais para
 404 búfalos e bovinos. Gutiérrez e Gonzáles (1998) citam os valores normais de temperatura
 405 corporal e frequência respiratória de búfalos, variando de 38,3 a 39,3°C e 18 a 22 mov/min,
 406 respectivamente. Para bovinos taurinos adultos, Silva (2000) cita os valores normais de
 407 temperaturas retais, variando de 37,5 a 39,3°C, e dos zebuínos variando de 38,5 a 39,7°C. De
 408 acordo com Silanikove (2000), ruminantes com FR variando de 40 a 60 mov/min denotam
 409 estresse mínimo pelo calor, e de 80-120 mov/min, estresse alto. Dessa forma, as variações de
 410 TR e FR observadas nos animais sugerem uma situação de baixo estresse pelo calor. Esses
 411 resultados podem ser explicados pela pequena diferença entre o maior valor de ITU,
 412 observado no experimento (81,6), e o valor crítico (79,5) estimado por (Costa, 2007) para
 413 bubalinos. Dessa maneira, pode-se inferir que durante os períodos I e II o estresse pelo calor
 414 foi de pequena magnitude e insuficiente para provocar grandes impactos na fisiologia dos
 415 animais, ou seja, com uma pequena mobilização do aparelho respiratório, somado às perdas
 416 de calor por sudação, os animais conseguiram manter a homeotermia. Além disso, segundo

417 West (1999), quando bovinos são expostos a estresse calórico, há redução no consumo de
418 MS. Entretanto, Marques (2008), trabalhando concomitantemente no mesmo experimento,
419 onde os CMS em kg/dia, %PV e %PV^{0,75} dos bovinos e búfalos aumentaram linearmente
420 (P<0,05), com o aumento dos níveis de concentrado. Chikamune & Shimizu (1983), ao
421 trabalharem com fêmeas adultas secas e não-prenhas, também verificaram menor temperatura
422 retal e frequência respiratória nas búfalas (37,6°C e 12,7 mov/min) em relação às vacas da
423 raça Holandesa (38,5°C e 22,6 mov/min). Barcelos et al. (1989), em um estudo com novilhos
424 castrados de 16 meses de idade, constataram menor (P<0,05) temperatura retal e frequência
425 respiratória em bubalinos (38,46°C e 14 mov/min) que nos bovinos 5/8 Holandês-Zebu
426 (38,77°C e 17 mov/min). Durante o período experimental, as variações de temperatura do ar e
427 UR foram de 14,3 – 30,7°C e 40,5 – 90,0 %, respectivamente. Chikamune & Shimizu (1983)
428 sugeriram que os bubalinos possuem uma menor taxa metabólica que os bovinos, o que seria
429 uma justificativa para esses resultados.

430 Búfalos suam menos que os bovinos devido a menor quantidade de glândulas
431 sudoríparas comparadas aos bovinos, porém as vias respiratórias nessa espécie são de maior
432 relevância na manutenção da homeotermia (Villares et al., 1979). Em geral, animais que
433 apresentam maior capacidade de sudação utilizam menos a FR para dissipar calor (Azevedo,
434 2004). Assim, é possível afirmar que apesar da taxa de sudação dos bubalinos ter sido menor
435 que a dos bovinos (P<0,05), os menores valores de FR para essa espécie mostram a eficiente
436 utilização desta via para manutenção do equilíbrio térmico. O aumento da temperatura da pele
437 é um dos principais fatores que estimula a taxa de sudação, sendo assim, a maior taxa de
438 sudação apresentada pelos bovinos em relação aos bubalinos está coerente com a maior TPL
439 observada nessa espécie animal.

440 Os valores médios das variáveis fisiológicas TR, FR, TPL e TSUD dos bovinos e
441 búfalos nos quatro períodos experimentais estão apresentados na Tabela 5.

442
443
444
445
446
447
448
449
450

451 **Tabela 5.** Valores médios de temperatura retal (TR em °C), frequência respiratória
 452 (FR, mov/min), temperatura da pele (TPL em°C) da manhã e da tarde, taxa de sudorese
 453 (TSUD em g/m²/h) da manhã de bovinos e búfalos e coeficientes de variação (CV), durante os
 454 4 períodos experimentais

455 *Tabela 5. (Averages for rectal temperature (RT, °C), respiratory rate (RR, mov.min⁻¹), skin*
 456 *temperature (ST, °C) in the morning and at afternoon, sweating rate of cattle and buffaloes (SR, g.m⁻²*
 457 *.h⁻¹) in the morning, and coefficients of variation (CV) during the four experimental periods*

PERÍODO (<i>period</i>)	TR (RT)		FR (RR)		TPL (ST)		TSUD (SR)
	Manhã (<i>morning</i>)	Tarde (<i>afternoon</i>)	Manhã (<i>morning</i>)	Tarde (<i>afternoon</i>)	Manhã (<i>morning</i>)	Tarde (<i>afternoon</i>)	Manhã (<i>morning</i>)
1	38,7a	38,9a	41,9a	44,0a	38,3a	38,1a	59,7bc
2	38,5ab	38,8a	40,2a	38,2a	38,1a	37,7ab	53,8c
3	38,4b	38,7a	26,8b	33,5a	36,1b	37,1b	89,3ab
4	38,4b	38,6a	36,0ab	33,3a	36,9b	37,2b	111,7a
CV(%)	0,54	0,56	23,69	24,86	1,81	1,54	27,8

458 Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05)

459 *Averages followed by different letters in the column differ one another by Tukey test (P <0.05)*

460

461 Houve efeito (P<0,05) de período sobre a TR, FR e TPL no turno da manhã, TPL no
 462 turno da tarde e TSUD (Tabela 5), onde se observa que os parâmetros fisiológicos foram
 463 maiores nos períodos mais estressantes 1 e 2, exceto a TSUD, que foi significativamente
 464 maior (P<0,05) nos períodos 3 e 4. Apesar dessa diferença significativa, vale ressaltar que a
 465 taxa de sudação é uma característica muito variável (CV = 27,8%), conforme evidenciado em
 466 diversas pesquisas.

467 Os valores médios das variáveis fisiológicas TR, FR, TPL e TSUD dos bovinos e
 468 búfalos, nos quatro níveis de concentrado (0, 24, 48 e 72%), estão apresentados na Tabela 6.

469

470

471

472

473

474

475

476

477 **Tabela 6.** Valores médios de temperatura retal (TR em °C), frequência respiratória
 478 (FR, mov/min) e temperatura da pele (TPL em °C) da manhã e da tarde, (TSUD em g/m²/h)
 479 da manhã e coeficientes de variação (CV), de bovinos e bubalinos em função dos níveis
 480 crescentes de concentrado

481 *Tabela 6. Averages for the rectal temperature (RT, °C), respiratory rate (RR, mov.min⁻¹), skin*
 482 *temperature (ST, °C) in the morning and in the afternoon, sweating rate of cattle and buffaloes (SR,*
 483 *g.m⁻².h⁻¹) in the morning, and coefficients of variation (CV), in function of the increasing levels of*
 484 *concentrated*

Níveis de Concentrado (%) (Levels of concentrate)	TR (RT)		FR (RR)		TPL (ST)		TSUD (SR)
	Manhã (Morning)	Tarde (Afternoon)	Manhã (Morning)	Tarde (Afternoon)	Manhã (Morning)	Tarde (Afternoon)	Manhã (Morning)
	0	38,4a	38,6b	31,7a	30,1b	36,8a	37,0b
24	38,5a	38,7ab	33,1a	32,2ab	37,4a	37,5ab	71,6a
48	38,6a	38,8ab	39,9a	42,7ab	37,7a	37,7ab	85,0a
72	38,6a	38,9a	40,2a	44,0a	37,5a	37,9a	86,9a
CV (%)	0,54	0,56	23,69	24,86	1,81	1,54	27,8

485 Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05)

486 *Averages followed by different letters in the column differ one another by Tukey test (P <0.05)*

487

488 Os níveis de concentrado influenciaram a TR, FR e TPL dos animais no turno da tarde,
 489 mas não houve diferença (P>0,05) na TSUD (Tabela 6), o que indica que os animais se
 490 termorregularam bem, pois não houve necessidade de utilização das vias cutâneas para perda
 491 do calor metabólico.

492 A Figura 1 apresenta a regressão da TR da tarde em função dos níveis de concentrado.
 493 A análise de regressão mostrou que o modelo linear foi o que melhor explicou as variações da
 494 TR da tarde em função dos níveis de concentrado, para os bovinos e bubalinos (Figura 1).
 495 Não houve ajuste para regressão da FR da tarde e TPL da tarde em função dos níveis de
 496 concentrado para os bovinos e bubalinos.

497

498

499

500

501

502

503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536

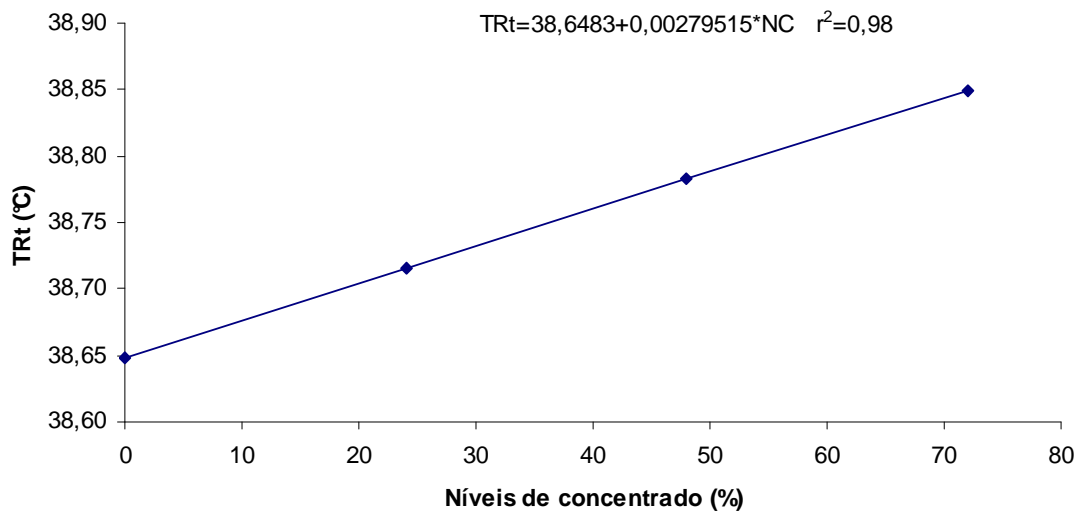


Figura 1. Temperatura Retal (TR) da tarde dos bovinos e bubalinos em função dos níveis crescentes de concentrado

Figure 1. Rectal temperature of cattle and buffaloes (TR) at afternoon in function of the increasing levels of concentrated

Pelo valor do coeficiente de determinação nota-se que o aumento dos níveis de concentrado podem explicar 98% das variações ocorridas na TR da tarde dos bovinos e bubalinos (Figura 1). A TR da tarde dos bovinos e búfalos aumentou 0,03°C para cada aumento de 1% no nível de concentrado.

O aumento dos níveis de concentrado não alteraram ($P>0,05$) as variáveis fisiológicas no turno da manhã, porém, no turno da tarde, constataram-se efeitos significativos ($P<0,05$) dos níveis de concentrado sobre a TR, FR e TPL (Tabela 6). A TR, FR TPL registradas no turno da tarde foram mais elevadas nos animais que receberam dieta com 72% de concentrado em relação a dos animais que não receberam concentrado, sendo estes valores semelhantes aos dos animais que receberam suplementação de 24% e 48% de concentrado na dieta. O maior consumo de volumoso em relação ao concentrado proporciona um maior incremento calórico no corpo do animal. Dessa maneira, esperava-se que a dieta com mais concentrado proporcionasse menores valores de TR, FR, TPL e TSUD, o que não aconteceu. Pelo contrário, animais submetidos à dieta com 72% de concentrado apresentaram maiores valores de TR, FR e TPL. Esses resultados, provavelmente, devem-se ao maior consumo de matéria seca e de proteína nesses animais.

537 No trabalho de Marques (2008), realizado com os mesmos animais do presente
 538 experimento durante o mesmo período experimental, constatou que com o aumento dos níveis
 539 de concentrado o consumo de matéria seca (CMS) e proteína bruta (PB) também aumentaram
 540 (Tabela 7).

541
 542 Tabela 7. Médias, coeficiente de variação (CV), coeficiente de determinação (R²) e equação
 543 de regressão (ER), para consumos de matéria seca (CMS) e proteína bruta (CPB), em função
 544 dos níveis crescentes de concentrado para os bovinos (bo) e bubalinos (bu)

545 *Table 7. Average, coefficients of variation (CV), coefficients of determination (R²) and regression equation (RE)*
 546 *for the intakes dry matter (DMI) and crude protein (CPI), in function of the increasing levels of concentrated of*
 547 *cattle (ca) and buffaloes (bu)*

548

Itens/Itens	Níveis de concentrado na dieta				CV	R ²	ER
	Levels of Concentrate in diet						
	0,0	24,0	48,0	72,0			
Bovino / cattle							
CMS (kg/d) DMI (kg/d)	6,87	9,91	12,05	13,21	12,62	0,96	$\hat{Y}=7,3352+0,0882*x$
CPB (kg/d) CPI (kg/d)	0,55	1,12	1,84	2,10	18,59	0,97	$\hat{Y}=0,6005+0,0223*x$
Búfalo / buffaloes							
CMS (kg/d) DMI (kg/d)	7,53	8,48	9,73	9,56	3,54	0,85	$\hat{Y}=7,7191+0,0306*x$
CPB (kg/d) CPI (kg/d)	0,61	0,96	1,49	1,48	7,93	0,89	$\hat{Y}=0,6637+0,0131*x$

549 * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

550 * Significant at 5% of probability, by F test.

551 Fonte: Adaptado de Marques (2008)

552

553 O aumento da PB da dieta pode ocasionar excesso na produção de amônia com
 554 consequente conversão a ureia no fígado. Conforme Pereira (2007), o qual também trabalhou
 555 concomitantemente com este experimento, os teores crescentes de proteína das dietas (8,02;
 556 10,98; 13,94; 16,89) com o aumento dos níveis de concentrado (0, 24, 48, 72%),
 557 proporcionou elevação dos níveis de ureia plasmática e urinária.

558 Assim, o aumento linear do consumo de PB (Tabela 7), observado por Marques (2008),
 559 ao trabalhar no mesmo experimento, pode explicar a maior produção de calor endógeno nos
 560 bovinos e bubalinos, uma vez que, para cada mol de ureia produzido são utilizados dois moles
 561 de ATP, reação que libera aproximadamente 7,3 Kcal por molécula (BERCHIELLI et al.,
 562 2006). Dessa forma, é possível afirmar que a excreção da ureia excedente acarretou um
 563 aumento na produção de calor endógeno dos animais estudados. Além disso, Pereira, (2007)

564 também trabalhou no mesmo experimento e observou aumento linear no consumo de
565 Nitrogênio (N) com a inclusão de concentrado nas dietas, o que contribuiu também para o
566 aumento na produção de calor corporal, uma vez que o custo energético para excreção de um
567 excesso de 100 g de N é cerca de 1 Mcal (OLDHAM, 1984 citado por SIMAS, 1998).
568 Marques (2008), ao trabalhar no mesmo experimento, também observou aumento linear para
569 o CMS dos bovinos e bubalinos (Tabela 7), o que pode ter contribuído para o aumento da
570 produção de calor endógeno, pelo maior aporte de nutrientes no rúmen.

571 Por outro lado, resultados semelhantes aos encontrados no presente estudo foram
572 obtidos por Guimarães et al. (2001), os quais não observaram aumento na TR dos bubalinos
573 com o aumento dos níveis de concentrado na dieta. No entanto, a FR foi mais elevada nos
574 búfalos que receberam dieta com 50% de concentrado em relação àqueles que receberam 20%
575 de concentrado na dieta no período da tarde. Neiva et al. (2004), ao trabalharem com ovinos
576 da raça Santa Inês, em ambiente com ITU variando de 77,6 a 79,0, durante o período
577 experimental, também encontraram aumentos na TR ($P < 0,05$) quando os animais foram
578 alimentados com dietas contendo alto teor de ração concentrada, independente das condições
579 de instalação e do período de coleta dos dados. Segundo os mesmos autores, a FR também foi
580 superior ($P < 0,05$) quando os animais foram alimentados com dietas contendo maiores teores
581 de ração concentrada nas duas condições de instalação estudadas (à sombra e ao sol).

582 Diante desses resultados, pode-se concluir que a maior frequência respiratória,
583 temperatura retal e de pele constatadas com o nível de 72% de concentrado foi devido ao
584 aumento na produção de calor endógeno na metabolização do excesso de proteína consumida.
585 Vale ressaltar que no nível 72% de concentrado com 16,89% de PB, os animais estavam
586 consumindo mais PB que as exigências para o peso vivo dos animais no final do experimento.
587 A variação média de peso durante o período experimental foi de 461,19 a 519,63 e 455,44 a
588 509,75kg, para bovinos e bubalinos, respectivamente (PEREIRA, 2007). Assim,
589 provavelmente, a velocidade de degradação da PB pode ter excedido a velocidade de
590 utilização pelos microorganismos do rúmen, ocasionando um excesso de amônia produzido e
591 absorvido pela parede ruminal, transformada em ureia pelo fígado com posterior excreção via
592 urina (PEREIRA, 2007). Nesse ponto, conforme citado anteriormente, com a inclusão de
593 concentrado nas dietas, pode ter ocorrido uma maior produção de calor endógeno na
594 metabolização dessa proteína excedente. Dessa forma, os resultados sugerem que o excesso
595 de PB na produção de calor endógeno foi mais importante do que a ingestão de volumoso.

596
597

Conclusões

598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631

O aumento nos níveis de concentrado na dieta de bovinos e bubalinos ocasionou aumentos na TR, FR e TPL dos animais. Entretanto, esses valores se mantiveram dentro da variação fisiológica normal.

Os bubalinos foram mais eficientes na utilização do aparelho termorregulador que os bovinos, conseqüentemente apresentaram maior resistência ao estresse pelo calor.

Os períodos 1 e 2 foram mais estressantes para bubalinos e bovinos que os períodos 3 e 4.

Referências

- 632
633
634 ANDRADE, M.C.O. **Atlas escolar de Pernambuco**. João Pessoa: Grafset, 2003. 160p.
635
636 AZEVEDO, M. **Efeitos do verão e inverno sobre os parâmetros fisiológicos de vacas**
637 **mestiças Holandês-Zebu, em lactação, na região de Coronel Pacheco, MG**. 2004. 85p.
638 Tese (Doutorado em Ciência Animal). Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas
639 Gerais, Belo Horizonte.
640
641 BAÊTA, F. C. **Responses of lactating dairy cows to the combined effects of temperature,**
642 **humidity and wind velocity in the warm season**. University of Missouri, PhD Thesis, 1985.
643
644 BACCARI JÚNIOR, F. et al. Um novo índice de tolerância ao calor para bubalinos:
645 correlação com o ganho de peso. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA
646 DE ZOOTECNIA, 23., 1986, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira
647 de Zootecnia, p. 316. 1986.
648
649 BACCARI JÚNIOR, F. Métodos e técnicas de avaliação da adaptabilidade dos animais às
650 condições tropicais. In: **Simpósio Internacional de Bioclimatologia Animal nos Trópicos**.
651 1. Fortaleza. **Anais. Embrapa-DIE**. Brasília. p. 9-17. (Embrapa-CNPC. Documentos, 7).
652 1990.
653
654 BACCARI JÚNIOR, F. **Manejo Ambiental da vaca leiteira em climas quentes**./Flávio
655 Baccari Jr.; LeRoy Hahn. – Londrina: Ed. UEL, 2001. xiv, 142p. 2001.
656
657 BARCELOS, A.F.; GARCIA, J.A.; CARDOSO, R.M.; TORRES, C.A.A. Reações
658 fisiológicas de bubalinos, zebuínos, taurinos e seus mestiços sob efeito de clima e dieta. I –
659 Temperatura retal e frequência respiratória. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**,
660 v.18, n.1. p.33-41. 1989.
661
662 BEEDE, D. K.; COLLIER, R. J. Potential nutritional strategies for intensively managed cattle
663 during thermal stress. **Journal of Animal Science**, v. 62, n. 9, p. 543-555, 1986.
664

665 BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal:
666 FUNEP, 2006. 583p.
667

668 BIANCA, W.; KUNZ, P. Physiological reactions of three breeds of goats to cold, heat and
669 high altitude. **Livestock production Science**, [S.l.], v. 5, n. 1, p. 57-69, 1978.
670

671 BUFFINGTON, D. E.; COLLAZOAROCHE, A.; CANTON, G.H. et al. Black Globe-
672 Humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v.24,
673 p.711-714, 1981.
674

675 CHIKAMUNE, T.; CHIMIZU, H. Comparison of physiological response to climatic
676 conditions in swamp buffaloes and cattle. **Indian Journal of Animal Science**, v.53, n.6,
677 p.595-604. 1983.
678

679 CHIKAMUNE, T.; KANAI, Y.; ICHIKAWA, T.; HOMMA, H.; SHIMIZU, H. Influence of
680 solar radiation and effects of water spray on thermoregulatory responses and heat production
681 in swamp buffaloes. **Japanese Journal of Tropical Agriculture**, v. 31, p. 1-5, 1987.
682

683 COSTA, L. A. B. **Índices de conforto térmico e adaptabilidade de fêmeas bubalinas em**
684 **pastejo no agreste de Pernambuco**. Recife: Departamento de Zootecnia, Universidade
685 Federal Rural de Pernambuco, 2007. 52p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) -
686 Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2007.
687

688 ESMAY, M.L. **Principles of animal environment**. Westport: AVI Publishing Company,
689 1969.
690

691 FUQUAY, J.W. Heat stress as it affects animal production. **Journal of Animal Science**, v.52,
692 p.164-182. 1981.
693

694 GOSWAMI, S.B.; NARAIN, P. The effect of air temperature and relative humidity on some
695 physiological indices of buffalo-bulls (*Bubalus Bubalis*). **Indian Journal of Veterinary**
696 **Science**, v.32, n.2. 1962.
697
698

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

702

703 HAFEZ, E.S.E. **Adaptación de los animales domésticos**. Barcelona: Labor, p. 563, 1973.

704

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

708

709 HOPKINS, P.S.; KNIGHTS, G. I.; LEFEURE, A.S. Studies of the environmental physiology
710 of tropical Merinos. **Australian Journal Agriculture Research**, East Medelaine, v. 29, n.1,
711 p. 61-71, 1978.

712

713 JOSHI, B.C.; McDOWELL, R. F; SADU, D. P. Body surface evaporation rates at low-high
714 temperatures for gir and haryana cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 51, n. 10, p. 1683-1687,
715 1968.

716

717 KOGA, A.; CHIKAMUNE, T.; KANAI, Y. et al. Effects of high environmental temperatures
718 on some physicochemical parameters of blood and heat production in swamp buffaloes and
719 Holstein cattles. **Animal Science and Tecnology (Japan)**, v. 62, p. 1022-1028, 1991.

720

721 KOGA, A.; KURATA, K.; FURUKAWA, R.; NAKAJIMA, M.; KANAI, Y. &
722 CHIKAMUNE, T. Thermoregulatory responses of swamp buffaloes and Friesian cows to
723 diurnal changes in temperature. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 12,
724 p.1273-1276, 1999a.

725

726 KOGA, A.; KURATA, K.; OHATA, K. et al. Internal changes of blood compartment and
727 heat distribution in swamp buffaloes under hot condition: comparative study of thermo-
728 regulation in buffaloes and Friesian cows. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**,
729 v. 12, p.886-890, 1999b.

730

731 LUCCI, C. S. Clima e aclimação de bovinos e leite no Brasil Central. **Zootecnia**, v. 15, n. 3,
732 p. 157-169, 1977.

733 MARQUES, K. A. **Comportamento Ingestivo, Consumo e Digestibilidade de Bovinos e**
734 **Búfalos Alimentados com Níveis Crescentes de Concentrado.** 2008, 38f. Dissertação
735 (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.
736

737 MORAN, J. B. Heat Tolerance of Brahman Cross, Buffalo, Banteng and Shorthorn steers
738 during exposure to sun and as a result of exercise. **Australian Veterinary Agricultural**
739 **Research.** v. 24, p. 775-782, 1973.
740

741 MULLICK, D. N. Effect of humidity and exposure to sun on the pulse rate, respiration rate,
742 rectal temperature and hemoglobin level in different sexes of cattle and buffalo. **Journal of**
743 **Animal Science,** v. 54. 1960.
744

745 NÄÄS, I.A. Biometeorologia e construções rurais em ambiente tropical. In: CONGRESSO
746 BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 2., 1998, Goiânia. **Anais... Goiânia: Sociedade**
747 **de Biometeorologia,** 1998. p.63-73.
748

749 NEIVA, J.N.M.; TEIXEIRA, M.; TURCO, S.H.N. et al. Efeito do Estresse Climático sobre os
750 Parâmetros Produtivos e Fisiológicos de Ovinos Santa Inês Mantidos em Confinamento na
751 Região Litorânea do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.33, n.3, p.668-
752 678, 2004.
753

754 PEREIRA, K. P.; VÉRAS, A. S. C.; FERREIRA, M. A. et al. Balanço de nitrogênio e perdas
755 endógenas em bovinos e bubalinos alimentados com níveis crescentes de concentrado. **Acta**
756 **Scientiarum. Animal Sciences,** v. 29, n. 4, p. 433-440, 2007.
757

758 PEREIRA, C. C. J. **Fundamentos de Bioclimatologia Aplicados à Produção Animal.** Belo
759 Horizonte: FEPMVZ, 2005.
760

761 REECE, W. O.; **Fisiologia de animais domésticos/William O. Reece:** (tradução Nelson
762 Penteadó Júnior). São Paulo: Roca, 1996.
763

764 SCHLEGER, A. V.; TURNER, H. G. Sweating rates of cattle in the field and their reaction to
765 diurnal and seasonal changes. **Australian Journal of Agricultural Research,** v.16, p.92-106,
766 1965.

767 SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic
768 ruminants. **Livestock Production Science**, [S.l.], v.67, p.1-18, 2000.
769
770 SILVA, R. G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 2000.
771
772 SIMAS, J. M. C. Nutrição de Animais em Condições de Estresse. In: ANAIS DO SIMPÓSIO
773 BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1., 1998, Piracicaba.
774 **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998, p. 103-113.
775
776 SOTA, R. L.; RISCO, C. A.; MOREIRA, F. et al. Efficacy of a timed insemination program
777 in dairy cows during summer heat stress. **Journal of Animal Science**, Champaing, v. 74, p.
778 133, 1996.
779
780 TITTO, E.A.L.; RUSSO,H.G.; LIMA, C.G. Efeito do banho de água sobre o conforto térmico
781 de bubalinos. In: CONGRESSO DE ZOOTECNIA, 6., 1997, Lisboa. **Actas...** Lisboa: APEZ,
782 v.1, p.15-18, 1997.
783
784 THANH, V. T. K.; CHANG, W. S. Differences in adaptation to tropical weather between
785 buffaloes and cattle. **Italian Journal Animal Science**, v. 6, suplemento 2, p. 1340-1343,
786 2007.
787
788 UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de análises estatísticas e**
789 **genéticas – SAEG**. Versão 8.1, Viçosa, MG, 2003.
790
791 UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **GRAPSI**. Viçosa, MG, 2006.
792
793 VILLARES, J. B.; RAMOS, A. A.; ROCHA, G. P. As vias cutâneas e respiratórias na
794 termólise de bubalinos sob extrema tensão térmica. In: RAMOS, A. A.; VILLARES, J. B.;
795 MOURA. J. C. **Bubalinos**. Campinas: Fundação Cargill, p.118-132, 1979.
796
797 WEST, J. W. Nutritional strategies for managing the heat-stressed dairy cow. **Journal of**
798 **Dairy Science**, v. 82, suplemento 2, p. 21-35, 1999.
799
800

801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833

ANEXO

834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867



Figura 1 - Abrigo termométrico localizado no interior do galpão experimental (1), o psicrômetro (2) e o termoigrômetro digital (3).

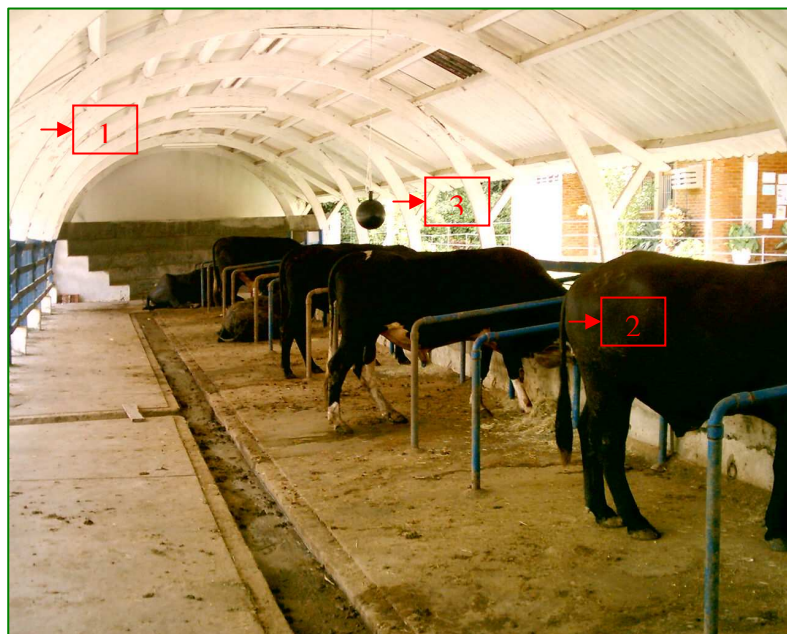


Figura 2 - Galpão experimental (1), os animais (2) e o globotermômetro, instalado no interior do galpão experimental a 1,70 metro do piso (3).