

**UNIVERSIDADE BRASIL
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM PRODUÇÃO ANIMAL
CAMPUS DESCALVADO, SÃO PAULO**

WANDERLEY ROCHA MEIRA FILHO

**PARÂMETROS FISIOLÓGICOS E DESEMPENHO DE NOVILHAS
MISTIÇAS CONFINADAS RECEBENDO ÓLEOS ESSENCIAIS NA
ÁGUA DE BEBIDA**

**PHYSIOLOGICAL PARAMETERS AND PERFORMANCE OF
CONFINED MESTROSS HEIFERS RECEIVING ESSENTIAL OILS IN
DRINKING WATER**

Descalvado – SP

2024

WANDERLEY ROCHA MEIRA FILHO

**PARÂMETROS FISIOLÓGICOS E DESEMPENHO DE NOVILHAS
MISTIÇAS CONFINADAS RECEBENDO ÓLEOS ESSENCIAIS NA
ÁGUA DE BEBIDA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Produção Animal da Universidade Brasil, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Prof. Dr. Paulo Henrique Moura Dian
Orientador

Descalvado – SP

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da Universidade Brasil,
com os dados fornecidos pelo (a) autor (a).

M451p Meira Filho, Wanderley Rocha.
Parâmetros fisiológicos e desempenho de novilhas mestiças confinadas recebendo óleos essenciais na água de bebida / Wanderley Rocha Meira Filho. Descalvado: Universidade Brasil, 2024.
54f. : il. ; 29,5cm.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Brasil, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Produção Animal.
Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Moura Dian.

1. Aditivos. 2. Bovinos. 3. Confinamento. 4. Imagens. 5. Termográficas. I. Título.

CDD 636.213

TERMO DE APROVAÇÃO

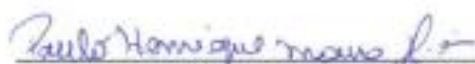


TERMO DE APROVAÇÃO

Wanderley Rocha Meira Filho

"Parâmetros fisiológicos e desempenho de novilhas mestiças confinadas recebendo óleos essenciais na água de bebida."

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Mestrado em Produção Animal da Universidade Brasil, pela seguinte banca examinadora:



Prof^o Dr^o Paulo Henrique Moura Dian
(Presidente orientador)



Prof^o Dr^o Kathery Brennecke
(UNIVERSIDADE BRASIL)

gov.br

Documento assinado eletronicamente
WALDIR GILBERTO DE LIMA
CPF: 01111510411-00000000000
em 30/09/2024 às 14:00:00
por Paulo Henrique Moura Dian

Prof^o Dr^o Valdíque Gilberto de Lima

(Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia, IFRON)

Descalvado/SP, 30 de setembro de 2024

Presidente da Banca

Prof^o Dr^o Paulo Henrique Moura Dian

Houve alteração do Título: sim () não (x):

www.ub.edu.br

FOLHA DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DO TEXTO NA PÁGINA UNIVERSIDADE BRASIL E CATÁLOGO DE TESES E DISSERTAÇÕES DA CAPES E REPRODUÇÃO DO TRABALHO



Termo de Autorização

Para Publicação de Dissertações e Teses no Formato Eletrônico na Página WWW do Respeetivo Programa da Universidade Brasil e no Banco de Teses da CAPES

Na qualidade de titular(es) dos direitos de autor da publicação, e de acordo com a Portaria CAPES no. 13, de 15 de fevereiro de 2006, autorizo(amos) a Universidade Brasil a disponibilizar através do site <http://www.universidadebrasil.edu.br>, na página do respectivo Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu, bem como no Banco de Dissertações e Teses da CAPES, através do site <http://bancodeteses.capes.gov.br>, a versão digital do texto integral da Dissertação/Tese abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira.


A utilização do conteúdo deste texto, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, fica condicionada à citação da fonte.

Título do Trabalho: "Parâmetros fisiológicos e desempenho de novilhas mestiças confinadas recebendo óleos essenciais na água de bebida"

Houve alteração do Título: sim () não (x);

Autores:

Discente: **Wanderley Rocha Meira Filho**

Assinatura: 

Documento assinado digitalmente
WANDERLEY ROCHA MEIRA FILHO
Data: 30/09/2024 16:42:55
Verificação: www.gov.br

Orientador: **Prof^o Dr^o Paulo Henrique Moura Dian**

Assinatura: 

Coorientador: -

Assinatura: _____

Data: 30/09/2024

www.ub.edu.br

DEDICATÓRIA

“Dedico este trabalho ao meu pai Wanderley Rocha Meira, meus avós paternos Walmar Meira e Cleide Angélica (*in memoriam*) e minha mãe Eunice Belarmino Meira, cujo o empenho em me educar sempre estiveram em primeiro lugar”.



AGRADECIMENTOS

Quero externar a Deus toda honra, glória e louvor, por toda graça, oportunidades, saúde, força, perseverança, bênçãos e tudo mais que Ele tenha em mim colocado.

A minha família, pilar da minha vida, que sempre esteve presente e dando forças para superar toda e qualquer dificuldade que eu encontrasse.

Quero agradecer a minha esposa Marlei Meira por ser incentivadora dos meus projetos, companheira, amiga, esposa fiel e dedicada e por ter ficado ao meu lado no momento mais difícil que passei em minha vida.

Ao professor Paulo Henrique Moura Dian, pela orientação cuidadosa e dedicada, por tudo que ensinou, pela paciência, pela a estrutura que nos permitiu desenvolver o experimento e por ter contribuído para que eu pudesse chegar até aqui.

A Bruna Raphaela Corinta Trinta (*in memoriam*) que ajudou diretamente na condução do experimento.

Ao Programa de Mestrado Profissional em Produção Animal da Universidade Brasil – UB, por nos conceder a oportunidade da realização deste Curso.

Aos professores do Programa de Mestrado que nos ajudaram ao desenvolvimento do ensino, pesquisa e extensão.

A todos os familiares, colegas e amigos que, nomeá-los aqui seria pouco por toda gratidão que tenho. Por isso, os principais agradecimentos estão guardados dentro de meu coração.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho e auxiliaram na caminhada para que eu pudesse conquistar mais um dos meus objetivos.

A todos, meu muito obrigado!

RESUMO

A presente pesquisa teve o objetivo a avaliação dos parâmetros fisiológicos (temperatura retal, frequência respiratória, frequência cardíaca e temperatura superficial de regiões corporais) e desempenho (eficiência alimentar, conversão alimentar e ganho médio diário) de novilhas mestiças $\frac{1}{2}$ Angus x $\frac{1}{2}$ Nelore confinadas recebendo óleos essenciais de eucalipto e menta diluídos na água de bebida. O trabalho foi previamente aprovado pela Comissão de Ética para Uso de Animais (protocolo 2200038). O experimento foi conduzido em propriedade rural parceira da Universidade Brasil, no município de Descalvado. Foram utilizados 12 animais, com idade aproximada de 12 meses e peso vivo médio de $258,21 \pm 36,84$ kg, distribuídos ao acaso em baias cobertas, individuais, com 12m^2 , com comedouros e bebedouros individualizados e piso de concreto, e divididos em dois tratamentos: T1 – água de bebida com adição de óleos essenciais de eucalipto e menta na concentração de 0,025%; T2 – água de bebida sem adição de óleos essenciais. A adaptação à dieta e às instalações foram de 14 dias. O período experimental foi de 36 dias, com pesagem nos dias 0, 21 e 36, totalizando três pesagens ao longo do experimento. As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, às 07:00 e 17:00 horas, sendo as mesmas pesadas individualmente, assim como as sobras, para controle individual do consumo. As águas dos bebedouros foram trocadas diariamente, sendo o consumo controlado a partir da aferição do fornecido e das sobras no final do dia. Durante as pesagens, foram registradas a temperatura retal, frequência cardíaca e frequência respiratória. As imagens termográficas diárias foram obtidas dos animais no espelho nasal, costado, marrafa e testa, às 14h, à distância de 1,5 m. As condições climáticas médias foram registradas e os índices de temperatura e umidade (ITU) e temperatura do globo negro e umidade (ITGU) estimados. O consumo de água foi menor nos animais que receberam óleos essenciais na água de bebida em relação aos animais do grupo controle ($p < 0,05$). Os parâmetros de consumo de matéria seca, peso vivo, conversão alimentar, eficiência alimentar e ganho médio diário não foram afetados pelo fornecimento de óleos essenciais ($p \geq 0,05$). A temperatura superficial da região do costado, na quinta semana do período experimental, foi menor nas novilhas que receberam os óleos essenciais. As variáveis de temperatura superficial, temperatura retal, frequência respiratória e frequência cardíaca dos animais não diferiram entre os tratamentos. A suplementação de óleos essenciais à base de eucalipto e menta na água de bebida promoveu redução do consumo de água e na temperatura superficial em áreas específicas dos animais, sem comprometer os parâmetros de desempenho zootécnico.

Palavras-chave: aditivos, bovinos, confinamento, imagens termográficas.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the physiological parameters (rectal temperature, respiratory rate, heart rate, and surface temperature of body regions) and performance (feed efficiency, feed conversion, and average daily gain) of crossbred $\frac{1}{2}$ Angus x $\frac{1}{2}$ Nelore heifers kept in feedlots and receiving eucalyptus and mint essential oils diluted in drinking water. The study was previously approved by the Ethics Committee for the Use of Animals (protocol 2200038). The experiment was conducted on a rural property associated with Universidade Brasil, in the municipality of Descalvado. Twelve animals, approximately 12 months old and weighing an average of $258,21 \pm 36,84$ kg, were randomly distributed in individual covered stalls measuring 12m^2 , with individual feeders and drinkers and a concrete floor, and divided into two treatments: T1 – drinking water with the addition of eucalyptus and mint essential oils at a concentration of 0.025%; T2 – drinking water without the addition of essential oils. The adaptation to the diet and facilities lasted 14 days. The experimental period was 36 days, with weighing on days 0, 18 and 36, totaling three weighings throughout the experiment. The diets were provided twice a day, at 7:00 am and 5:00 pm, and the diets were weighed individually, as well as the leftovers, for individual control of consumption. The water in the drinkers was changed daily, and consumption was controlled by measuring the water provided and the leftovers at the end of the day. During the weighings, rectal temperature, heart rate and respiratory rate were recorded. Daily thermographic images were obtained from the animals using the nasal mirror, side, chin and forehead, at 2:00 pm, at a distance of 1.5 m. The average climatic conditions were recorded and the temperature and humidity indexes (ITU) and black globe temperature and humidity (ITGU) were estimated. Water consumption was lower in animals that received essential oils in their drinking water compared to animals in the control group ($p < 0.05$). The parameters of dry matter consumption, live weight, feed conversion, feed efficiency and average daily gain were not affected by the supply of essential oils ($p \geq 0.05$). The surface temperature of the side region, in the fifth week of the experimental period, was lower in heifers that received essential oils. The variables of surface temperature, rectal temperature, respiratory rate and heart rate of the animals did not differ between treatments. Supplementation of eucalyptus and mint-based essential oils in drinking water showed promise in reducing water consumption and modulating surface temperature in specific areas of the animals, without compromising zootechnical performance parameters.

Keywords: additives, cattle, confinement, thermal imaging.

DIVULGAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO

Óleos essenciais, extraídos de plantas, são conhecidos por suas propriedades antimicrobianas, antioxidantes e anti-inflamatórias, o que tem despertado interesse em seu uso como alternativa aos aditivos sintéticos na alimentação animal, podendo ser uma alternativa promissora para melhorar o desempenho dos animais e promover a saúde dos rebanhos de forma sustentável. Os óleos essenciais possuem propriedades antimicrobianas e refrescante que visam proporcionar aos bovinos um melhor conforto térmico, redução ao estresse térmico e melhora na função respiratória.

Portanto, a utilização de óleos essenciais representa uma opção sustentável e econômica para, além de otimizar o desempenho do rebanho, reduzir a necessidade de aditivos químicos na produção. Soma-se isso ao fato de que, com a crescente demanda por produtos de origem animal mais naturais, a adoção dessa prática pode agregar valor à produção, atendendo às expectativas de consumidores cada vez mais preocupados com a qualidade e a sustentabilidade dos alimentos.

Neste sentido, a inclusão de óleos essenciais na água de bebida de novilhas mestiças confinadas demonstra ser uma estratégia eficaz para melhorar o bem-estar e o desempenho dos animais, contribuindo para práticas de manejo mais naturais e ambientalmente responsáveis. Esta inovação oferece benefícios tanto para os animais quanto para os produtores, destacando-se como uma alternativa viável para otimizar a produtividade em sistemas de confinamento.

Sendo assim, justifica-se esta pesquisa que foi desenvolvida para inclusão de óleos essenciais de eucalipto e menta na água de bebida de bovinos com o intuito de avaliar melhoras nos parâmetros fisiológicos (temperatura retal, frequência respiratória, frequência cardíaca e temperatura superficial de regiões corporais) e desempenho (eficiência alimentar, conversão alimentar e ganho médio diário). Ao final dos testes, foi identificado que ocorreu diferença significativa nas variáveis consumo de água e na temperatura superficial da região de costado comparado com os animais que não receberam os óleos essenciais, evidenciando que a suplementação de óleos essenciais à base de eucalipto e menta na água de bebida mostrou-se promissora na

redução do consumo de água e na modulação da temperatura superficial em áreas específicas dos animais.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Galpão de confinamento com baias individualizadas.	29
Figura 2 - Novilha ingerindo água com adição de óleos essenciais de eucalipto e menta.....	31
Figura 3 - Tronco com balança e leitor digital utilizado para pesagem	31
Figura 4 - Imagem aferida com a termografia infravermelha na região de marrafa da novilha.....	33

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AGCC - Ácidos Graxos de Cadeia Curta
CA - Conversão Alimentar
CMS - Consumo de Matéria Seca
DEW - Ponto de Orvalho
FC - Frequência Cardíaca
FR - Frequência Respiratória
GMD - Ganho Médio Diário
HPA - Eixo Hipotálamo-Hipófise-Adrenal
ITGU - Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade
ITU - Índice de Temperatura e Umidade
MS - Matéria Seca
OE - Óleos Essenciais
PV - Peso Vivo
TR - Temperatura Retal
TCS - Temperatura Crítica Superior
TCI - Temperatura Crítica Inferior

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVO GERAL	17
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3 REVISÃO DA LITERATURA	18
3.1 ESTRESSE TÉRMICO EM BOVINOS	19
3.2 ZONAS DE CONFORTO TÉRMICO	20
3.3 PARÂMETROS FISIOLÓGICOS: FREQUÊNCIA RESPIRATÓRIA, TEMPERATURA RETAL, FREQUÊNCIA CARDÍACA E TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE CORPORAL .	23
3.4 ESTRATÉGIAS DE MANEJO PARA REDUZIR O ESTRESSE TÉRMICO.....	25
3.5 ÓLEOS ESSENCIAIS E SEUS EFEITOS NO CONFORTO TÉRMICO DE BOVINOS	28
4 MATERIAL E MÉTODOS	31
4.2 ANÁLISES FISIOLÓGICAS.....	34
4.3 CARACTERIZAÇÃO DA AMBIÊNCIA	35
4.4 deliamento estatístico	35
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
6 CONCLUSÃO	46
REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

A produção de bovinos em ambientes que proporcionem conforto e bem-estar é fundamental para atingir altos índices zootécnicos. Estrategicamente, é crucial estudar e implementar medidas que minimizem os impactos adversos do clima sobre os animais, visando otimizar a produtividade. Estudos demonstram que existe uma zona de conforto térmico ou termoneutra, na qual os animais apresentam melhores resultados com menor gasto energético e esforço mínimo dos mecanismos termorreguladores, resultando em um desempenho produtivo superior.

O estresse calórico, que pode ser provocado por temperaturas fora dessa zona de conforto, causa alterações na homeostase dos bovinos. Essas alterações são comumente quantificadas por meio de variáveis fisiológicas, como temperatura retal, frequência respiratória e cardíaca, além de concentrações hormonais.

Bovinos quando enfrentam temperaturas acima da neutralidade térmica, exibem mudanças comportamentais, como aumento da ingestão de água, redução na circulação sanguínea para órgãos internos, e diminuição da ingestão de alimentos, o que compromete seu desempenho.

A manutenção da temperatura corporal é um processo delicado, determinado pelo equilíbrio entre a perda e o ganho de calor.

Os mecanismos de dissipação de calor dos bovinos, como radiação, condução, convecção e evaporação, são críticos para manter a homeostase. Em condições de calor extremo, a evaporação se torna o principal meio de perda de calor. A termografia de infravermelho tem sido utilizada como uma ferramenta para monitorar a temperatura da superfície corporal dos animais, detectando alterações que indicam estresse ou doenças.

Além das estratégias de manejo e monitoramento térmico, alguns estudos têm investigado o uso de compostos fitogênicos como uma alternativa natural e segura na pecuária. Compostos bioativos derivados de plantas, como os óleos essenciais, possuem propriedades que podem melhorar a fermentação ruminal e a eficiência de utilização da dieta.

Estudos demonstram que os óleos essenciais têm potencial benéfico para a modulação da fermentação ruminal, melhorando a utilização de nutrientes e o desempenho animal.

O óleo essencial de eucalipto (cineol) e o óleo de menta com seu princípio ativo (mentol), vem sendo amplamente estudado em virtude das suas propriedades antimicrobianas e refrescante que proporcionam aos bovinos um melhor conforto térmico, redução ao estresse térmico e melhora na função respiratória, no entanto esses resultados são relacionados ao estudo na forma de suplementos.

Existem poucos estudos em andamento que investiguem a administração via água de bebida dos óleos essenciais de eucalipto e menta. Embora os efeitos dos óleos essenciais no alívio do estresse térmico em bovinos ainda não sejam plenamente comprovados, há relatos de produtos comerciais que indicam essa possibilidade.

Diante desse cenário, este estudo busca explorar a eficácia de estratégias que podem mitigar os efeitos do estresse térmico em bovinos, com o intuito de contribuir para o bem-estar animal e a otimização da produtividade na pecuária.

2 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi avaliar a adição, via água de bebida, de um produto comercial a base de óleos essenciais de eucalipto e menta, sobre características fisiológicas e desempenho de e novilhas confinadas ½ Angus x ½ Nelore.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar os parâmetros fisiológicos (temperatura retal, frequência respiratória e frequência cardíaca e temperatura superficial de regiões corporais) de novilhas e o ganho médio diário (GMD) das novilhas em relação à suplementação com óleos essenciais.
- Avaliar o desempenho (ingestão hídrica, consumo, ganho médio diário (GMD), eficiência alimentar e conversão alimentar) das novilhas em relação à suplementação com óleos essenciais.
- Mensurar as variáveis ambientais para a caracterização da ambiência.

3 REVISÃO DA LITERATURA

O Brasil é caracterizado por uma grande diversidade climática, com predominância de climas tropicais e subtropicais, o que cria um ambiente desafiador para a produção bovina, especialmente no que se refere ao controle do estresse térmico (CESCA et al., 2021). As temperaturas elevadas e a alta umidade relativa observadas em muitas regiões do país durante grande parte do ano intensificam o desafio da termorregulação em bovinos. Isso é particularmente relevante em sistemas de produção que utilizam bovinos taurinos ou mestiços, cuja capacidade de adaptação ao calor é menor em comparação aos bovinos zebuínos (HERBUT et al., 2019).

A genética dos bovinos meio sangue, resultante do cruzamento entre taurinos e zebuínos, desempenha um papel crucial na sua adaptabilidade às condições ambientais brasileiras. Enquanto os taurinos, como as raças europeias, apresentam maior sensibilidade ao calor devido à menor capacidade de dissipação de calor e maior produção de calor metabólico, os zebuínos, como a raça Nelore, exibem adaptações evolutivas que lhes conferem maior resistência ao estresse térmico (SILVA; MORAIS; GUILHERMINO, 2007). Essas adaptações incluem uma menor produção de calor interno e uma maior capacidade de transpiração, o que lhes permite manter a homeostase em ambientes quentes (HERBUT et al., 2019).

A capacidade adaptativa dos bovinos zebuínos é amplamente reconhecida, sendo uma das principais razões para o seu predomínio em regiões tropicais como o Brasil. Esses animais demonstram uma maior resiliência ao estresse térmico, resultado de características fisiológicas e morfológicas que favorecem a regulação térmica em ambientes quentes (HANSEN, 2004). A escolha entre taurinos e zebuínos, ou a utilização de mestiços, é, portanto, uma decisão estratégica importante na pecuária brasileira, com implicações diretas na produtividade e no bem-estar animal (HANSEN, 2004).

Dado o impacto significativo do clima na produção bovina, entender as respostas adaptativas desses animais ao ambiente brasileiro é essencial para o desenvolvimento de práticas de manejo que mitiguem os efeitos adversos do estresse térmico. Estratégias como a escolha de raças adaptadas ao clima tropical, o melhoramento genético visando maior tolerância ao calor e a implementação de tecnologias de resfriamento são fundamentais para assegurar a produtividade e o

bem-estar dos bovinos em sistemas de produção tropicais (ZAZUETA GUTIERREZ et al., 2021).

3.1 ESTRESSE TÉRMICO EM BOVINOS

O estresse térmico em bovinos é uma condição crítica que afeta o bem-estar, a produtividade e a saúde dos animais, especialmente em regiões tropicais. Este fenômeno ocorre quando os mecanismos naturais de termorregulação dos bovinos são insuficientes para manter a homeostase corporal, resultando em uma série de respostas fisiológicas e comportamentais adversas (HERBUT et al., 2019). A principal causa do estresse térmico é a incapacidade dos bovinos de dissipar o calor de maneira eficiente quando a temperatura ambiente ultrapassa a capacidade de termorregulação dos animais, resultando em hipertermia (AZEVEDO; ALVES, 2009).

Bovinos submetidos a temperaturas elevadas enfrentam um aumento na frequência respiratória e na temperatura retal, indicadores primários de estresse térmico (SANTOS et al., 2021). A exposição prolongada ao calor pode levar a um aumento da produção de proteínas de choque térmico (HSPs), que atuam na proteção celular contra danos térmicos (HERBUT et al., 2019). Essas proteínas ajudam a estabilizar e a reparar proteínas danificadas pelo calor, protegendo as células contra os efeitos adversos da hipertermia.

A temperatura crítica superior (TCS) para bovinos é frequentemente ultrapassada durante os meses mais quentes do ano em regiões tropicais, o que leva a uma série de adaptações fisiológicas e comportamentais (BIANCA, 1963). A taxa metabólica dos animais é um fator crítico que influencia a TCS, e os bovinos zebuínos, por exemplo, possuem maior tolerância ao calor comparados aos taurinos devido a suas adaptações genéticas (Andrade, 2021). Essas adaptações incluem uma maior capacidade de transpiração e uma menor produção de calor metabólico, o que lhes permite dissipar o calor de maneira mais eficiente (HERBUT et al., 2019).

O estresse térmico pode modular a resposta imunológica via eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HPA), levando a uma mudança na função imunológica adaptativa de celular para humoral, o que enfraquece a função imunológica dos animais (SANTOS et al., 2021). Além disso, o estresse térmico crônico pode suprimir a produção de imunoglobulinas, reduzindo a capacidade dos bovinos de combater infecções (GUPTA

et al., 2023). Este efeito imunossupressor aumenta a susceptibilidade dos bovinos a várias doenças infecciosas, incluindo mastite e doenças respiratórias (SANTOS et al., 2021).

Durante a gestação, o estresse térmico tem um impacto significativo no sistema imunológico de vacas e bezerros ao longo de suas vidas (ANDRADE, 2021). Durante o estágio pré-natal, o estresse térmico pode prejudicar o desenvolvimento imunológico do feto, levando a uma transferência passiva de imunidade ineficiente e afetando negativamente a função das células imunológicas após o nascimento (DAHL, TAO & LAPORTA, 2020). Em vacas adultas, o estresse térmico pode diminuir a resposta imune durante a lactação e aumentar a suscetibilidade a infecções. Além disso, vacas expostas ao estresse térmico podem ter uma resposta imune reduzida que persiste na próxima lactação (DAHL, TAO & LAPORTA, 2020).

De acordo com Bagath et al. (2019), a redução da imunidade causada pelo estresse térmico compromete não apenas a saúde dos bovinos, mas também sua produtividade. A diminuição da eficiência reprodutiva, o aumento da incidência de doenças metabólicas e a redução da qualidade do leite são algumas das consequências observadas. Bagath et al. (2019) relataram que o estresse térmico reduz a ingestão de matéria seca e a absorção de nutrientes, o que afeta negativamente a produção e a composição do leite. A qualidade do leite pode ser comprometida devido à redução da concentração de proteínas e ao aumento da contagem de células somáticas, um indicador de infecção mamária.

A compreensão da interação entre os animais e o ambiente é essencial para a formulação de estratégias de manejo que visem maximizar a produtividade. Dessa forma, o conhecimento das variações diárias e sazonais nas respostas fisiológicas dos animais possibilita a implementação de ajustes que promovam maior conforto térmico (ANDRADE, 2021).

3.2 ZONAS DE CONFORTO TÉRMICO

As zonas de conforto térmico representam intervalos de temperatura e umidade onde os bovinos podem manter suas funções fisiológicas normais sem a necessidade de gastar energia adicional para resfriar ou aquecer seus corpos (RODRIGUES; SOUZA; PEREIRA FILHO, 2010). Esses intervalos são fundamentais para garantir o

bem-estar dos animais, sendo influenciados por fatores como raça, idade e condição física dos bovinos (ARMSTRONG, 1994).

Buffington et al. (1981) destacam que a manutenção dentro dessas zonas é crucial para a produtividade e saúde dos animais.

Em regiões tropicais, onde as temperaturas frequentemente excedem os limites superiores das zonas de conforto térmico dos bovinos, é essencial implementar estratégias para minimizar o impacto do calor (AZEVEDO; ALVES, 2009).

Diversos fatores influenciam as zonas de conforto térmico, incluindo raça, idade, estado fisiológico e condições ambientais. De acordo com Andrade (2021), as raças zebuínas, como a Nelore, possuem maior tolerância ao calor devido a adaptações genéticas, como pele mais fina e maior número de glândulas sudoríparas, em comparação com as raças taurinas, como a Holandesa.

Para manter os bovinos dentro de suas zonas de conforto térmico, diversas estratégias de manejo podem ser implementadas. Segundo Barion, Silva e Ferreira (2012), o uso de ventiladores, nebulizadores e sombras naturais ou artificiais são formas eficazes de reduzir o impacto do calor em bovinos. Azevêdo e Alves (2009) destacam que a sombra pode reduzir significativamente a carga térmica sobre os animais, melhorando seu bem-estar e produtividade.

Manter os bovinos dentro de suas zonas de conforto térmico é essencial para garantir a saúde, bem-estar e produtividade dos animais. Gupta et al. (2023) enfatizam a importância de utilizar tecnologias de monitoramento, como sensores de temperatura e sistemas de alerta, para garantir que os bovinos permaneçam dentro de suas zonas de conforto térmico.

As variáveis ambientais, como temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento e radiação solar, têm um papel significativo na definição das zonas de conforto térmico para bovinos, a interação dessas variáveis afeta diretamente a capacidade dos animais de dissipar calor corporal. Segundo Baêta e Souza (2010), a combinação de altas temperaturas e umidade elevada pode intensificar o estresse térmico em bovinos, dificultando os processos de evaporação e sudorese, que são os principais mecanismos de resfriamento corporal.

Além das variáveis ambientais, diversos índices de ambiência são utilizados para avaliar o conforto térmico dos animais em sistemas de produção. O Índice de Temperatura e Umidade (ITU) é um dos mais comuns e leva em consideração tanto

a temperatura do ar quanto a umidade relativa, sendo amplamente utilizado para identificar condições de estresse térmico (THOM, 1959). Segundo Perissinotto e Moura (2007), o ITU é particularmente útil para monitorar as condições climáticas em sistemas de confinamento e pastagens, oferecendo uma ferramenta simples para a tomada de decisões de manejo, como a necessidade de providenciar sombra ou resfriamento mecânico.

Outro índice relevante é o Índice de Carga Térmica Radiante (ICRT), que incorpora a influência da radiação solar sobre os animais, sendo especialmente importante em regiões tropicais, onde a radiação pode representar um fator adicional de estresse térmico. Segundo Silva et al. (2015), o ICRT é fundamental para avaliar a exposição dos animais à radiação solar direta e para o planejamento de estratégias de sombreamento.

O Índice de Temperatura do Globo e Umidade (ITGU) é uma ferramenta amplamente utilizada para avaliar o conforto térmico de animais, especialmente em ambientes externos e situações de exposição direta à radiação solar. Esse índice leva em consideração não apenas a temperatura do ar e a umidade relativa, mas também a radiação solar e a capacidade dos animais de dissipar o calor. A medição do ITGU envolve o uso de um termômetro de globo negro, que simula as condições de exposição térmica de um corpo esférico à radiação solar, combinando as variáveis de temperatura ambiente, umidade relativa e radiação, o que o torna uma abordagem mais completa do que outros índices climáticos (BUFFINGTON et al., 1981).

De acordo com Buffington et al. (1981), o ITGU é mais preciso do que outros índices, como o ITU, para avaliar o estresse térmico em bovinos, pois incorpora a radiação solar, que é um fator crítico nas zonas tropicais e subtropicais. Em áreas de intensa radiação solar, como no Brasil, o ITGU pode ser essencial para a tomada de decisões de manejo, uma vez que bovinos expostos ao sol sem sombra estão sujeitos a maiores riscos de hipertermia.

Além disso, o ITGU permite uma avaliação mais detalhada do microclima ao qual os bovinos estão expostos, possibilitando ajustes no ambiente, como a instalação de sombras artificiais, o manejo do horário de pastagem e o uso de ventilação e resfriamento mecânico, quando necessário. Segundo Maia et al. (2016), o ITGU tem sido cada vez mais utilizado em estudos de bem-estar animal devido à sua capacidade

de prever com precisão as condições de estresse térmico em diferentes sistemas de produção, tanto em pastagem quanto em confinamento.

O uso desses índices e variáveis permite uma avaliação mais precisa do conforto térmico dos bovinos, possibilitando intervenções rápidas e eficazes no manejo dos animais, Gupta et al. (2023) enfatizam a importância de utilizar tecnologias de monitoramento, como sensores de temperatura e sistemas de alerta, para garantir que os bovinos permaneçam dentro de suas zonas de conforto térmico.

3.3 PARÂMETROS FISIOLÓGICOS: FREQUÊNCIA RESPIRATÓRIA, TEMPERATURA RETAL, FREQUÊNCIA CARDÍACA E TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE CORPORAL

O estresse térmico é um dos principais desafios na produção animal, pois impacta negativamente a produtividade e o desenvolvimento dos animais. Para regular a produção e dissipação de calor em climas quentes, os bovinos adaptam-se através de várias modificações nos sistemas respiratório, circulatório, endócrino, nervoso e excretor (MARAI; HAEEB, 2010).

As alterações na homeostase dos bovinos causadas pelo estresse térmico são frequentemente medidas por variáveis fisiológicas, como a temperatura retal, mesmo bovinos mestiços, conhecidos por sua maior tolerância ao calor devido ao cruzamento com zebuínos, podem apresentar mudanças comportamentais e fisiológicas significativas sob condições de calor extremo (NARDONE et al., 2010).

Manter os animais em condições de conforto térmico, onde não precisam ativar mecanismos de termorregulação, resulta em maior eficiência produtiva em comparação aos animais expostos ao estresse térmico (RODRIGUES; SOUZA; PEREIRA FILHO, 2010). Avaliar respostas fisiológicas, como frequência respiratória, temperatura retal e temperatura do pelame, pode ser uma ferramenta eficaz para identificar situações de estresse térmico, especialmente em animais em lactação (MORAIS et al., 2008).

Parâmetros fisiológicos como temperatura retal (TR), temperatura superficial da pele (TSP) e temperatura do úbere são influenciados pelo período do dia, sendo

mais elevados à tarde devido ao aumento da temperatura ambiente (DIAS, 2017). Spiers et al. (2004) observaram que a temperatura ambiente externa provoca alterações na temperatura retal e na frequência respiratória.

A temperatura retal é um importante indicador do calor acumulado pelos animais ao longo do dia, apresentando valores mais altos ao final do dia, quando a radiação solar é mais intensa (LINHARES et al., 2015).

Este parâmetro é amplamente utilizado para avaliar a adaptação fisiológica ao calor, já que seu aumento indica falhas nos mecanismos de dissipação de calor, podendo levar o animal a um estado crítico de hipertermia (PERISSINOTTO et al., 2009).

A temperatura corporal dos bovinos é o resultado do equilíbrio entre a produção e a perda de calor, sendo idealmente medida pela temperatura retal (TR), com valores normais para bovinos variando entre 38°C e 39,3°C, o que pode variar dependendo da idade, raça e estado fisiológico desses animais (DU PREEZ, 2000, SILVA et al., 2009). Temperaturas retais acima dessa faixa indicam maior acúmulo de calor corporal, demandando mais energia para dissipação térmica e reduzindo a energia disponível para produção, o que compromete o desempenho dos animais (GARCIA et al., 2011).

Os animais sem acesso à sombra apresentaram TR mais alta, especialmente nos períodos secos, indicando maior acúmulo de calor corporal e maior energia necessária para termólise, o que reduz a energia disponível para produção de leite (GARCIA et al. 2011).

Além da frequência respiratória e da temperatura retal, outros parâmetros fisiológicos importantes para a avaliação do estresse térmico em bovinos incluem a frequência cardíaca e a temperatura da superfície corporal. A frequência cardíaca (FC) é um indicador sensível da atividade do sistema cardiovascular e pode refletir o estado de adaptação dos animais ao calor. Sob condições de estresse térmico, a frequência cardíaca tende a aumentar para compensar a demanda adicional por dissipação de calor, principalmente em função da necessidade de aumentar o fluxo sanguíneo para a pele e as extremidades (SILVA et al., 2010). Bovinos submetidos a altas temperaturas ambientais frequentemente apresentam elevação significativa na frequência cardíaca, o que pode sobrecarregar o sistema cardiovascular e reduzir a eficiência produtiva (SOUZA et al., 2012).

A temperatura da superfície corporal (TSC), por sua vez, também é amplamente utilizada para monitorar a resposta térmica de bovinos ao ambiente. Regiões como a pele, o úbere e as extremidades são particularmente sensíveis às variações de temperatura, sendo a temperatura superficial da pele (TSP) um parâmetro eficaz para identificar o grau de estresse térmico. Estudos mostram que a TSP tende a aumentar à medida que a temperatura ambiente se eleva, devido ao aumento da radiação solar e à menor dissipação de calor por meio de mecanismos evaporativos (PEREIRA et al., 2011). O monitoramento da TSC em regiões específicas do corpo pode fornecer informações valiosas sobre a capacidade dos bovinos de manter a homeostase térmica, especialmente em condições extremas de calor (COSTA et al., 2015).

A combinação de medições de frequência cardíaca e temperatura da superfície corporal, juntamente com outros parâmetros fisiológicos como a frequência respiratória e a temperatura retal, permite uma avaliação mais completa do impacto do estresse térmico em bovinos e auxilia na identificação de medidas preventivas e mitigadoras para garantir o bem-estar animal e a eficiência produtiva.

3.4 ESTRATÉGIAS DE MANEJO PARA REDUZIR O ESTRESSE TÉRMICO

Reduzir o estresse térmico em bovinos é essencial para garantir o bem-estar e a produtividade dos animais. Uma das formas mais simples e eficazes de conseguir isso é através do uso de sombra. Estruturas como telhados, árvores ou telas sombreadoras podem proteger os animais da radiação solar direta, diminuindo a carga térmica. Além disso, é essencial garantir acesso constante a água fresca e de boa qualidade, já que a hidratação adequada é vital para a termorregulação (PEREIRA, 2005).

Segundo Glaser (2003), a disponibilidade de sombra é fundamental para os bovinos, que tendem a pastear principalmente durante os horários menos quentes do dia. Essa estratégia reduz o tempo de pastagem e, conseqüentemente, o ganho de calor resultante da digestão e da atividade muscular. Durante os períodos mais quentes, os bovinos buscam sombra como uma resposta natural ao estresse térmico.

Titto et al. (2008) destacam que o sombreamento artificial é uma alternativa viável e importante. Para ser eficaz, é necessário escolher materiais de construção dos abrigos que sejam compatíveis com as condições ambientais da propriedade. A eficácia da sombra artificial depende da sua capacidade de oferecer um ambiente mais fresco e confortável, protegendo os animais da radiação solar direta e auxiliando na termorregulação adequada.

Outra estratégia eficaz é a instalação de ventiladores e sistemas de aspersão de água nos galpões de ordenha e nas áreas de confinamento. Esses dispositivos aumentam a movimentação do ar e a evaporação da água na pele dos animais, promovendo o resfriamento. A combinação de ventiladores e aspersores é especialmente eficaz em climas quentes e úmidos (BARION; SILVA; FERREIRA, 2012).

Além disso, a formulação de dietas específicas para períodos de calor pode auxiliar na redução do estresse térmico. Dietas com menor teor de fibra e maior densidade energética ajudam a diminuir a produção de calor metabólico, e a inclusão de aditivos como vitaminas e minerais também pode melhorar a capacidade dos animais de lidar com o estresse oxidativo e manter a função imunológica (GLASER, 2003).

O uso de tecnologias de monitoramento também tem se mostrado crucial para a identificação e mitigação do estresse térmico, sensores de temperatura, acelerômetros e monitores de frequência cardíaca são algumas das tecnologias disponíveis que permitem o acompanhamento em tempo real das condições ambientais e da resposta fisiológica dos bovinos (TITTO et al. 2008). Esses dispositivos podem ser aplicados diretamente nos animais ou no ambiente onde estão inseridos, fornecendo dados precisos sobre a temperatura corporal, frequência respiratória e movimentação. De acordo com Ferreira et al. (2010), esses sistemas de alerta são fundamentais para identificar rapidamente situações de estresse térmico, permitindo que os produtores tomem medidas corretivas, como aumentar a oferta de água ou ajustar o sombreamento.

Uma ferramenta cada vez mais utilizada na pecuária moderna é o uso de câmeras termográficas e pistolas de infravermelho para monitorar a temperatura corporal dos bovinos sem contato físico direto, esses dispositivos permitem medir com precisão a temperatura superficial da pele dos animais, o que fornece um indicador

confiável da presença de estresse térmico (BARION; SILVA; FERREIRA, 2012). Segundo Daltro et al. (2017), a câmera termográfica pode ser utilizada para detectar variações de temperatura em diferentes partes do corpo dos bovinos, ajudando a identificar áreas de maior dissipação de calor. Esse tipo de monitoramento é especialmente útil em sistemas de manejo intensivo e contribui para uma resposta mais rápida e eficaz no controle do estresse térmico.

Implementar essas estratégias de manejo, combinadas com o uso de tecnologias de monitoramento, é essencial para manter a produtividade e o bem-estar dos animais em ambientes desafiadores. A pesquisa contínua e a inovação tecnológica são importantes para o desenvolvimento de práticas de manejo mais eficazes e sustentáveis para a pecuária moderna (RODRIGUES; SOUZA; PEREIRA FILHO, 2010).

Uma outra questão é o entendimento do ambiente térmico, do qual é fortemente influenciado por diversos fatores, como a localização geográfica (latitude e longitude), altitude, vegetação e variáveis climáticas, tais como a temperatura do ar, a umidade, a radiação solar, a nebulosidade, a velocidade dos ventos e a precipitação. Esses elementos atuam de maneira simultânea, moldando o ambiente ao qual os animais estão expostos, neste sentido o ambiente térmico pode ser compreendido como o resultado da interação desses fatores, sendo muitas vezes representado por uma variável denominada temperatura efetiva (CASTANHEIRA, 2009; BAÊTA; SOUZA, 2010).

As mudanças no ambiente podem provocar desequilíbrios nos animais em relação ao meio que estão inseridos, e esses desequilíbrios vão variar de animal para animal (CARRASCO e VAN DE KAR, 2003), porém, independentemente, do estudo sobre as desequilíbrios fisiológicos dos animais às condições ambientais ou dos impactos do ambiente sobre o bem-estar, a eficiência e o conforto animal, é necessário sintetizar o ambiente em que os animais se encontram em uma variável numérica.

Para isso, índices de conforto térmico foram desenvolvidos, com o intuito de avaliar as condições climáticas de uma região em relação às necessidades dos animais (ABREU et al., 2008; SOUZA et al., 2010) e entre os mais citados na literatura, destacam-se o índice de temperatura e umidade (ITU) e o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU).

3.5 ÓLEOS ESSENCIAIS E SEUS EFEITOS NO CONFORTO TÉRMICO DE BOVINOS

O uso de óleos essenciais na alimentação de bovinos tem se destacado como uma prática promissora para melhorar o conforto térmico dos animais, especialmente em regiões onde o estresse térmico é uma preocupação constante. Os aditivos alimentares fitogênicos, como os óleos essenciais, são compostos secundários de plantas que, quando incluídos na dieta, oferecem benefícios à saúde e à produção animal (SILVA et al., 2017).

Esses óleos são conhecidos por suas diversas propriedades biológicas, incluindo ação antibacteriana, antiviral, fungicida e antiparasitária. Além disso, possuem atividades antioxidantes e anti-inflamatórias que podem contribuir para a redução do estresse oxidativo e inflamação nos tecidos corporais dos bovinos (STEVANOVIC et al., 2018). Tais características podem ser particularmente úteis em situações de estresse térmico, pois ajudam a mitigar o impacto fisiológico causado por altas temperaturas.

Estudos indicam que óleos essenciais, como o mentol e o cineol, têm mostrado resultados promissores na mitigação dos efeitos do estresse térmico em bovinos. Esses compostos têm a capacidade de induzir uma sensação de frescor nos animais, atuando de maneira semelhante aos efeitos refrescantes percebidos em humanos (LEE et al. (2015). A suplementação com esses óleos essenciais pode reduzir a temperatura corporal e melhorar a eficiência alimentar dos bovinos (SILVA et al., 2017).

O óleo essencial de eucalipto, em particular, tem sido amplamente estudado por suas propriedades refrescantes e antimicrobianas, o principal composto ativo do óleo de eucalipto, o eucaliptol (cineol), é conhecido por induzir uma sensação de resfriamento ao estimular receptores de temperatura na pele, o que pode auxiliar os animais na termorregulação (STEVANOVIC et al., 2018). Um estudo de Lee et al. (2015) demonstrou que a administração de eucaliptol via suplementação alimentar melhorou o conforto térmico e reduziu o comportamento relacionado ao estresse térmico em bovinos. Além disso, foi observado que o eucaliptol tem um impacto

positivo na função respiratória, ajudando os animais a dissipar calor de maneira mais eficiente.

Atualmente, o óleo essencial de eucalipto é utilizado principalmente na forma de suplementos adicionados à dieta dos bovinos, embora existam estudos em andamento que investigam sua administração via água de bebida, os resultados iniciais são promissores, sugerindo que a administração oral por meio da água pode ser uma forma eficaz de aplicação em rebanhos em sistemas de manejo extensivo (SILVA et al., 2017).

Outro óleo essencial que tem ganhado destaque é o de menta, principalmente por seu composto ativo mentol, conhecido por suas propriedades refrescantes e vasodilatadoras, o mentol age diretamente nos receptores de frio da pele e das mucosas, criando uma sensação de frescor sem alterar a temperatura corporal interna (TEKIPPE et al. 2013). Segundo Collier et al. (2012), o uso de mentol como aditivo na dieta de bovinos melhorou o desempenho dos animais em condições de estresse térmico ao promover maior dissipação de calor.

A administração de óleo essencial de menta tem sido feita tanto via suplemento alimentar quanto por meio da água de bebida, em sistemas de confinamento, onde o monitoramento individual dos animais é mais fácil, a inclusão do óleo de menta na água de bebida tem sido uma prática explorada para otimizar o consumo durante os períodos de calor intenso (COLLIER et al. 2012). Tekippe et al. (2013) relataram que a administração de mentol via água de bebida melhorou a ingestão de água e aumentou o tempo que os animais permanecem em atividade, sem sinais de exaustão térmica.

Além de seus efeitos isolados, há evidências de que os óleos essenciais de eucalipto e menta podem ser mais eficazes quando utilizados em combinação com outras estratégias de manejo para mitigar o estresse térmico. Calsamiglia et al. (2007) sugerem que o uso de fitobióticos em conjunto com sombra, ventilação adequada e hidratação pode potencializar os efeitos positivos dos óleos essenciais sobre o conforto térmico dos bovinos. Além disso, a suplementação contínua com esses óleos ajuda a manter a eficiência metabólica dos animais, mesmo em ambientes de alta temperatura, contribuindo para uma melhor conversão alimentar.

O uso desses compostos fitogênicos como estratégia de mitigação do estresse térmico ainda é considerado uma novidade no campo da pecuária, mas o interesse

por sua aplicação tem aumentado, principalmente em regiões tropicais (STEVANOVIĆ, et al. 2018). Estudos de longo prazo e em larga escala continuam sendo necessários para estabelecer as melhores práticas de administração, dosagem e combinações de compostos. A pesquisa contínua é fundamental para otimizar o uso de óleos essenciais e maximizar seus benefícios para o conforto térmico e a produtividade dos bovinos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÕES DO LOCAL

O trabalho foi conduzido no Sítio Moura Dian, que possui contrato de parceria com a Universidade Brasil, no município de Descalvado/SP, localizado na Rodovia Estadual Vicente Botta, SP 215, km 114 ± 700 metros. Foram utilizadas 12 novilhas $\frac{1}{2}$ Aberdeen Angus x $\frac{1}{2}$ Nelore, com idade aproximada de 12 meses e 258 kg de peso vivo, e foi aprovado pelo CEUA através do protocolo 2200038.

Os animais foram mantidos em baias individuais cobertas com telha de barro, de piso concretado, com 12 m², cercadas por tábuas, com comedouros e bebedouros individualizados (Figura 1). O piso foi revestido de pó de serra para aumentar o conforto dos animais no período de confinamento.



Figura 1 – Galpão de confinamento com baias individualizadas.

O período de adaptação foi de 14 dias, e os animais foram alimentados com dieta composta por 45% de volumoso (bagaço de cana) e 55% de concentrado (**Tabela 1**), na proporção de 2,5% da matéria seca em relação ao peso vivo, sendo aumentado gradualmente o nível de concentrado até alcançar a relação V:C de 20:80 ao final da adaptação. Os animais foram alojados nas baias individuais durante o

período de adaptação para que estivessem adaptados ao confinamento no início do experimento.

Tabela 1 – Composição químico-bromatológica do concentrado utilizado para o arraçamento de novilhas ½ Angus x ½ Nelore confinadas.

Nutrientes	Níveis de garantia
Umidade (Máx.)	120,00 g/kg
NDT na MS (Min.)	760,00 g/kg
NNP (Máx.)	77,00 g/kg
Proteína Bruta (Min.)	180,00 g/kg
Extrato Etéreo (Min.)	30,00 g/kg
Fibra Bruta (Máx.)	70,00 g/kg
Matéria Mineral (Máx.)	40,00 g/kg
Cálcio (Min.)	5.000,00 mg/kg
Cálcio (Máx.)	8.000,00 mg/kg
Fósforo (Min.)	6.000,00 mg/kg
Sódio (Min.)	2.200,0 mg/kg
FDA (Máx.)	80,00 g/kg
Magnésio (Min.)	2.800,00 mg/kg
Enxofre (Min.)	500,00 mg/kg
Cobre (Min.)	10,00 mg/kg
Zinco (Min.)	50,00 mg/kg
Manganês (Min.)	12,00 mg/kg
Selênio (Min.)	0,20 mg/kg
Iodo (Min.)	1,00 mg/kg
Cobalto (Min.)	1,50 mg/kg
Vitamina A (Min.)	2.500,00 UI/kg
Vitamina D3 (Min.)	1.130,00 UI/kg
Vitamina E (Min.)	25,00 UI/kg
Monensina (Min.)	50,00 mg/kg
Flavomicina (Min.)	7,00 mg/kg ⁴

Após período de adaptação, os animais foram distribuídos em dois tratamentos com seis animais: T1 – adição de óleos essenciais de eucalipto e menta na água de bebida na concentração de 0,025% (**Figura 2**); T2 – controle (sem inclusão de óleos essenciais na água de bebida).



Figura 2 – Novilha ingerindo água com adição de óleos essenciais de eucalipto e menta.

O período experimental foi de 36 dias, com pesagens dos animais no início (Figura 3), meio e final do experimento, totalizando três pesagens ao longo do experimento. As pesagens foram realizadas às 07:00 horas, antes do fornecimento da primeira refeição do dia.



Figura 3 – Tronco com balança e leitor digital utilizado para pesagem dos bovinos durante o período experimental.

As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, às 07:00 e 17:00 horas, sendo as mesmas pesadas individualmente, assim como as sobras, para controle individual do consumo.

A água dos bebedouros foi trocada diariamente, sendo o consumo controlado a partir da aferição do fornecido e das sobras no final do dia. Foi fornecido 60 litros de água por animal por dia. Um total de 15 ml da solução de óleos essenciais foi diluído no bebedouro das novilhas do tratamento 1.

4.2 ANÁLISES FISIOLÓGICAS

Durante as pesagens dos animais, foram registradas a temperatura retal, frequência cardíaca e movimentos respiratórios. A temperatura retal foi obtida com o auxílio de um termômetro clínico digital inserido, aproximadamente, 7,5 cm no reto. A frequência respiratória foi medida contando-se o número de movimentos respiratórios no flanco dos animais por um período de 10 segundos e multiplicando-se os valores encontrados por 6 para se obter o número de movimentos respiratórios por minuto (mov.min⁻¹). A frequência cardíaca foi obtida por meio da contagem dos batimentos cardíacos por minuto (bpm), com auxílio de um estetoscópio e de um cronômetro.

As temperaturas nasais, costado, marrafa e testa, foram tomadas por meio de uma câmera térmica FLI T297 (FLIR Systems Inc.), conforme (Figura 4) às 14h, à distância de 1,5 m da área de interesse. A superfície de interesse para a tomada da imagem foi inspecionada quanto a qualquer artefato externo que pudesse afetar a temperatura da superfície, adicionando pontos frios ao termograma, como sujeira, lama, grama ou esterco.



Figura 4 – Imagem aferida com a termografia infravermelha na região de marrafa da novilha.

4.3 CARACTERIZAÇÃO DA AMBIÊNCIA

Durante o processo de tomada de imagem, a umidade relativa (%), a temperatura atmosférica (°C) e a velocidade do vento (m/s) foram medidas, usando termo-higrômetroanemômetro (*Extech Instruments*), além do registro das temperaturas do globo negro (TG) e do ponto de orvalho (DEW). As medidas foram tomadas durante todo o período experimental às 07:00, 14:00 e 17:00 horas. O índice de temperatura e umidade (ITU) foi calculado pela equação descrita por Mader et al., (2006), e a temperatura do globo negro e umidade (ITGU), segundo Buffington et al. (1981).

4.4 DELINEAMENTO ESTATÍSTICO

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com dois tratamentos e seis repetições. As avaliações dos parâmetros fisiológicos

corresponderam a (temperatura retal, frequência respiratória, frequência cardíaca e temperatura superficial de regiões corporais) e os desempenhos (eficiência alimentar, conversão alimentar e ganho médio diário) de novilhas mestiças ½ Angus x ½ Nelore confinadas recebendo óleos essenciais de eucalipto e menta diluídos na água de bebida. Os Dados foram submetidos ao programa estatístico Sisvar 5.6 realizando-se a análise de desvio padrão, teste F e Teste T ($p \geq 0,05$).

O período experimental foi de 36 dias, com pesagem nos dias 0, 21 e 36, totalizando três pesagens ao longo do experimento.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CLASSIFICAÇÕES DO AMBIENTE

A temperatura ambiente média registrada durante o período experimental foi de 25,6 °C, com máxima e mínima de 34,0 e 17,0 °C, respectivamente.

Os bovinos apresentam diferentes níveis de temperatura ideal para entrar ou permanecer na zona de termoneutralidade, a zona de conforto térmico dos taurinos é entre - 1°C e 16°C, (BAËTA & SOUZA, 1997). Já nas raças zebuínas a temperatura ideal varia entre 10 e 27°C (PEREIRA, 2005).

Na zona de termoneutralidade, o sistema termorregulador não é acionado, seja para capturar ou dissipar calor, sendo assim, o gasto de energia para manutenção é mínimo, resultando em máxima eficiência produtiva. Os limites da zona de termoneutralidade são: a temperatura crítica inferior (TCI) e a temperatura crítica superior (TCS). Abaixo da TCI, o animal entra em estresse pelo frio, e acima da TCS, em estresse pelo calor (BACCARI JUNIOR, 1998).

Ao observar os dados de temperaturas durante o período experimental, foi comprovado que os animais passaram por períodos em que as TCS foram superadas com certa frequência, denotando que as novilhas avaliadas nesse período estavam frequentemente expostas ao estresse pelo calor, e que esse efeito ambiental pode vir a alterar o comportamento alimentar e os índices zootécnicos desses animais.

Porém, um dos grandes problemas de se considerar apenas a zona de termoneutralidade para saber se um animal está ou não em ambiente estressante é o fato de que este índice não considera outros fatores ambientais estressantes como a

umidade relativa do ambiente, velocidade do vento e a radiação solar, por isso estes dados foram coletados no presente experimento.

A umidade relativa média foi de 71,4%, com máxima e mínima de 98,3 e 41,6%, respectivamente. A velocidade do vento média foi de 0,17 m/s, com máxima e mínima de 2,50 e 0 m/s, respectivamente. A temperatura média registrada do globo negro foi de 26,3 °C, com máxima e mínima de 35,5 e 17,5 °C, respectivamente. A temperatura de ponto de orvalho média foi de 21,5 °C, com máxima e mínima de 24,4 e 15,7 °C, respectivamente.

O índice de temperatura e umidade médio (ITU) obtido durante o período experimental foi de 74,42. O ITU tem demonstrado ser um método eficiente e prático para a avaliação do conforto térmico de animais provenientes de regiões tropicais, uma vez que é elaborado utilizando a temperatura e umidade relativa do ar (WEST, 1999).

Campos et al. (2004) Menores ou igual a 70: normal, ausência de estresse (os animais estão situados numa faixa de temperatura e umidade ideal para seu desempenho produtivo); 70 a 72: situação de alerta (as condições climáticas estão no limite para o bom desempenho produtivo); 73 a 78: situação de alerta e os animais estão acima do índice crítico para a produção de leite (aqui o desempenho produtivo está comprometido); 79 a 82: condição de perigo (todas as funções orgânicas dos animais estão comprometidas); Acima de 82: estado de emergência (providências urgentes devem ser tomadas).

Outros pesquisadores relatam outros valores para ITU. Thatcher et al. (2010) reportam valores maiores, onde ITU menor que 72 corresponde a faixa de termoneutralidade para bovinos, e apenas quando o ITU for maior que 88 é que pode ser classificado como estado de emergência.

Segundo Herbut et al. (2018), não há um consenso entre os autores sobre os valores críticos de ITU.

A temperatura do globo negro e umidade (ITGU) obtida foi de 75,54.

O índice de temperatura do globo e umidade (ITGU) foi desenvolvido por Buffington et al. (1981) como um índice ambiental para a caracterização do conforto térmico de vacas leiteiras expostas a ambientes com radiação solar direta e indireta. No cálculo do ITGU, considera-se a temperatura do globo negro substituindo a temperatura do bulbo seco na equação do ITU. De acordo com Kelly & Bond (1971),

sob condições de clima tropical, o animal pode estar exposto a carga térmica radiante, com alto nível de desconforto.

Nesse caso, o ITU não reflete o ambiente térmico e não seria o mais adequado para avaliar o desconforto e as subseqüentes perdas na produção sob essas condições. Valores de ITGU até 74 definem situação de conforto para bovinos; de 74 a 78, situação de alerta; de 79 a 84, situação perigosa, e acima de 84, emergência (BAÊTA, 1985).

5.2 DESEMPENHO

O consumo de água foi menor nos animais que receberam o blend de óleos essenciais na água de bebida em relação aos animais do grupo controle ($p < 0,05$). Os demais parâmetros avaliados não foram afetados pelo fornecimento do blend de óleos essenciais ($p \geq 0,05$), (Tabela 2).

Tabela 2 - Avaliação do peso vivo, consumos de alimento e água, parâmetros de conversão alimentar, eficiência alimentar e ganho médio diário de novilhas mestiças ½ Aberdeen Angus x ½ Nelore confinadas, recebendo óleos essenciais de menta e

Parâmetros	Anova			
	Controle	Óleos essenciais	Valor de F	Pr > F
Peso vivo inicial (kg)	257,50±38,37 ^a	258,92±38,90 ^a	0,00	0,9506
Peso vivo 21 dias (kg)	267,00±41,22 ^a	271,58±43,47 ^a	0,04	0,8551
Peso vivo 36 dias (kg)	270,67±34,36 ^a	277,83±42,03 ^a	0,10	0,7531
Ganho médio diário (kg)	0,37±0,28 ^a	0,53±0,17 ^a	1,39	0,2652
Consumo água (L)	37,25±3,85 ^a	29,76±3,37 ^b	12,85	0,0050
Conversão alimentar (kg MS/kg ganho)	23,29±18,97 ^a	19,61±4,57 ^a	0,21	0,6541
Eficiência Alimentar (kg ganho/kg MS)	0,04±0,03 ^a	0,05±0,02 ^a	0,95	0,3528
Consumo total MS (kg)	5,73±0,83 ^a	5,69±0,97 ^a	0,00	0,9535
Consumo total MS (%PV)	2,17±0,04 ^a	2,12±0,07 ^a	2,54	0,1422

eucalipto diluídos em água de bebida.

*: Valores seguidos pela mesma letra, na linha, não diferem entre pelo teste F ($p \geq 0,05$)

O consumo de água foi reduzido em 7,49 litros por animal/dia (20,11%) nos animais que receberam o blend de óleos essenciais.

A regulação da ingestão de água pelos bovinos, com o aumento ou a diminuição do consumo, serve para manter o equilíbrio hídrico; para compensar as perdas

ocorridas pelas fezes, urina, saliva; e para manter a homeotermia, regulando a temperatura do corpo e dos órgãos internos.

Esse processo de perda de água para o resfriamento corpóreo ocorre por meio da evapotranspiração (suor e respiração), regulada diretamente pela temperatura ambiental e pela umidade do ar. Quanto mais quente e seco estiver o clima, mais água o bovino irá perder por evapotranspiração e maior será a sensação de sede do animal.

Os óleos essenciais presentes na água de bebida avaliados neste experimento podem ter produzido uma sensação de frescor no animal, pela ativação intensa dos receptores nas terminações nervosas da sensação de frio, mantendo os animais em situação de conforto térmico mesmo em situações adversas.

O mentol e a citronela presentes nos óleos essenciais de plantas aromáticas são capazes de diminuir o estresse calórico em animais (REHMAN et al., 2013). Esse efeito reflete diretamente no consumo de água observado por esse estudo.

De acordo com Kramer (1993), uma fêmea bovina adulta consome cerca de 32,5 litros de água numa temperatura ambiente de 21 °C, ou seja, em conforto térmico, e cerca de 40 litros de água numa temperatura de 32 °C. Dessa forma, podemos atestar que o consumo dos animais suplementados é semelhante ao de animais que estão em conforto térmico, segundo Kramer (1993).

Todos os animais receberam a mesma dieta composta de relação volumoso:concentrado de 20:80, a dieta pode ser classificada como mediana, ou seja, formulada e balanceada para garantir um médio potencial de ganho.

No parâmetro consumo de alimentos, as novilhas não apresentaram efeito com relação ao uso dos óleos essenciais via água de bebida. As novilhas do grupo controle consumiram em média 5,73 kg de matéria seca, enquanto as novilhas que receberam os óleos essenciais via água de bebida tiveram consumo de 5,69 kg na matéria seca.

Apesar da não diferença estatística para as variáveis de desempenho entre o grupo de animais que receberam ou não o blend de óleos essenciais de menta e eucalipto, é importante destacar que o ganho médio diário (GMD) apresentou diferenças numéricas entre os tratamentos. O GMD no grupo controle foi de 0,370 gramas por dia, enquanto as novilhas que receberam óleos essenciais na água de bebida ganharam 0,530 gramas por dia.

A sensação de frescor e o conforto térmico são os principais efeitos sinérgicos advindos dos óleos essenciais. Os animais que ficam com estresse térmico possuem

uma modificação em seu metabolismo basal, direcionando um maior aporte energético para a termorregulação. Quanto maior o estresse, mais energia o animal gasta com a termorregulação, assim, deixando de ser convertida em produto animal, neste caso, o animal perde a capacidade de ganho de peso.

A diferença numérica nos valores de GMD entre os tratamentos refletiu nos demais parâmetros avaliados.

As novilhas foram pesadas aos 21 dias de confinamento e aos 36 dias de confinamento. No tratamento com adição do blend de óleos essenciais, os animais ganharam em média 12,66 kg nos primeiros 21 dias de confinamento, já o grupo do tratamento controle ganhou 9,5 kg. Na seguinte pesagem após 15 dias, o grupo com adição do blend apresentou um ganho de 6,25 kg, e o grupo controle ganhou 3,67 kg. Essa diferença pode estar relacionada ao conforto térmico das novilhas tratadas, onde puderam utilizar com maior eficiência a energia de ganho, com menores perdas para alcançar a homeostase e gasto energético excessivo para a ativação do mecanismo de termorregulação.

A conversão alimentar (CA) é um índice calculado pela quantidade de ração consumida necessária para o aumento da unidade de peso, ou seja, o ganho de peso.

A CA é o total de alimento consumido / ganho de peso, então quanto menor o valor encontrado no cálculo da CA, mais eficiente será a estratégia alimentar utilizada, isto é, o animal consumirá menos para expressar 1 kg de ganho, sendo assim, será mais eficiente.

As novilhas do tratamento controle obtiveram uma CA de 23,29:1, já para as novilhas do tratamento com blend de óleos essenciais a CA foi de 19,61:1.

As temperaturas médias de radiação emitidas da superfície corporal das novilhas obtidas por meio das imagens de termografia infravermelha estão descritas na Tabela 3.

Tabela 3 – Valores médios e desvios padrões da média das temperaturas da marrafa, espelho nasal, costado e testa de novilhas mestiças ½ Aberdeen Angus x ½ Nelore confinadas, no tratamento recebendo óleos essenciais de menta e eucalipto diluídos em água de bebida e no tratamento controle.

Semana	Variável	Tratamento / Médias e Desvios Padrões (T°C)*					
		Óleo essencial			Controle		
1		35,5	±	2,7Aa	34,9	±	2,9Aab
2		31,0	±	3,4Ad	30,8	±	3,3Ad
3	Marrafa	33,5	±	2,1Ac	33,7	±	1,9Ac
4		34,2	±	2,9Abc	34,3	±	2,7Abc
5		35,0	±	1,9Aab	35,7	±	2,2Aa
1		33,6	±	3,2Aa	34,1	±	3,5Aab
2		28,7	±	2,5Ac	29,2	±	3,0Ad
3	Nasal	31,9	±	2,0Ab	31,7	±	2,1Ac
4		32,4	±	3,4Ab	33,1	±	3,0Ab
5		34,6	±	2,0Aa	34,3	±	2,0Aa
1		35,5	±	2,3Aa	35,9	±	1,9Aa
2	Costado	32,0	±	2,1Ac	31,8	±	2,2Ac

3		34,0	±	1,3Ab	34,2	±	1,5Ab
4		34,9	±	2,1Aa	34,8	±	1,8Ab
5		35,6	±	1,4Ba	36,3	±	1,4Aa
1		35,2	±	2,8Aa	35,3	±	2,4Aa
2		31,1	±	2,3Ac	31,2	±	2,1Ad
3	Testa	32,9	±	1,8Ab	32,7	±	2,0Ac
4		33,8	±	2,5Ab	33,9	±	2,2Ab
5		35,1	±	1,8Aa	35,4	±	1,5Aa

*: Valores seguidos pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste t (LSD) ($p \geq 0,05$);

*: Períodos correspondente aos dias da semana (semana 00 – 07D, 08 – 14D, 15 – 21D, 22 – 28D, 29 – 36D).

Na quinta semana do período experimental, a temperatura superficial do costado das novilhas que receberam o blend de óleos essenciais via água de bebida, foi menor quando comparado às novilhas do tratamento controle, sendo de 35,6°C nas novilhas suplementadas e 36,3°C nas novilhas do grupo controle. No restante das variáveis analisadas e comparadas entre os tratamentos não houve diferenças significativas.

Houve variação de temperatura entre as semanas do estudo, esse resultado está diretamente relacionado às condições e variações climáticas entre as semanas ao longo dos dias do experimento.

Na Tabela 4 estão apresentados os valores das médias da temperatura retal, frequência respiratória e frequência cardíaca, a partir de três mensurações durante o período experimental, nos dias das pesagens das novilhas.

Tabela 4 – Valores médios e desvios padrões da média da temperatura retal, frequência respiratória e frequência cardíaca de novilhas mestiças ½ Aberdeen Angus x ½ Nelore confinadas, no tratamento recebendo óleos essenciais de menta e eucalipto diluídos em água de bebida e no tratamento controle.

Semana	Variável	Tratamento / Médias e Desvios Padrões (T°C)*							
		Óleo essencial				Controle			
1		39,0	±	0,3	Aa	39,1	±	0,5	Aa
4	Retal	38,9	±	0,3	Aa	38,8	±	0,5	Aa
5		39,0	±	0,3	Aa	39,0	±	0,5	Aa
1		33,3	±	4,8	Ab	34,3	±	2,7	Ac
4	Freq. Respiratória	46,0	±	12,1	Aa	43,3	±	5,9	Ab
5		54,0	±	9,4	Aa	53,3	±	7,0	Aa
1		91,3	±	11,7	Aa	84,8	±	11,0	Aa
4	Freq. Cardíaca	86,0	±	14,5	Aa	74,7	±	8,3	Aa
5		80,0	±	11,7	Aa	78,0	±	10,4	Aa

*: Valores seguidos pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste t (LSD) ($p \geq 0,05$)

Pode-se observar que o valor da temperatura retal (TR) não obteve diferença nas mensurações durante o período experimental quando comparados os dois tratamentos.

As temperaturas registradas, entre 38,8° à 39,1°, mostraram que os animais não estavam em estresse térmico.

Segundo Robinson (1999), a temperatura normal de um bovino é de 38,0 a 39,3°C. West (1999), afirma que animais com temperatura retal acima de 39,2 °C é o indicativo de estresse térmico, pois é quando o calor não está sendo dissipado o que provoca o desconforto térmico. Sendo assim, as novilhas de ambos os tratamentos não estavam em estresse térmico.

Quando os animais entram em situação de estresse térmico, o primeiro parâmetro que começa elevar é a frequência respiratória (FR). Entretanto, as aferições não demonstraram diferenças estatísticas entre os dois tratamentos.

Mastelaro (2016), observou valores de frequência respiratória para os ruminantes de 40 a 60 mov/min, baixo estresse; 60 a 80 mov/min, médio estresse; e 80 a 120 mov/min alto estresse, e acima de de 200 mov/min o estresse térmico é considerado severo. Deste modo não houve novilhas que atingiram o alto estresse térmico pois a FR variou de 33,3 mov/min a 54,0 mov/min.

A frequência cardíaca (FC) é mais um parâmetro fisiológico indicativo de estresse térmico nos animais. Durante o período experimental, as novilhas não apresentaram diferença na frequência cardíaca entre o tratamento controle e o tratamento com o blend de óleos essenciais via água de bebida. Neste estudo observou a FC das novilhas mestiças entre 74,7 bpm a 91,3 bpm.

Rossarolla (2007), mencionou que para bovinos adultos os valores normais de frequência cardíaca está entre 60 a 70 bpm, mas destaca que apenas a alteração da FC não é suficiente para a determinação de estresse térmico, visto que, fatores como raça, idade, trabalho muscular, ingestão de grande quantidade de alimento e ruminação pode causar influências.

6 CONCLUSÃO

A suplementação de óleos essenciais na água de bebida reduziu o consumo de água e a temperatura superficial em áreas específicas dos animais, sem comprometer os parâmetros de desempenho zootécnico, sugerindo uma potencial melhora no conforto térmico.

Futuros estudos com diferentes dosagens e combinações de óleos essenciais são recomendados para otimizar suas aplicações e maximizar os benefícios em termos de conforto térmico e produtividade dos bovinos.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Raquel de Oliveira. **Estresse térmico em vacas leiteiras: revisão bibliográfica**. 2021. 87 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, 2021.
- ARMSTRONG, D.V. (1994). Heat stress interaction with shade and cooling. **Journal of Dairy Science**, 77, 2044-2050.
- ATRIAN, P., SHAHRYAR, H. A. Heat stress in dairy cows (a review). **Research in Zoology**, v.2, n.4, p.31-37. 2012.
- AZEVÊDO, Danielle Maria Machado Ribeiro; ALVES, Arnaud Azevêdo. **Bioclimatologia aplicada à produção de bovinos leiteiros nos trópicos**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2009. 83 p. (Documentos / Embrapa Meio-Norte, ISSN 0104-866X ; 188).
- BACCARI, F. Jr. Adaptação de Sistemas de Manejo na Produção de Leite em Clima Quente. In: SILVA, I.J.O. **Ambiência na Produção de Leite**. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 24-65.
- BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Modificações ambientais**. In.: BAÊTA, F.C., SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais - conforto animal**. Viçosa: UFV, 1997. p.187-236.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais - conforto animal**. Viçosa: Editora da UFV.1997. 246p.
- BAÊTA, F. C; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2010.
- BAGATH, M., et al. "O impacto do estresse térmico no sistema imunológico em gado leiteiro: uma revisão." **Research in veterinary science** , v. 126, p. 94-102, 2019.
- BENCHAAR, Chaouki; GREATHEAD, Henry. Essential oils and opportunities to mitigate enteric methane emissions from ruminants. **Animal Feed Science and Technology**. Vienna, v. 166, p. 338 – 355, jun. 2011.
- BARION, Mariana Regina Lingardi; SILVA, Heloísa Celis da; FERREIRA, Solange Gomes Colhado. **A importância e os tipos das sombras utilizadas para bovinos a pasto**. In: VI Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica, 2012, Maringá. Anais... Maringá: Centro Universitário de Maringá – CESUMAR, 2012. Disponível em: <URL>. Acesso em: 24 jul. 2024.
- BERTIPAGLIA, L.M.A; MELO, G.M.P; MELO, W.J.; DIAN, P.H.M.; LIMA, C.F.F.; COELHO, A.R.R.; SARAN, L.M. **Imagens termográficas na avaliação do conforto**

térmico de vacas leiteiras em sala de ordenha. In: GUIMARÃES, A.V.; BRITO, F.M.M. (org.). Zootecnia: Sistema de produção animal e forragicultura 2. 1.ed. Ponta Grossa: Atena, 2022. p. 9-21.

BIANCA, W.. Rectal temperature and respiratory rate as indicators of heat tolerance in cattle. **The Journal Of Agricultural Science**, [S.L.], v. 60, n. 1, p. 113-120, fev. 1963. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1017/s0021859600015902>.

BUFFINGTON, D.E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H.; PITT, D.; TAHTCHER, W.W.; COLLIER, R.J. Black globe-humidity index (ITGU) as confort equation for dairy cows. **Transactions of ASAE**, St. Joseph, v.24, n.3, p.711-14, 1981.

CARRASCO, G.A.; van de KAR, L.D. Neuroendocrine pharmacology of stress. **European Journal of Pharmacology**, Amsterdam, v.463, p.235-272, 2003.

CALSAMIGLIA, S. et al. Essential Oils as Modifiers of Rumen Microbial Fermentation. **Journal of Dairy Science**. Champaign, v. 90, n. 6, p. 2580-2595, jun. 2007.

CASTANHEIRA, M. **Análise multivariada de características que influenciam a tolerância ao calor em equinos, ovinos e bovinos.** 2009. 109 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

CESCA, R. S., SANTOS, R. C., GOES, R. H. T. B., FAVARIM, A. P. C., OLIVEIRA, M. S. G., & SILVA, N. C. (2021). Thermal comfort of beef cattle in the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, 45, e008321. <https://doi.org/10.1590/1413-7054202145008321>

CIESLAK, A.; SZUMACHER-STRABEL, M.; STOCHMAL, A.; OLESZEK, W. Plant components wITU specific activities against rumen methanogens. **Animal**, v.7, n.2, p.253–265, 2013.

COBELLIS G.; TRABALZA-MARINUCCI M.; YU, Z. Critical evaluation of essential oils as rumen modifiers in ruminant nutrition: A review. **Science of the Total Environment**, 545–546: 556–568, 2016.

COOK, N.J.; CHURCH, J.S.; SCHAEFER, A.L.; WEBSTER, J.R.; MATTHEWS, L.R.; SUTTIE, J.M. Stress and pain assessment of velvet antler removal from Elk (*Cervus elaphus canadensis*) and Reindeer (*Rangifer tarandus*). **Online Journal of Veterinary Research**, v.9, p.13–25, 2005.

COSTA, A. C. et al. Avaliação da temperatura da superfície corporal de bovinos sob estresse térmico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 44, n. 2, p. 85-93, 2015.

CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de fisiologia veterinária.** 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. p.427- 435.

DAHL, Geoffrey E.; TAO, Sha; LAPORTA, Jimena. Heat Stress Impacts Immune Status in Cows Across the Life Cycle. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 7, art. 116, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00116>>. Acesso em: 24 jul. 2024.

DALTRO, Darlene dos Santos; FISCHER, Vivian; ALFONZO, Evelyn Priscila München; DALCIN, Vanessa Calderaro; STUMPF, Marcelo Tempel; KOLLING, Giovani Jacob; SILVA, Marcos Vinícius Gualberto Barbosa da; MCMANUS, Concepta. Infrared thermography as a method for evaluating the heat tolerance in dairy cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.L.], v. 46, n. 5, p. 374-383, maio 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-92902017000500002>.

DIAS, Mariana Borges de Castro. **Efeitos do sombreamento sobre as respostas fisiológicas e sanguíneas, produção e qualidade do leite de vacas Girolando**. 2017. 87 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, Rio Verde, 2017. Disponível em: <URL>. Acesso em: 24 jul. 2024.

DU PREEZ, J. H. Parameters for the determination and evaluation of heat stress in dairy cattle in South Africa. **Onderstepoort Journal of Veterinary Research** 67(4):263–271, 2000.

FERREIRA, F.; PIRES, M. F. A.; MARTINEZ, M. L.; COELHO, S. G.; CARVALHO, A. U.; FERREIRA, P. M.; FACURE FILHO, E. J. E CAMPOS, W. E. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 5, p. 732- 738, 2006.

FERREIRA, Luiz Carlos Britto et al. O efeito de diferentes disponibilidades de sombreamento na dispersão das fezes dos bovinos nas pastagens. **Rev. Bras. de Agroecologia**, Porto Alegre, nov. 2010.

GUPTA S, SHARMA A, JOY A, DUNSHEA FR, CHAUHAN SS. The Impact of Heat Stress on Immune Status of Dairy Cattle and Strategies to Ameliorate the Negative Effects. **Animals**. 2023; 13(1):107. <https://doi.org/10.3390/ani13010107>.

GARCIA, A. R.; MATOS, L. B.; LOURENÇO JR., J. B.; NAHUM, B. S.; ARAÚJO, C. V.; SANTOS, A. X. Variáveis fisiológicas de búfalas leiteiras criadas sob sombreamento em sistemas silvipastoris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.46, n.10, p.1409-1414, 2011.

GLASER, Frederico Delbin. **Aspectos comportamentais de bovinos da raça Angus a pasto frente à disponibilidade de recursos de sombra e água para imersão**. 2003. 84f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2003.

HANSEN, P.J. Physiological and cellular adaptations of zebu cattle to thermal stress. **Animal Reproduction Science**, [S.L.], v. 82-83, p. 349-360, jul. 2004. Elsevier BV.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.anireprosci.2004.04.011>.

HAHN, G. L. **Management and housing of farm animals in hot environments**. In: YOUSEF, M.K. *Stress Physiology in Livestock: ungulates*. Boca Raton: CRC Press, 1985. v.2, p.151-174.

HART, K. J.; YÁÑEZ-RUIZ, D. R.; DUVAL, S. M.; MCEWAN, N. R.; NEWBOLD, C. J. Plant extracts to manipulate rumen fermentation. **Animal Feed Science and Technology**, 147(1–3), 8–35, 2008.

HERBUT, P., ANGRECKA, S., GODYŃ, D., & HOFFMANN, G. (2019). The physiological and productivity effects of heat stress in cattle – A review. **Annals of Animal Science**, 19(3), 579-593. DOI: 10.2478/aoas-2019-0011.

HRISTOV, A.N.; OH, J.; FIRKINS, J.L.; DIJKSTRA, J.; KEBREAB, E.; WAGHORN, G.; MAKKAR, H.P.S.; ADESOGAN, A.T.; YANG, W.; LEE, C.; GERBER, P.J.; HENDERSON, B.; TRICARICO, J.M. SPECIAL TOPICS-Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: I. A review of enteric methane mitigation options. **Journal of Animal Science**, v.91, p.5045-5069, 2013.

KELLY, C.F.; BOND, T.E. *Bioclimatic factors and their measurement*. Washington: National **Academy of Sciences: a guide to environmental research on animals**, 1971. 7 p.

KIM, Y.X.; RANATHUNGE, K.; LEE, S.; LEE, Y.; LEE, D.; SUNG, J. Composite transport model and water and solute transport across plant roots: An update. **Frontiers in plant science**, v.9, 2018.

KHOLIF, A.E; MATLOUP, O.H.; EL-BLTAGY, E.A.; OLAFADEHAN, O.A.; SALLAM, S.M.A.; EL-ZAIAT, H.M. Humic substances in the diet of lactating cows enhanced feed utilization, altered ruminal fermentation, and improved milk yield and fatty acid profile. **Livestock Science**, v.253, 2021.

KRAMER, J. Água, a base da produção de leite. **Revista dos Criadores**. v. 62. supl. SCL, n.760, p.1, 1993.

LEE, S. C.; CHO, J. Y.; LEE, C. K. Effects of eucalyptus oil on heat stress alleviation and performance in dairy cattle. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 99, n. 3, p. 568-574, 2015.

LEME, T. M. S. P.; PIRES, M. F. A.; VERNEQUE, R. S.; ALVIM, M. J.; AROEIRA, L. J. M. Comportamento de vacas mestiças holandês x zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 3, p. 668-675, 2005.

LINHARES, A. S. F.; SOARES, D. L.; OLIVEIRA, N. C. T.; SOUZA, B. B.; DANTAS, N. L. B. Respostas fisiológicas e manejo adequado de ruminantes em ambientes quentes. **Agropecuária Científica no semiárido**, v.11, n.2, p.27-33, 2015.

MAIA, A. S. C.; DA SILVA, R. G.; PEDROSA, V. B. Indicadores de estresse térmico em bovinos: uma análise dos índices mais utilizados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, n. 4, p. 135-144, 2016.

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, p.89–109, 2010.

MASTELARO, A. P. **Parâmetros fisiológicos e tricológicos na avaliação do conforto térmico em bovinos de corte**. 2016. 74 f. Dissertação (mestrado) - curso de zootecnia, universidade Federal de Goiás, Goiânia 2016.

MIRZAEI-ALAMOUTI, H.; MORADI, S.; SHAHALIZADEH, Z.; RAZAVIAN, M.; AMANLOU, H.; HARKINEZHAD, T.; JAFARI-ANARKOOLI, I.; DEINER, C.; ASCHENBACH, JR. Both monensin and plant extract alter ruminal fermentation in sheep but only monensin affects the expression of genes involved in acid-base transport of the ruminal epithelium. **Animal Feed Science and Technology**, v.219, 132–143, 2016.

MORAIS, D. A. E. F., MAIA, A. S. C.; SILVA R. G., VASCONSELOS A. M.; LIMA P. O.; GUILHERMINO, M. M. Variação anual de hormônios tireoideanos e características termorreguladoras de vacas leiteiras em ambiente quente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 37(3), 2008.

MULLER, C.J.C.; BOTHA, J.A.; SMITU, W.A. et al. Production, physiological and behavioral responses of lactating Friesian cows to a shade structure in a temperate climate. IN: BUCKLIN, R.A. (Ed.). INTERNATIONAL DAIRY HOUSING CONFERENCE, 3.,1994b, St. Joseph, MI. **Proceeding...** St. Joseph, MI: *American Society of Agricultural Engineers*, 1994. p.597-588.

NARDONE, A. Thermoregulatory capacity among selection objectives in dairy cattle in hot environment. **Zootecnica e Nutrizione Animale**, v.24, p.295-306, 1998.

NARDONE, A.; RONCHI, B.; LACETERA, N.; RANIERI, M. S.; BERNABUCCI, U. Effect of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. **Livestock Science** 130:57–69, 2010.

PEREIRA, J. C. C. **Fundamentos de bioclimatologia aplicados à produção animal**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005. 195p.

PEREIRA, A. M. et al. Efeitos da temperatura ambiente sobre a temperatura superficial da pele em bovinos de corte. **Journal of Animal Science**, v. 89, n. 4, p. 1478-1485, 2011.

REHMAN, S.R., MUHAMMAD, K., YAQUB, T., KHAN, M., HANIF, K. & YASMEEN, R. Antimicrobial activity of mentofin and its effect on antibody response of broilers to newcastle disease virus vaccine. **The Journal of Animal & Plant Sciences**, 23, 1008-1011. 2013.

ROBINSON, E. N. Termorregulação. In: CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. cap.51, p.427-

435.RODRIGUES, Alberio Lopes; SOUZA, Bonifácio Benício de; PEREIRA FILHO, José Morais. Influência do sombreamento e dos sistemas de resfriamento no conforto térmico de vacas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 6, n. 2, p. 14-22.

ROSSAROLLA, G. **Comportamento de vacas leiteiras da raça holandesa, em pastagem de milho com e sem sombra**. 2007. 46 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

RODRIGUES, A. L.; SOUZA, B. B. D.; FILHO, J. M. P. Influência do sombreamento e dos sistemas de resfriamento no conforto térmico de vacas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Patos-PB, abr./jun. 2010. Disponível em: <<http://150.165.111.246/ojspatos/index.php/ACSA/article/viewFile/62/pdf>>.

PATRA, A.K.; SAXENA, J. Exploitation of dietary tannins to improve rumen metabolism and ruminant nutrition. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v.91, p.24-37. 2011.

PATRA, Amlan K.; YU, Zhongtang. Effects of Essential Oils on Methane Production and Fermentation by, and Abundance and Diversity of, Rumen Microbial Populations. **Applied and Environmental Microbiology**. Kolkata, v. 78, n. 12, p. 4271-4280, jun. 2012

PERISSINOTTO, M.; MOURA, D. J.; CRUZ, V. F. Avaliação da produção de leite em bovinos utilizando diferentes sistemas de climatização. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v. 30. n.1. p. 135–142, 2009.

PIRES, M.F.A.; FERREIRA, A.M.; COELHO, S.G. Estresse calórico em bovinos de leite. In: Simpósio de produção e nutrição de gado leiteiro, 1998a, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 1998. p.17-30.

RAI, M.; PARALIKAR, P.; JOGEE, P.; AGARKAR, G.; INGLE, A.P.; DERITA, M.; ZACCHINO, S. Synergistic antimicrobial potential of essential oils in combination with nanoparticles: emerging trends and future perspectives. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 519, n. 1-2, p. 67-78, 2017.

REHMAN, S. R.; MUHAMMAD, K.; YAQUB, T.; KHAN, M.; HANIF, K.; YASMEEN, R. Antimicrobial activity of mentofin and its effect on antibody response of broilers to newcastle disease virus vaccine. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, v.23, p.1008-1011, 2013.

SANTOS, MM, SOUZA-JUNIOR, JBF, DANTAS, MRT et al. **Uma revisão atualizada sobre termorregulação bovina: respostas fisiológicas, mecanismos biofísicos e vias de alívio do estresse térmico**. *Environ Sci Pollut Res* 28 , 30471–30485 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14077-0>

SILVA, B. K.; GUIMARÃES, B. M. M.; URIBE, J. A. Z.; SOUZA, R. C. Uso de óleos essenciais em bovinos. **Sinapse Múltipla**, v.8, n.2, 2019.

SILVA, R. G.; MORI, C. S.; ARAÚJO, G. G. Avaliação de parâmetros fisiológicos de bovinos em condições de calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 10, p. 2264-2271, 2010.

SILVA, Roberto Gomes da; MORAIS, Débora Andréa Evangelista Façanha; GUILHERMINO, Magda Maria. Evaluation of thermal stress indexes for dairy cows in tropical regions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.L.], v. 36, n. 4, p. 1192-1198, ago. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982007000500028>.

SILVA, R. G. et al. Índices de conforto térmico para avaliação do bem-estar de bovinos. **Engenharia Agrícola**, v. 35, n. 5, p. 899-908, 2015.

SILVA, E. C. L.; MODESTO, E. C.; AZEVEDO, M. et al. Efeitos da disponibilidade de sombra sobre o desempenho, atividades comportamentais e parâmetros fisiológicos de vacas da raça Pitangueiras. **Revista Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 31, n. 3, p. 295-302, 2009.

SILVA, Rayana Brito da. **Suplementação de vacas leiteiras com óleos essenciais**. 2017. 162 f. Tese (Doutorado em produção e nutrição de ruminantes) – Universidade Federal de Lavras, UFLA.

SPIERS, D. E.; SPAIN, J. N.; SAMPSON, J. D.; RHOAD, R. P. Use of physiological parameters to predict milk yield and feed intake in heat-stressed dairy cows. **Journal of Thermal Biology**. v.29, p.759–764, 2004.

STEVANOVIĆ ZD, BOŠNJAK-NEUMÜLLER J, PAJIĆ-LIJAKOVIĆ I, RAJ J, VASILJEVIĆ M. **Essential Oils as Feed Additives-Future Perspectives**. *Molecules*. 2018 Jul 14;23(7):1717. doi: 10.3390/molecules23071717.

STÖBER, M. Identificação, anamnese, regras básicas da técnica de exame clínico geral. In: DIRKSEN, G.; GRÜNDER, H.D.; STÖBER, M. (Ed.) **Rosenberger: Exame Clínico dos Bovinos**. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1993. Cap.2, p.44-80.

SOUZA, B. B.; SANTOS, T. T.; MACHADO, F. S. Respostas fisiológicas de bovinos leiteiros ao estresse térmico. **Ciência Rural**, v. 42, n. 5, p. 928-934, 2012.

TINÔCO. I. F. F. Critérios para o planejamento de instalações avícolas para aves de postura. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E SISTEMAS DE PRODUÇÃO AVÍCOLA, 1998, Concórdia, SC. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPASA, 1988. p.57-72. (EMBRAPA-CNPASA, Documentos, 53).

TITTO, E. A. L.; PEREIRA, A. M. F.; VILELA, R. A.; TITTO, C. G.; AMADEU, C. C. B. Manejo ambiental e instalações para vacas leiteiras em ambiente tropical. In: Workshop de ambiência na produção de leite, I., 2008, Nova Odessa. **Palestras ...** Nova Odessa: Centro Apta – Bovinos de Leite do Instituto de Zootecnia, 2008. p.1-

24.

TEKIPPE, J. A.; et al. Effect of essential oils on ruminal fermentation and lactation performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**. Champaign, v. 96, n. 12, p. 7892- 7903, aug. 2013.

THOM, E. C. **The discomfort index**. **Weatherwise**, v. 12, p. 57-60, 1959.

WEET J. W. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. **J. of Dairy Sci.** Champaign. 2003; 86 (6); 2131-2144.

WEST, J. W. Nutritional Strategies for Managing the Heat-Stressed Dairy Cow. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 82, p. 21-35, supplement 2, 1999.

ZAZUETA GUTIERREZ, AC, ROMO VALDEZ, AM, CASTRO PEREZ, BI, & RÍOS RÍNCON, FG (2021). **Estratégias de mitigação do estresse térmico para bovinos de corte sob terminação intensiva nos trópicos secos mexicanos**. *Produtividade Agro* . <https://doi.org/10.32854/agrop.v14i7.1874>