



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
CURSO DE ZOOTECNIA

THAYSNARA RAFAEL DA SILVA

CONFORTO TÉRMICO DE BÚFALAS MURRAH SUBMETIDAS A
MOLHAMENTO

FORTALEZA

2025

THAYSNARA RAFAEL DA SILVA

CONFORTO TÉRMICO DE BÚFALAS MURRAH SUBMETIDAS A MOLHAMENTO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Zootecnia do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Patrícia Guimarães Pimentel.

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

D11c da Silva, Thaysnara Rafael.
CONFORTO TÉRMICO DE BÚFALAS MURRAH SUBMETIDAS A
MOLHAMENTO / Thaysnara Rafael da Silva. – 2025.
35 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará,
Centro de Ciências
Agrárias, Curso de Zootecnia, Fortaleza, 2025.
Orientação: Profa. Dra. Patrícia Guimarães Pimentel.

1. Temperatura superficial. 2. ITU. 3. Frequência respiratória. I. Título.

CDD 636.08

THAYSNARA RAFAEL DA SILVA

CONFORTO TÉRMICO DE BÚFALAS MURRAH SUBMETIDAS A MOLHAMENTO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Zootecnia do Departamento de
Zootecnia da Universidade Federal do Ceará,
como requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel em Zootecnia.

Aprovada em: 02/06/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Patrícia Guimarães Pimentel (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. José Antonio Delfino Barbosa Filho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^a. Dr^a. Lays Débora Silva Mariz
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, Edilberto e Nerlúcia.

A minha avó, Juraci Rafael.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por toda força que me dar e por sempre fazer infinitamente mais do que eu pedi ou sonhei.

A Universidade Federal do Ceará, por me permitir vivenciar experiências incríveis e conhecer pessoas maravilhosas em todo o período que estive na instituição.

A Prof^a. Dr^a. Patrícia Guimarães Pimentel por ser uma excelente professora com tanta afeição pelos búfalos, que me fez despertar a paixão por estes animais, além de me orientar em várias etapas do curso, pelos puxões de orelha e por todo o resto, muito obrigada por tanto.

Aos professores participantes da banca examinadora, Lays e Zeca, pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões. Em especial ao professor Zeca, por me orientar e ter dado todo suporte técnico para que este projeto se desenvolvesse da melhor forma possível.

A Fazenda Laguna, na pessoa de Sr. Nelson e Marcelo Prado por todo apoio na realização deste trabalho e também aos seus colaboradores que me ajudaram de todas as formas possíveis para que o trabalho concluísse da melhor forma possível.

A minha família, a quem devo tudo que sou, especialmente meus pais Nerlúcia e José Edilberto, que jamais mediram esforços para que eu pudesse ir atrás dos meus sonhos. Aos meus avós, Francisco (em memória) por acreditar em mim, e sonhar comigo esse momento, mesmo eu sendo uma criança. A minha avó Juraci, por sempre ser meu exemplo de determinação e força, de quem herdei o amor à vida no campo. A minha irmã Thayara, por sempre ser apoio e tornar essa caminhada mais leve, seja me fazendo rir ou me encorajando. Aos meus tios, Márcio, Vanderlúcia e Meire, por sempre estarem presentes e serem apoio quando precisei. Aos meus primos, Bruno (em memória) por sonhar comigo e sempre vibrar com minhas conquistas, Bel e Nicole por serem quem são comigo. Ao meu parceiro de vida Marcos Daniel, por sempre me apoiar, compreender, embarcar nas minhas ideias (especialmente na realização deste trabalho, e ter abraçado esse mundo que tanto amo), ser amparo quando preciso e por tantas coisas vivenciadas. Amo vocês infinitamente!!

Aos demais professores do Departamento de Zootecnia, por serem sempre tão solícitos e empenhados em nos repassar o melhor conteúdo. Aos colaboradores do departamento, por sempre me auxiliarem quando precisei, em especial Clécio e Ana Roberta.

Aos setores em que fui bolsista, NEEF e Aviário, por todo aprendizado nos projetos, por ter conhecido pessoas incríveis e todas as oportunidades que tive.

Ao grupo de estudo GPEBOV, sob coordenação das Professoras Andréa Pereira e Patrícia Pimentel, obrigada!! Cresci muito como pessoa e profissional, todos vocês têm um espaço em meu coração por tudo que vivenciamos e aprendemos nesse grupo de estudo maravilhoso.

Aos meus amigos, Olavo, Joice, Carol, Tina, Márcio Gabriel, Kethleen, Mary, Yara, Vinicius, Grazi, Deborah, Sabrina, Breno, obrigada por estarem comigo em momentos felizes e não tão felizes, por dividirem viagens e perrengues, e acima de tudo pelo apoio de vocês em alguma etapa da graduação ou até mesmo os que compartilhei a graduação toda, foi extremamente importante para mim, certamente levarei vocês para além dos muros da universidade. Amo vocês!

Aos meus colegas de turma, o caminhar nesses anos foi mais leve com vocês.

E a todos que não foram citados, mas passaram por esta caminhada e me ajudaram direta ou indiretamente, seja no aspecto pessoal ou profissional, muito obrigada!!!

“Quando eu era mais jovem eu estava procurando por esse significado mágico da vida. É muito simples agora. Tornando a vida dos outros melhor, fazendo algo de valor duradouro. Esse é o significado da vida, é tão simples.”

(Temple Grandin)

RESUMO

Avaliou-se o conforto térmico de búfalas Murrah submetidas a molhamento, na sala de espera à ordenha, no município de Paracuru, no período de 30 de setembro a 13 de outubro de 2019. Foram utilizadas 15 búfalas Murrah multíparas, em terço final de lactação submetidas a dois tratamentos: com e sem molhamento. O molhamento foi realizado de maneira manual por 10 minutos antes da ordenha em sala de espera. Foram determinadas a temperatura do ar (TA), umidade relativa do ar (UR%), frequência respiratória (FR), temperatura superficial (TS) e índice de temperatura e umidade (ITU). Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas por meio do teste de Tukey ($P < 0,05$). Não houve diferença significativa ($P < 0,05$) nos tratamentos e os parâmetros avaliados, com exceção da frequência respiratória no período da tarde e no tratamento sem molhamento, indicando que a adoção do molhamento no período da tarde, é recomendável para garantir o conforto térmico das búfalas sob condições tropicais.

Palavras-chave: Temperatura superficial; ITU; Frequência respiratória.

ABSTRACT

The thermal comfort of Murrah buffaloes subjected to wetting was evaluated in the milking waiting room, in the municipality of Paracuru, from September 30 to October 13, 2019. Fifteen multiparous Murrah buffaloes were used, in the final third of lactation. subjected to two treatments: with and without wetting. Wetting was performed manually for 10 minutes before milking in the waiting room. Air temperature (TA), relative humidity (RH%), respiratory rate (FR), surface temperature (TS) and temperature and humidity index (THI) were determined. Data were subjected to analysis of variance and means were compared using Tukey's test ($P < 0.05$). There was no significant difference ($P < 0.05$) in the treatments and parameters evaluated, with the exception of respiratory rate in the afternoon and in the treatment without wetness, indicating that the adoption of wetness in the afternoon is recommended to ensure comfort. heat of buffaloes under tropical conditions.

Keywords: Surface temperature; ITU; Respiratory frequency.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Valores médios de temperatura (A) e umidade relativa do ar (B) na sala de ordenha de búfalas Murrah em lactação com (CM) e sem (SM) molhamento nos turnos da manhã e tarde.	25
Figura 2	– Representação gráfica dos valores médios do Índice de temperatura e umidade (ITU) à ordenha de búfalas Murrah em lactação com (CM) e sem (SM) molhamento com água nos turnos da manhã e tarde.	27
Figura 3	– Valores médios da frequência respiratória à ordenha de búfalas Murrah em lactação com (CM) e sem (SM) molhamento com água nos turnos da manhã e da tarde.	28
Figura 4	– Valores médios da temperatura superficial à ordenha de búfalas Murrah em lactação com (CM) e sem (SM) molhamento com água nos turnos da manhã e da tarde.	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCB	Associação Brasileira dos Criadores de Búfalos
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
OIE	Organização Mundial da Saúde Animal
EFSA	European Food Safety Authority
ITU	Índice de Temperatura e Umidade
ITGU	Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade
CTR	Carga Térmica Radiante
ICA	Índice de Conforto Animal
ZTN	Zona de Termoneutralidade
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
ANOVA	Análise de Variância
CM	Com Molhamento
SM	Sem Molhamento
TA	Temperatura do ar
UR	Umidade Relativa do ar
TCS.	Temperatura Crítica Superior

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.2 Clima e variáveis ambientais	17
2.1.1 Temperatura do ar	17
2.1.2 Umidade relativa do ar	18
2.3 Interação animal-ambiente	18
2.4 Índices de conforto térmico.....	19
2.4.1 ITU - Índice de Temperatura e Umidade.....	20
2.5 Zona de termoneutralidade (ZTN).....	21
2.6 Indicadores Fisiológicos.....	21
2.6.1 Temperatura corporal	21
2.6.2 Frequência Respiratória.....	22
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1 Local do experimento	23
3.2 Procedimento experimental.....	23
3.3 Monitoramento ambiental.....	23
3.4 Parâmetros fisiológicos	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5 CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

A bubalinocultura é uma atividade de grande importância econômica no Brasil e no mundo, uma vez que o búfalo se mostra como um animal de tripla aptidão através da produção de carne, leite e servindo como animal de tração em diversos países. Conforme a Associação Brasileira dos Criadores de Búfalos (ABCB, 2020), a renda bruta desta atividade em 2019 foi de R\$ 1,1 bilhão, sendo 70% deste valor oriundo da produção de leite, o leite de búfala tem se destacado no mercado mundial, contribuindo com cerca de 15% da produção leiteira, e segue em expansão no Brasil.

Embora a bubalinocultura no Brasil esteja seguindo a tendência de crescimento mundial, ainda enfrenta desafios na busca de uma melhor organização no setor e um maior estabelecimento comercial. Isso se deve à necessidade de conhecer melhor as características comportamentais, particularidades anatômicas e fisiológicas destes animais, principalmente o modo de criação e condições de manejo, a fim de respeitar suas necessidades e melhorar seu bem-estar (Coelho, 2019; Garcia, 2013).

Além disso, o Brasil apresenta clima tropical e subtropical, o que impacta na expressão produtiva dos bubalinos e, apesar de serem animais extremamente adaptados, são bastante suscetíveis a elevadas temperaturas e exposição direta do Sol, dessa forma sofrem alterações fisiológicas e comportamentais, caracterizando estresse térmico (Garcia, 2006; Pantoja *et al.* 2018).

Logo, para que o búfalo possa expressar todo o seu potencial produtivo, é necessário conhecer suas características e seus comportamentos (OLIVEIRA, *et al.*, 2021). Os índices de conforto térmico, bem como as variáveis ambientais e fisiológicas, são excelentes indicativos de quando estes animais podem estar sofrendo estresse térmico ou estão em conformidade na sua zona de conforto (DASH *et al.*, 2016).

Os búfalos sendo animais homeotérmicos necessitam de um equilíbrio entre termogênese (produção de calor) e termólise (perda de calor) em um período de 24 horas. Tais processos são estabelecidos através da modulação da termogênese e o aumento de diversos mecanismos de termólise (BARBOSA, *et al.*, 2004). Um método para auxiliar o búfalo na termólise e manutenção da homeotermia pode ser a aspersão de água, ou lama para imersão ou qualquer mecanismo que propicie resfriamento por evaporação (ANIL; THOMAS, 1996)

Deste modo, com base nesses parâmetros, há a possibilidade de torná-los ferramentas importantes para traçar estratégias de modo a promover o conforto térmico e, consequentemente, maximizar os índices produtivos de búfalas leiteiras. Existem poucas informações sobre parâmetros fisiológicos e índices de conforto térmico para búfalas em ambiente tropical. Assim, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o conforto térmico de búfalas Murrah submetidas a molhamento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Bem estar animal

De modo geral o bem-estar animal refere-se a qualidade de vida que um animal pode ter, porém para alguns autores esse conceito pode variar, mas dentro da comunidade científica, o que mais vem sendo aceito, é o publicado por Broom (1986), em que ele diz “Bem-estar de um indivíduo é seu estado em relação as suas tentativas de se adequar ao ambiente em que está inserido”. Desta forma, para que se possa validar o que diz Broom (1986) é verificado o grau de dificuldade em que o animal irá encontrar na sua interação com o ambiente, assim expressando todo o seu potencial adaptativo frente às dificuldades encontradas. Para que possa se adaptar ao ambiente, são utilizados veículos de caráter comportamental ou fisiológico gerando alterações ao indivíduo, logo, tais processos são importantes indicativos na avaliação de bem-estar animal (MOLENTO, 2005).

Segundo Appleby & Hughes (1997), existem muitos indicadores e comportamentos de que o animal possa estar em conforto, variando com cada espécie estudada. Assim, para que isto ocorra é necessário que o mesmo possa atender suas necessidades básicas, ou necessárias a determinada fase de sua vida, quando isto não ocorre, diz-se que houve um dano ao bem-estar desse ser.

Para que se possa ter uma avaliação de bem-estar mais acertada, é preciso levar em consideração alguns fatores como, raça, espécie, sexo e idade em decorrência das diferenças comportamentais e fisiológicas de cada fase do ser em questão.

O Brambell Committee (1965) foram os pioneiros no quesito de avaliação do bem-estar animal, criando uma das primeiras estratégias: as Cinco Liberdades. Tal conceito foi elaborado com intuito de avaliar por meio da inspeção e observação, a avaliação contempla qualitativamente os elementos físicos, mentais e naturais do bem-estar. Posteriormente a Farm Animal Welfare Council (2009) adotou tal conceito, que complementa as cinco liberdades, intitulado: 5 liberdades e suas provisões a respeito do bem-estar animal, são elas:

1. Livre de sede, fome e desnutrição com acesso prontamente a agua fresca e uma dieta afim de manter a plena saúde e o vigor;
2. Livre de desconforto, proporcionando um ambiente adequado, contendo abrigo e propiciando uma confortável área de descanso;
3. Livre de dor, lesões, doenças, prevenção ou diagnóstico rápido e tratamento;

4. Liberdade para expressar seu comportamento natural, oferecendo espaço satisfatório, instalações adequadas e companhia de outros animais da mesma espécie;
5. Livre de medo e de estresse, propiciando condições que evitem o sofrimento mental;

Nos últimos anos, as legislações que regem o bem-estar animal se intensificaram, com as exigências do mercado consumidor e a busca por informações a respeito de como vivem os animais, fortalecendo visões éticas e afim também de praticar a prevenção do sofrimento animal. Portanto, organizações internacionais que tratam de temas pertinentes ao exposto, como FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação), OIE (Organização Mundial da Saúde Animal) e a EFSA (European Food Safety Authority) tem priorizado em seus calendários o bem-estar animal, reforçando os estudos e as práticas já empregadas por elas, visando garantir o bem-estar e melhores condições para os animais (OIE, 2017).

2.2 Clima e variáveis ambientais

O clima é caracterizado como um conjunto de acontecimentos meteorológicos, que definem a atmosfera de uma região. Exercendo influência nas ocupações humanas, especialmente nas aplicações agrícolas, que envolve também as cadeias produtivas da agropecuária (KUINCHTNER et al., 2001; ROLIM et al., 2007).

Para que se possa determinar o clima de uma região, existe uma interação dos elementos climáticos como, por exemplo, radiação solar, umidade do ar, temperatura, vento, entre outros. Os fatores climáticos tem forte influência sobre os elementos climáticos, modificando o clima de determinada região (BAÊTA E SOUZA, 2010).

2.1.1 Temperatura do ar

Para Neiva et al., (2004) a temperatura do ar é um dos fatores climáticos de maior impacto, no que diz respeito ao conforto térmico animal.

A mensuração da temperatura corporal do animal vai informar em que estado térmico, este se encontra. Assim, admite-se que o calor é uma carga energética, que se move de um corpo de maior temperatura, para outro de menor temperatura (FERRO et al. 2010).

Um animal consegue conter sua temperatura corporal pelo equilíbrio do calor gerado pelo metabolismo e do ganho advindo do ambiente. Para a dissipação ou manter o

calor corporal, este dispõe-se de meios fisiológicos e comportamentais para alcance da sua faixa de termoneutralidade (PEREIRA, 2005; FERREIRA et al., 2006).

2.1.2 Umidade relativa do ar

A umidade relativa do ar é um importante agente térmico do ambiente, tratando-se de bem-estar, pois aponta quanto o ar está próximo da saturação em vapor de água, uma vez que esta condição de saturação, depende da temperatura. Dessa forma, sempre que houver inclusão ou exclusão de vapor de água a uma temperatura constante, a umidade relativa sofrerá mudanças. Ainda, a proximidade do mar, correlacionado ao sistema de ventos de determinada região e a intensidade de incidência dos raios solares, podem definir também as condições da umidade relativa (YOUSEF, 1985; GRIMM, 1999; BAÊTA E SOUZA, 2010).

A umidade atmosférica é resultado da evaporação da água e da transpiração das plantas, assim, exercendo grande influência no bem estar animal e na produtividade, uma vez que, quanto maior a pressão de vapor, referente a alta umidade do ar, leva a uma baixa evaporação do animal para o meio, atrasando o resfriamento da superfície corporal do animal, conseqüentemente elevando o estresse por calor. Quando a pressão de vapor é menor, o resfriamento dessa superfície corporal é mais rápida, como resultante dessa taxa maior de evaporação da água, por meio da sudorese e do sistema respiratório. Estas situações abordadas acima são encontradas em regiões de climas quentes e úmidos, e quentes e secos, respectivamente (NEIVA et al., 2004).

Baêta e Souza (2010), afirmam que por decorrências de umidade relativa baixa, acaba afetando o sistema respiratório dos animais, trazendo prejuízos à saúde, gerando diversas patologias.

2.3 Interação animal-ambiente

Os búfalos apesar de serem animais extremamente adaptáveis aos mais diversos ambientes, apresentam características morfológicas e anatômicas específicas de sua espécie, que lhes conferem vantagens e desvantagens em relação a termorregulação (VILELA, 2013).

A exemplo, a pele destes animais possui função termorreguladora e de proteção contra superaquecimento do corpo por meio da redução da condutância térmica, se devendo este fato por causa da espessura de sua pele (AGGARWAL; SINGH, 2008).

Possui também alta concentração de melanina, proporcionando uma elevada proteção contra raios ultravioleta, em que as partículas de melanina impedem a passagem dos raios ultravioletas, fazendo com que não penetrem através da derme (MARAI; HABEEB, 2010). Porém, apresentam um menor número de folículos pilosos na superfície corporal.

Possuem poucas glândulas sudoríparas em relação aos bovinos, de proporção dez vezes menores por densidade de unidade de área da superfície corporal (MASON, 1974). Já as glândulas sebáceas possuem maior atividade secretória em relação aos bovinos, pois quando em estresse térmico, o sebo produzido espalha-se na epiderme fazendo com que fique mais brilhante, causando um efeito refletor que diminui parcialmente a carga térmica incidida no animal (MARAI; HABEEB, 2010).

Em todos os processos do corpo, direta ou indiretamente, há troca de energia. O calor, como forma de energia que advém do animal para o meio ambiente sempre será dissipado quando houver um gradiente térmico animal-ambiente. Sendo assim, o animal consegue subsistir e se manter produzindo por um vasto período, mesmo em ambientes inóspitos (BAÊTA E SOUZA, 2010).

Os búfalos, como os animais homeotérmicos, trocam calor com o ambiente em que vivem por formas sensíveis e latentes, essas trocas se dão por quatro vias básicas, em que a transferência de calor sensível ocorre por meio da convecção, condução e radiação. Já a troca de calor latente, acontece por via da evaporação, dentro da faixa de conforto térmico animal, essas vias correspondem a 75% das perdas de calor (MARTELO, 2006).

Apesar de serem animais adaptáveis a climas quentes, úmidos e alagadiços, se mostram muito sensíveis se expostos a altas temperaturas associadas a radiação solar direta, tendendo a apresentarem alterações fisiológicas mais rapidamente quando comparados a bovinos dos trópicos, tornando-os mais susceptíveis ao estresse térmico (VILELA, 2013).

Assim, o conhecimento das características das variáveis ambientais, bem como sua interação com os animais, se tornam de eximia importância no sistema de produção como um todo.

2.4 Índices de conforto térmico

Tais índices tem por objetivo caracterizar e mensurar os impactos das variáveis ambientais sob o conforto térmico de animais e também humanos em apenas uma variável. São fundamentais também em avaliações de adaptabilidade dos animais a determinados fatores climáticos de uma localidade ou até mesmo na escolha de uma região para melhor

atender uma criação (MARTELLO, et al., 2004; BARROS JUNIOR et al., 2017; ROBERTO, et al., 2011).

Ainda, Nããs (1989) categorizou os índices de conforto térmico em biofísicos, caracterizado nas trocas de calor do ambiente e o corpo; Fisiológicos, que são decorrentes dos processos oriundos das variáveis climáticas; e por fim subjetivos, que expressam sensações subjetivas de conforto térmico com base nas variações dos elementos que compõe o conforto térmico.

Por estarem ligados aos comportamentos e respostas fisiológicas dos animais, os índices comumente mais utilizados são, índice de temperatura e umidade (ITU), índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) e carga térmica radiante (CTR), sendo aplicados tanto para ambientes que tenham sombra, como para criações extensivas, porem em trabalhos com búfalos, são mais comumente vistos ITU e índice de conforto animal (ICA), que leva em consideração os aspectos fisiológicos (SANTOS & CABRAL, 2021; SILVA, et al., 2014).

2.4.1 ITU - Índice de Temperatura e Umidade

O ITU é obtido através de cálculo matemático, em que leva em consideração a associação da temperatura e umidade relativa do ar, transformando tais fatores em apenas uma variável. Por ser de fácil obtenção, é o índice mais utilizado pela maioria dos autores (BUFFINGTON et al., 1981).

O desenvolvimento do índice de temperatura e umidade (ITU) por Thom (1958) tem por finalidade determinar a sensação de conforto térmico em humanos, sob diferentes temperaturas e umidades relativas do ar.

Armstrong, (1994) relatou que valores de ITU de 72 a 78 indicam estresse térmico ameno ou brando; valores de 79 a 88, estresse moderado; e de 89 a 98, estresse severo.

Pantoja et al., (2018), relata que foram observados em seu trabalho sob clima equatorial amazônico, valores de ITU para manhã ($70,50 \pm 0,10$) considerando uma condição de conforto ao animal, já para tarde valores altos ($81,83 \pm 0,03$) favorecendo condições de estresse moderado, comparando-se com o que diz Armstrong (1994).

Moraes Jr et al. (2010) também observaram valores similares aos encontrados no trabalho exposto acima, no período da tarde (12h) em Belém - Pará, com variação de 81 e 84.

2.5 Zona de termoneutralidade (ZTN)

O corpo do animal atua como um sistema termodinâmico, em que constantemente há troca de energia com o meio em que o animal está inserido. Neste processo, os fatores externos do ambiente tendem a produzir várias reações internas nos animais, envolvendo as trocas energéticas animal-ambiente, ocorrendo a necessidade de uma adaptação fisiológica para que ocorra o equilíbrio do calor (BAÊTA E SOUZA, 2010).

Os búfalos são animais extremamente adaptáveis a climas e condições adversas, apesar de serem sensíveis a radiação solar direta e a ambientes com elevadas temperaturas, isso porque apresentam menor número de glândulas sudoríparas, a espessura de sua pele é maior, além do fator da coloração negra de seu pelame. Por este motivo também, são chamados de búfalos aquáticos, pelo fato de gostarem de estar em contato com rios, lagos ou regiões pantanosas, fazendo uso destes recursos para dissipação do calor e se proteger do ataque de parasitas e insetos indesejáveis (DAMASCENO et al., 2010; THOMAS, 2004).

Embora consigam se manter e apresentar bom escore corporal mesmo em ambientes inóspitos e que ofereçam uma alimentação de baixo valor nutritivo, ainda assim, quando expostos a ambientes com elevadas temperaturas, se mostram sensíveis, desencadeando estresse térmico levando a alterações comportamentais, fisiológicas, queda no desempenho produtivo e parâmetros reprodutivos (DAMASCENO et al., 2010).

2.6 Indicadores Fisiológicos

Quando os animais são expostos ao estresse térmicos, as alterações fisiológicas e comportamentais são regidas pelo sistema nervoso autônomo, controlado pelo hipotálamo. Para que os mecanismos fisiológicos possam lidar com o estresse térmico por calor, há um aumento na vasodilatação e n fluxo sanguíneo para a superfície da pele, aumentando também a frequência respiratória, sudação, redução na ingestão de alimentos e aumento na ingestão de água (VILELA, 2013).

2.6.1 Temperatura corporal

A temperatura corporal é determinada pela diferença de calor produzido ou através de trocas de calor com o ambiente, bem como a quantidade de calor dissipado para o ambiente, via calor latente ou sensível. Os mecanismos de perda ou produção de calor são

regidos pelo hipotálamo (VILELA, 2013). Os músculos do corpo são maus condutores térmicos, sendo o calor transferido por convecção, por meio do aumento da circulação sanguínea, aquecendo os tecidos periféricos, onde a temperatura se aproxima da temperatura nuclear, e após a perda de calor para a pele e o ar, o sangue arrefecido retorna para o centro corporal por meio de veias superficiais (ROBINSON, 2008).

As regiões superficiais apresentam temperaturas mais variáveis, por estarem mais expostas ao ambiente externo. Indicando que a temperatura da superfície da pele muda conforme a temperatura ambiente, umidade, radiação solar, vento e a fatores fisiológicos como vasodilatação periférica e sudação (AGGARWAL; SINGH, 2008).

2.6.2 Frequência Respiratória

A frequência respiratória é definida por meio da quantificação de ciclos ou número de respirações por minuto (REECE, 2006). É um excelente indicador de estresse, sendo o primeiro sinal visível que o animal está sofrendo estresse térmico, aumento da frequência respiratória, ofegação e salivação excessiva (VILELA, 2013).

Bubalinos submetidos à temperatura de 20 °C e umidade relativa (UR) de 72%, apresentaram uma frequência respiratória de 12 movimentos por minuto (SHIMIZU, 1988).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

A pesquisa foi conduzida em uma fazenda comercial, situada no município de Paracuru, Ceará, localizada na latitude 3°24'36" sul e longitude 39°1'51" oeste. O clima da região segundo Köppen é considerado tropical semiúmido, Aw, com pluviometria média anual de 1.290 mm, com chuvas concentradas nos meses de janeiro a maio, temperatura média do ar de 27°C e umidade relativa do ar média de 72% (INMET). A propriedade atua na produção de búfalas leiteiras, possuindo sistema de ordenha mecanizada, a qual ocorre em dois horários diariamente: 04:00h e 14:00h.

3.2 Procedimento experimental

Foram utilizadas 15 búfalas múltiparas da raça Murrah em terço final de lactação, com produção média diária de 20 litros de leite. Os animais foram submetidos a dois tratamentos: com molhamento e sem molhamento na sala de espera à ordenha.

A coleta dos dados ocorreu durante os dias 30 de setembro a 13 de outubro de 2019, sendo os dados dos parâmetros fisiológicos e monitoramento ambiental coletados do 1° ao 14° dia, nas ordenhas da manhã e da tarde.

Na primeira semana de coleta, os animais foram molhados pelo corpo todo de maneira manual com auxílio de mangueira, dez minutos antes da ordenha. Já na segunda semana, foram levados diretamente à ordenha, sem que houvesse o manejo de molhamento, segundo metodologia proposta por Gonçalves *et al.* (2012).

3.3 Monitoramento ambiental

Foram registradas a temperatura e a umidade relativa do ar, por meio da instalação de duas miniestações meteorológicas, dispostas a cerca de 1,5 m de altura do solo, da marca Hobo® *Dataloggers* (modelo Pro V2 U23-001), compostas por sensores que registraram tais dados a cada 10 minutos em dois ambientes das instalações. O primeiro foi acomodado na parte externa (sala de espera) e o segundo, na parte interna da sala de ordenha.

Posteriormente, as informações obtidas foram utilizadas para o cálculo do índice

de temperatura e umidade (ITU), conforme a Equação 1, proposta por Thom (1959):

$$ITU = (0,8 \times TA + (UR/100) \times (TA - 14,4) + 46,4)$$

TA = Temperatura do ar °C;

UR = Umidade relativa do ar (%).

Todas as avaliações foram realizadas a partir da comparação de médias por turno, durante as ordenhas.

3.4 Parâmetros fisiológicos

Foram mensuradas individualmente a frequência respiratória, obtida pela contagem visual dos movimentos respiratórios na região do flanco de cada animal durante 20 segundos e em seguida, multiplicado por três para obter a frequência expressa em movimento por minuto.

Para obtenção da temperatura superficial da pele, foi utilizada uma câmera termográfica da marca Flir®, baseando-se na técnica de termografia infravermelho. O índice de emissividade utilizado foi o de 0,98, valor referente ao couro, sendo este ajustado no próprio aparelho. Foi adotada distância de 1,5 m da câmera para os quatro pontos selecionados do animal, sendo eles: cabeça, dorso, úbere e canela. Posteriormente, as imagens obtidas foram analisadas por meio do software Flir QuickReport®, onde os pontos selecionados foram agrupados para obter a média da temperatura superficial do animal.

As fotos foram registradas do lado direito do corpo do animal, para que houvesse uma padronização e não houvesse interferência do rúmen, pois o órgão produz bastante calor devido aos seus processos digestivos e que podem vir a interferir na avaliação (PEIXOTO, 2017).

A análise estatística foi realizada por meio de uma análise de variância (ANOVA) e as médias para os parâmetros fisiológicos e o índice de temperatura e umidade foram comparadas de acordo com o teste de Tukey, considerando o nível de significância de 0,05.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Embora o búfalo possua uma enorme capacidade de adaptação a diversas condições ambientais, quando submetidos a temperaturas ambiente de 36°C ou mais, apresentam estresse térmico, sugerindo este, ser seu ponto crítico de seu mecanismo termorregulador (Guimarães et al., 2001).

A temperatura do ar (TA °C) e a umidade relativa do ar (UR %) da sala de espera apresentaram médias de 29,6°C e 64% durante o período de coletas (Figura 1).

De acordo com os dados médios de temperatura (TA °C) e umidade relativa do ar (UR%) da sala de ordenha, observou-se que não houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos, para ambas variáveis.

Porém, o maior valor da temperatura do ar (TA °C) observada no período da tarde, sem molhamento (SM) foi de 32°C e pela manhã 26°C com e sem molhamento.

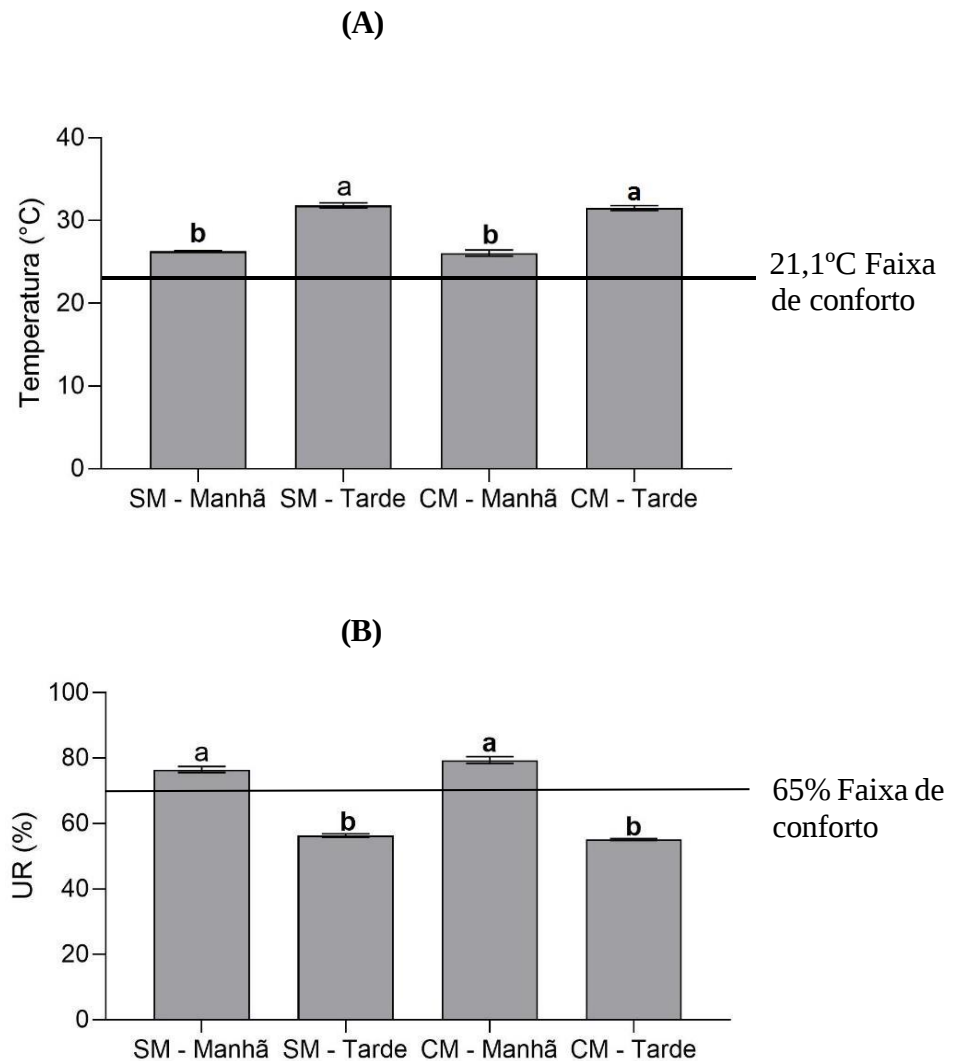
Já a umidade (UR%) máxima atingida foi de 79% no período da manhã e de 55% no período da tarde, independentemente de ter molhamento ou não.

Marai e Haebe (2010) consideram que as circunstâncias climáticas ideais para que os búfalos possam desenvolver-se e reproduzir em caráter de temperatura e umidade relativa do ar, estão entre 13 a 18°C e 55 a 65% respectivamente. Contudo, estudos na Índia afirmam que a zona de conforto destes animais se encontra na faixa de temperatura de 15,5 a 21,1°C. E em ambientes com 23,6°C esses animais podem estar em estresse fisiológico

Temperaturas acima de 30°C são desfavoráveis para o desempenho produtivo de búfalas leiteiras, uma vez que este parâmetro tem influência sobre a temperatura corporal e o metabolismo do animal, no qual expressa o seu estado de dissipação ou não do calor (TITTO *et al.*, 1997; GARCIA, 2013).

Taveira *et al.*, (2017) perceberam que búfalas da raça Murrah são tolerantes a uma temperatura máxima de 33,8°C; umidade relativa do ar de 66,5°C. O que valida o estudo de Koga *et al.* (2004) em que sugerem que os búfalos possuem um mecanismo diferente de perda de calor em climas quentes e úmidos, protegendo-se mais efetivamente contra o estresse térmico, do que em bovinos por exemplo. Tal condição beneficia positivamente a produção de búfalas leiteiras em meio a estes climas.

Figura 1 - Valores médios de temperatura (A) e umidade relativa do ar (B) na sala de ordenha de búfalas Murrah em lactação com (CM) e sem (SM) molhamento nos turnos da manhã e tarde.

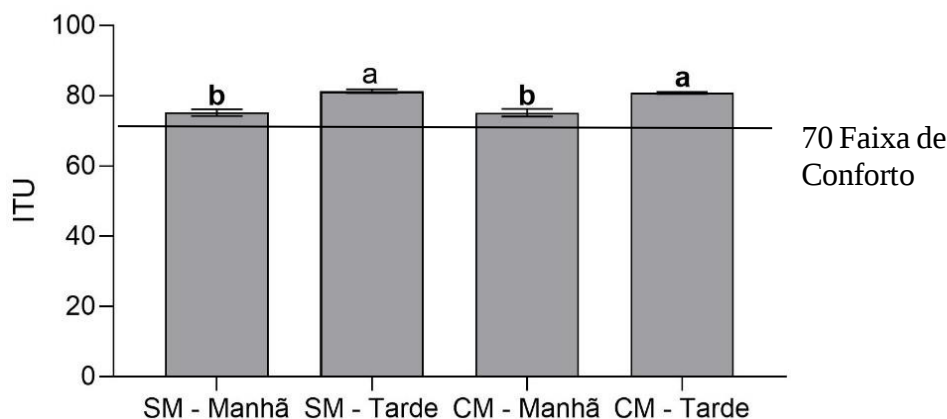


Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Fonte: Elaborado pela autora.

O ITU diário permaneceu entre 72 e 75 pela manhã e 81 à tarde. Os valores observados para o índice de temperatura e umidade (ITU) não apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$). Variando de até 75 pela manhã e chegando a 81 pela tarde (Figura 2).

Figura 2 – Representação gráfica dos valores médios do Índice de temperatura e umidade (ITU) à ordenha de búfalas Murrah em lactação com (CM) e sem (SM) molhamento com água nos turnos da manhã e tarde.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Fonte: Elaborado pela autora.

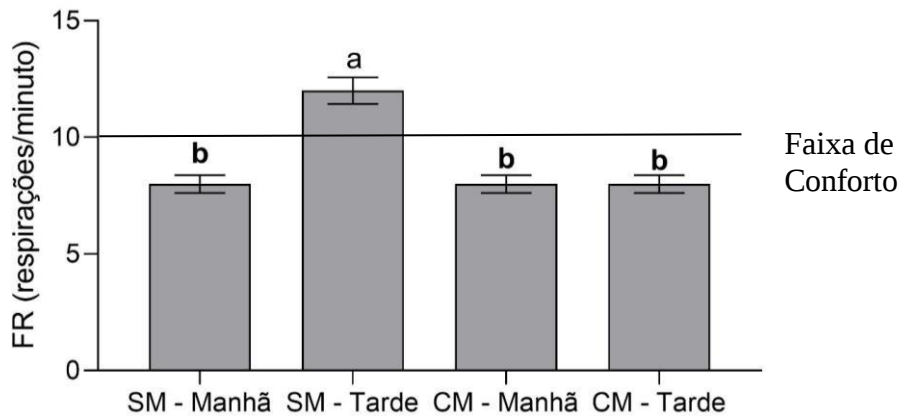
Dessa forma, segundo Hahn (1985) em seus estudos para bovinos leiteiros, o ITU de 70 ou menos significa que o animal está confortável; 71 e 78: situação de alerta; 79 a 83: perigo e >83 emergência, alto desconforto podendo levar o animal a óbito.

Assim, Costa (2007) a fim de verificar a adaptabilidade de fêmeas bubalinas em terço final de gestação e estimar níveis críticos de índices de conforto térmico em Pernambuco, percebeu em seus estudos que o ITU variou de 71 a 79, causando efeitos negativos em termos de conforto térmico para os búfalos.

Pantoja *et al.* (2018) observaram valores semelhantes em clima equatorial amazônico aos apresentados neste trabalho para o turno da tarde. Ainda, em decorrência do exposto acima, esses animais podem sofrer alterações fisiológicas e comportamentais, mobilizando energia para que se mantenham em sua faixa de conforto. Somparn *et al.* (2004) afirma em seus estudos que o ITU ideal para a produção de búfalos deve ser inferior a 74.

Ao analisar os dados referentes aos parâmetros fisiológicos nota-se que houve diferença significativa ($P < 0,05$) quanto à frequência respiratória (FR) no tratamento sem molhamento (SM) no turno da tarde. Os valores evidenciados foram de 8,9 no turno da manhã com e sem molhamento e 12 para o turno da tarde, sem molhamento (SM; Figura 3).

Figura 3 – Valores médios da frequência respiratória à ordenha de búfalas Murrah em lactação com (CM) e sem (SM) molhamento com água nos turnos da manhã e da tarde.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Fonte: Elaborado pela autora.

A literatura aborda valores de 10 a 30 movimentos por minuto, para bovinos. Entretanto, trabalhos realizados indicam que os valores das variáveis fisiológicas dos búfalos são menores do que os valores encontrados em bovinos (SHAFIE, 2000). Bubalinos submetidos a temperatura de 20 °C e umidade relativa (UR) de 72%, apresentaram uma frequência respiratória de 12 movimentos por minuto (SHIMIZU, 1988).

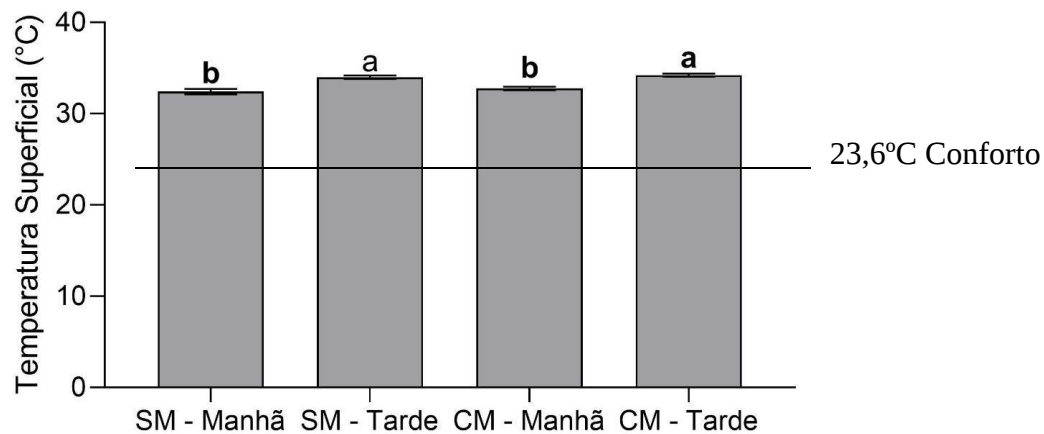
No entanto, o tratamento sem molhamento (SM) pela manhã, explica-se pela temperatura a 26 °C e a umidade de 76. Os valores abordados neste trabalho são decorrentes de que os animais não estão expostos diretamente a radiação solar, estando em ambiente com sombra e utilizando a troca de calor de forma efetivamente mais rápida por meio da água. E a tarde sem molhamento (SM), ambiente com temperatura alta e umidade de 56, sendo a respiração o único meio efetivo de troca de calor.

A frequência respiratória mais elevada no turno da tarde é um dos primeiros indícios visíveis de que o animal está sofrendo estresse térmico e está utilizando seus mecanismos termorregulatórios para a manutenção da temperatura interna. Como os búfalos possuem menor quantidade de glândulas sudoríparas em relação aos bovinos, torna-se mais eficiente quando comparada a perda de calor por transpiração (MARTELLO *et al*, 2004; BARROS *et al.*, 2015).

Ainda, a alta correlação entre a temperatura e a umidade, prejudica o processo de troca térmica por evaporação, ocasionando desconforto térmico e aumenta a frequência respiratória, para que haja perda de calor do meio interno (MORAES Jr. *et al.*, 2010).

Quanto a temperatura superficial (TS) não houve diferença significativa ($P < 0,05$) para os animais com e sem molhamento (Figura 5). A temperatura no turno da manhã em ambos os tratamentos foi de 32°C e para o turno da tarde de 33°C sem molhamento (SM) e 34°C com molhamento (CM; Figura 4).

Figura 4 – Valores médios da temperatura superficial à ordenha de búfalas Murrah em lactação com (CM) e sem (SM) molhamento com água nos turnos da manhã e da tarde.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Fonte: Elaborado pela autora.

O valor do tratamento com molhamento (CM) no turno da tarde de 34°C, se dá pelo fato da temperatura superficial do corpo (TS) do animal está interligada com as variáveis ambientais e fisiológicas, especialmente a vascularização do fluxo sanguíneo do meio interno para a periferia do corpo do animal, aumentando a temperatura da pele e dissipando o calor do meio interno do animal (ROBINSON, 2004; OLIVEIRA *et al.* 2013).

Goswani & Narain (1962) perceberam em seus estudos que a temperatura corporal dos bubalinos reage fortemente quando são submetidos à temperatura ambiental acima de 23,6°C, sugerindo ser essa a sua TCS. Entretanto, Guimarães *et al.* (2001) não observaram hipertermia em novilhos bubalinos confinados em galpão cuja temperatura variou de 26,2 a 32,9°C.

Garcia Neto *et al.* (2016), avaliando os parâmetros fisiológicos de vacas bovinas confinadas com condições de sombreamento e a pleno sol em ambiente tropical constataram que os animais desta espécie apresentaram aumento nos parâmetros indicadores de estresse calórico no período da tarde, sendo um deles a temperatura superficial corporal.

Da mesma forma, Silva *et al.* (2014) realizaram um comparativo dos parâmetros fisiológicos em relação a adaptabilidade às condições tropicais em cabras leiteiras e observaram efeito de turno para temperatura superficial e temperatura retal, sendo as maiores médias também observadas no período da tarde.

Deste modo, sem o método de molhamento, as vacas sofrem estresse no período da tarde, evidenciado por meio da frequência respiratória mais elevada, indicando aumento dos mecanismos de termorregulação para a manutenção da temperatura interna.

5 CONCLUSÃO

O molhamento na sala de espera antes da ordenha no período da tarde reduz a frequência respiratória em búfalas Murrah em lactação. Recomenda-se também o uso de sombrites ou pastagens com arborização, para que os animais não tenham contato direto com a radiação solar nos períodos mais quentes do dia e assim melhorar o conforto térmico destes.

Apesar destes resultados, faz-se necessário mais pesquisas em relação a búfalas leiteiras e conforto térmico no Nordeste, para que mais se conheça estes animais em condições tropicais e avançar com a cadeia produtiva da bubalinocultura leiteira nesta região.

REFERÊNCIAS

- AGGARWAL, A.; SINGH, M. Changes in skin and rectal temperature in lactating buffaloes provided with showers and wallowing during hot-dry season. **Tropical Animal Health and Production**. v. 40, n. 3, p.223-228, 2008. Disponível em: <http://www.springerlink.com/content/a7v266021144v92w/fulltext.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2022.
- ANIL, K. S.; Thomas C. K. Comparative draught performance of cattle and buffaloes: Physiological reactions. **Indian Journal of Animal Science**. v.66, n.1 p.398-401, 1996.
- APPLEBY, M.C.; HUGHES, B.O. **Animal welfare**, Wallingford, Oxon, Reino Unido; Nova York (EUA): CAB International, 1997.- ISBN 08-519-91807 (ALK. PAPER)
- ARMSTRONG, D. V. Heat stress interaction with shade and cooling. **Journal of Dairy Science**, v.77, n.7, p.2044-50, 1994. Disponível em: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(94\)77149-6/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(94)77149-6/fulltext). Acesso em: 15 jun. 2022
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE BÚFALOS - ABCB. 2020. **Boletim do Búfalo**. Disponível em: <https://www.bufalo.com.br/home/wp-content/uploads/2021/01/Boletimdobufalo02.2020.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2022.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: Conforto animal**. 2.Ed. Viçosa: EDUFV, 2010.
- BARBOSA, O. R. et al. Efeitos da sombra e da aspersão de água na produção de leite de vacas da raça Holandesa durante o verão. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.26, n.1, p.115-122, 2004
- BARROS, D.V. et al. Evaluation of thermal comfort, physiological, hematological, and seminal features of buffalo bulls in an artificial insemination station in a tropical environment. **Tropical Animal Health Produção**, v.47, n.1, p.805-813, 2015.
- BRAMBELL FWR. Report of the technical committee to enquire into the welfare of animals kept under intensive. **livestock husbandry systems**. London: Her Majesty's Stationery Office; 1965.
- BROOM, D. M. Indicators of poor welfare. **British Veterinary Journal**. Elsevier BV, v.142, n.6, p.524-526, 1986. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3594185/>. Acesso em: 15 jun. 2022.
- BUFFINGTON, D. E. et al. Black globe humidity index as a comfort equation for dairy cows. **American Society of agricultural Engineers**, St. Joseph, v.24, n.3, p.711-714, 1981
- COSTA, Lígia Alexandrina Barros da. **Índices de conforto térmico e adaptabilidade de fêmeas bubalinas em pastejo no agreste de Pernambuco**. 2007. Dissertação (Mestrado em

Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2007. Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp030217.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2022.

DAMASCENO, F. A. et al. Adaptação de bubalinos ao ambiente tropical. **Nutritime Revista Eletrônica**, v. 7, n.125, p. 1-14, 2010.

DASH, S. et al. Effect of heat stress on reproductive performances of dairy cattle and buffaloes: A review. **Veterinary World**, v.9, n.3, p.235-244, 2016.

FAWC (Farm Animal Welfare Council). **Farm Animal Welfare in Great Britain: Past, Present and Future**. Londres: Farm Animal Welfare Council; 2009.

FERREIRA, F. et al. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.5, p.732-738, 2006.

FERRO, F. R. A. et al. Efeito do estresse calórico no desempenho reprodutivo de vacas leiteiras. **Revista Verde**, Mossoró – RN, v.5, n.5, p. 01 – 25, 2010. Disponível em: <http://revista.gvaa.com.br>. Acesso em: 17 jun. 2022.

GARCIA, A.R. Conforto térmico na reprodução de bubalinos criados em condições tropicais. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.37, n.2, p.121-130, 2013.

GARCIA, A.R. Influência de fatores ambientais sobre as características reprodutivas de búfalos do rio (*Bubalus bubalis*). **Revista de Ciências Agrárias**, v. n.45, 2006.

GARCIA NETO, S. et al. Parâmetros fisiológicos de bovinos confinados com diferentes condições de sombreamento e a pleno sol. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 2016, Foz do Iguaçu. **Anais [...]**, Foz do Iguaçu, p. 1-5, 2016.

GONÇALVES, A.M. et al. Variáveis fisiológicas de búfalas expostas a banho após estresse térmico. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, [S.L.], v. 6, n. 2, p. 54-60, 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/275239083>. Acesso em: 15 jun. 2022.

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

GRIMM, A.M. **Meteorologia Básica - Notas de Aula**. Primeira Versão Eletrônica: 1999. Disponível em: [//física.UFPR.br/Grimm/apostmeteo/](http://física.UFPR.br/Grimm/apostmeteo/). Acesso em: 17 jun. 2022.

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

HAHN, G.L.; MADER, T.L. Heat waves in relation o thermoregulation, feeding behavior, and mortality of feedlot cattle. *In: INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM*, 5, 1997. p.125-129, 1997.

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

HEMSWORTH, P.H. et al. The welfare of extensively managed dairy cattle: a review. **Applied Animal Behaviour Science**, v.42, n.2, p.161-182, 1995.

KOGA, A.; et al. Thermoregulatory responses of swamp buffaloes and friesian cows to diurnal changes in temperature. **Institute of Agriculture and Forestry**. University of Tsukuba, Tsukuba-shi, Ibaraki, Japan. v. 12, n.8, p.1273-1276. 1999

KOGA, A. et al. Comparison of the thermoregulatory response of buffaloes and tropical cattle, using fluctuations in rectal temperature, skin temperature and haematocrit as an index. **The Journal of Agricultural Science**, v.142, n.3, p.351-355, 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1017/s0021859604004216>. Acesso em: 3 maio 2022.

MARAI, I.F.M.; HAEED, A.A.M. Buffalo's biological functions as affected by heat stress - a review. **Livestock Science**, v.127, n. 2-3, p.89-109, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1871141309002777>. Acesso em: 3 maio 2022.

MARTELLO, L.S. et al. Avaliação do microclima de instalações para gado de leite com diferentes recursos de climatização. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v.24, n.2, p.263-273, 2004

MARTELLO, L.S. **Interação animal-ambiente: efeito do ambiente climático sobre as repostas fisiológicas e produtivas de vacas Holandesas em free-stall** – Tese (Doutorado - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – USP) Pirassununga, 111 f., 2006.

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

MOLENTO, C. F. M. Animal welfare and production: economic aspects – Review. **Archives of Veterinary Science** v. 10, n. 11, p. 1-11, 2005.

MORAES JÚNIOR, R.J. et al. Conforto ambiental de bezerros bubalinos (*Bubalus bubalis* Linnaeus, 1758) em sistemas silvipastoris na Amazônia Oriental. **ACTA Amazonica**, v. 40, n.4, p. 629 – 640, 2010.

NÄÄS, I.A. **Princípios de conforto térmico na produção animal**. São Paulo: Ícone, p. 183, 1989.

NEIVA, J.N.M. et al. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento na região Marinho litorânea do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa - MG, v.33, n.3, p.668-678, 2004.

OIE (World Organization for Animal Health). **Terrestrial Animal Health Code. Section 7. Animal Welfare**. 2017. Disponível em: <https://tinyurl.com/k6afujm>. Acesso em: 29 jan 2022.

OLIVEIRA, K.N. et al. Utilização de chuveiros na sala pré-ordenha e sua influência na produtividade de búfalas da raça murrah (*Bubalus bubalis*). **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**. v.35, n.1, p.5-20, 2013.

OLIVEIRA, A. F. M. et al. Comportamentos: sexual, reprodutivo e parental de búfalos. *In: Considerações do Comportamento e Bem-estar Animal Búfalos e Peixes*. 1ed. Vitória, 2021. Disponível em: <https://books.google.com.br/books>. Acesso em: 03 nov. 2021.

PANTOJA, M. H. A et al. Respostas fisiológicas e adaptabilidade de bubalinos ao clima equatorial amazônico. **Revista Acadêmica Ciência Animal**. v. 16, p. 7-13, 2018.

PEREIRA, J.C.C. **Fundamentos da Bioclimatologia aplicados a produção animal**. Belo Horizonte: FEPMVZ Editora, p.95, 2005.

PEIXOTO, M. S. M. **Termorregulação de bovinos leiteiros confinados em instalação compost barn em região semiárida**. 2017. Dissertação (Mestrado Engenharia de Sistemas Agrícolas) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

REECE, W. O. Respiração dos mamíferos. *In: REECE, W. O. Dukes, fisiologia dos animais domésticos*. 12ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; p. 103-134, 2006.

ROBINSON, N. E. Termorregulação. *In: CUNNINGHAM, J. G. Tratado de fisiologia veterinária*. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; p.647-660, 2008.

SANTOS, G.C de L.; CABRAL, A.D.M. Índices bioclimáticos, modelagem matemática e índices estatísticos para avaliação de modelos utilizados para estimar o conforto térmico animal. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 10, n. 3, p. 209, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i3.13328. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/13328>. Acesso em: 12 jan. 2022.

SHAFIE, M.M. Psiolog responses and adaptation of water buffalo. *In: YOUSEF, M.K. Stress physiology in livestock*. v.2, n.1, 2000.

SILVA, E. M. N. et al. Avaliação da adaptabilidade de caprinos leiteiros no semiárido brasileiro com auxílio da termografia infravermelha. **Journal Animal Behaviour Biometeorology**, v.2, n.3, p.95-101, 2014.

SILVA, E.M.N. et al. Avaliação da adaptabilidade de caprinos leiteiros com auxílio da precisão termográfica no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**. v.36, n.3, p. 231-237, 2014

SHIMIZU, H. Adaptation and effect of climatic components in Swamp buffalo. *In: WORLD BUFFALO CONGRESS*, 2, New Delhi. **Anais [...]** New Delhi: ICAR, 1988, p. 147-166.

SOMPARN, P. et al. Análise do risco climático para a produção de bovinos e búfalos no nordeste da Tailândia. **Jornal Internacional de Biometeorologia**, v.49, n.1, p.59-64. 2004.

TAVEIRA, R.Z. et al. Avaliação da tolerância ao calor em búfalas leiteiras da raça Murrah. **Espacios**. v.38, n.18, p.15-23, 2017.

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

THOM, E. C. The Discomfort Index. **Weatherwise**, [S.L.], v. 12, n. 2, p. 57-61, 1959.
<http://dx.doi.org/10.1080/00431672.1959.9926960>. Disponível em:
[https://www.scirp.org/\(S\(vtj3fa45qm1ean45vvffcz55\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1441730](https://www.scirp.org/(S(vtj3fa45qm1ean45vvffcz55))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1441730). Acesso em: 15 jun. 2022.

THOMAS, C. S. **Milking management of dairy buffaloes**. 2004. 52p. Thesis (Doctor) - Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden, 2004.

VILELA, Reíssa Alves. **Efeito do ambiente térmico na fisiologia adaptativa de bubalinos**. 2013. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2013.
 Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74131/tde-05042013-153125/publico/DO5268119COR.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2022

YOUSEF, M. K. Stress physiology in livestock – basic principles. Boca Raton, Fl. CRC Press, 1985.

