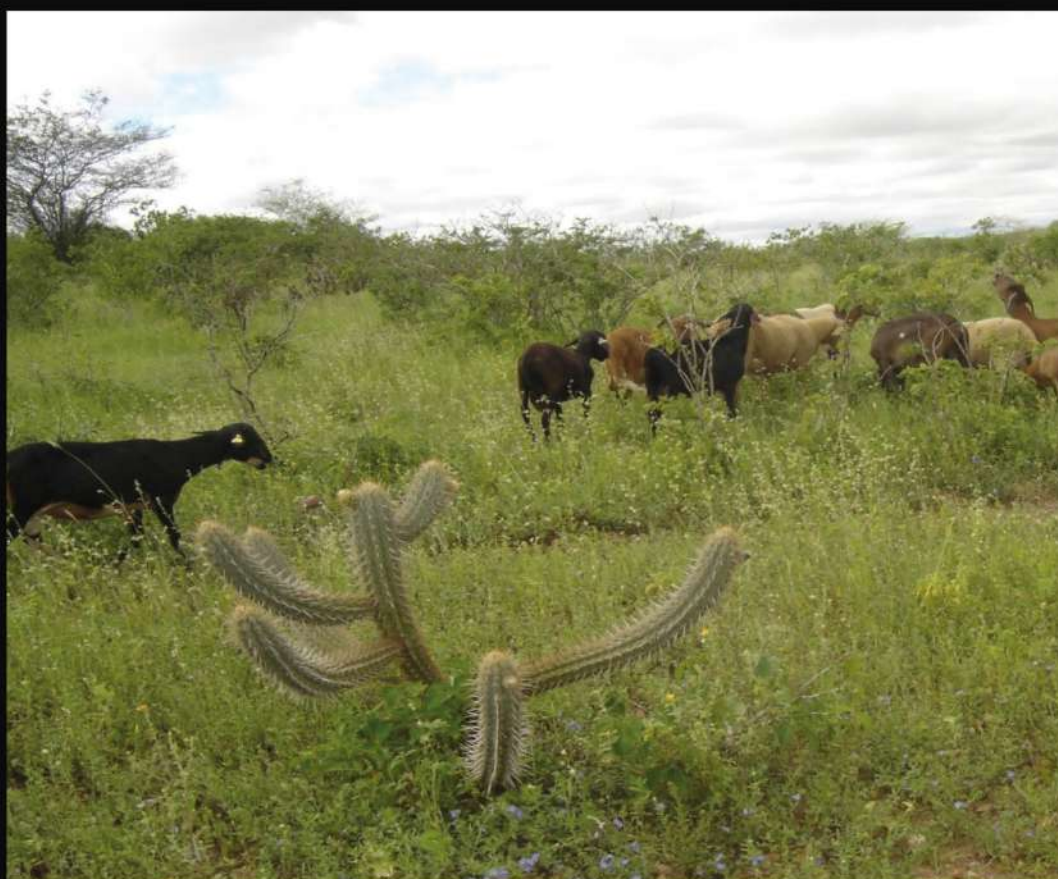


VOLUME III

Coletânea Científica – Artigos Completos

BIOCLIMATOLOGIA e Bem-Estar Animal



Bonifácio Benício de Souza
Organizador


Editora científica
semiárido acadêmico

ORGANIZADORES

Bonifácio Benício de Souza; Dermeval Araújo Furtado; Antônio Nelson Lima da Costa; José Valmir Feitosa; Marcus Roberto Goes Ferreira Costa; Luanna Figueirêdo Batista; Nágela Maria Henrique Mascarenhas; Claudiney Felipe Almeida Inô; Danilo Leite Fernandes; Maycon Rodrigues da Silva; Fábio Santos do Nascimento; Rebeca Castelo Branco Brasileiro; Gelson da Costa Silva; Fabíola Franklin de Medeiros; Ariádne de Barros Carvalho; João Vinícius Barbosa Roberto; Talícia Maria Alves Benício; José Antônio Pires da Costa Silva; Gustavo de Assis Silva; João Paulo da Silva Pires; Luiz Henrique de Souza Rodrigues

Bioclimatologia e Bem-Estar Animal no Semiárido Brasileiro
Coletânea Científica – Artigos Completos – Volume 3

Editora Científica Semiárido Acadêmico – ECSA
Patos – PB, Brasil – 2026

Copyright © 2026
Editora Científica Semiárido Acadêmico – ECSA
Todos os direitos reservados.

O conteúdo dos artigos é de exclusiva responsabilidade de seus respectivos autores e autoras. É proibida a reprodução total ou parcial desta obra, por qualquer meio ou forma, sem autorização prévia e expressa da editora. Permite-se, contudo, a citação de trechos, desde que devidamente referenciada a fonte original. As opiniões expressas nos capítulos são de responsabilidade de seus autores, não refletindo, necessariamente, a visão institucional da editora.

Editor-Chefe
Prof. Dr. Bonifácio Benício de Souza

Conselho Editorial
Membros permanentes da Editora Científica Semiárido Acadêmico (ECSA) e pesquisadores colaboradores do grupo “Estudo da Adaptação de Animais de Produção nas Regiões Tropicais” – CNPq/UFCG.

E-mail institucional: semiaridoacademico@gmail.com

Site: www.editorasemiarioacademico.com

DOI: <https://doi.org/10.65338/ecsa.v3.2026>

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Bioclimatologia e bem-estar animal no semiárido
brasileiro [livro eletrônico] : coletânea
científica : artigos completos : volume 3 /
organização Bonifácio Benício de Souza. --
1.ed.--

Patos, PB : Editora Científica Semiárido
Acadêmico ACSA, 2026. -- (Bioclimatologia e
bem-estar animal no semiárido brasileiro)
PDF

Vários autores.
Vários colaboradores.
Bibliografia.
ISBN 978-65-01-80872-7

1. Agronomia 2. Animais (Zoologia) 3. Bem-estar
animal 4. Bioclimatologia 5. Regiões semiáridas -
Brasil I. Souza, Bonifácio Benício de. II. Série.

25-318437.1

CDD-551.69

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), especialmente à Unidade Acadêmica de Medicina Veterinária e aos Programas de Pós-Graduação em Ciência Animal (PPGCA) e em Ciência e Saúde Animal (PPGCSA), pelo apoio contínuo às atividades de ensino, pesquisa e extensão que sustentam o desenvolvimento desta coletânea.

Agradeço, ainda, ao grupo de pesquisa “Estudo da Adaptação de Animais de Produção nas Regiões Tropicais”, certificado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela relevante contribuição ao avanço do conhecimento sobre bioclimatologia e bem-estar animal no semiárido brasileiro.

Registro um agradecimento ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de produtividade em pesquisa e pelas bolsas de estudo concedidas aos discentes envolvidos nos projetos que fundamentam os capítulos desta obra, bem como à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio institucional à formação de recursos humanos e ao fortalecimento da pós-graduação stricto sensu no país.

Estendo meus agradecimentos à equipe técnica e editorial da Editora Científica Semiárido Acadêmico (ECSA) e aos coorganizadores deste volume, pelo empenho na revisão, estruturação e padronização dos capítulos, assegurando a qualidade técnica e a uniformidade editorial da obra. Manifesto, igualmente, minha gratidão aos autores, coautores e colaboradores que compartilharam suas pesquisas e experiências, tornando possível a continuidade desta coletânea científica.

Por fim, registro um agradecimento especial à minha família, pelo incentivo constante e pelo apoio incondicional em todas as etapas desta jornada acadêmica e editorial.

PREFÁCIO

O **Volume 3 da coletânea *Bioclimatologia e Bem-Estar Animal no Semiárido Brasileiro*** dá continuidade a um projeto científico que articula conhecimento acumulado, experiência acadêmica e compromisso com o desenvolvimento sustentável das regiões semiáridas. Em consonância com os volumes anteriores, esta edição reúne capítulos elaborados a partir de pesquisas publicadas em periódicos científicos e de estudos consolidados, revisados e adaptados para o formato de livro, ampliando o acesso e a difusão do conhecimento produzido.

O conjunto de textos reflete o esforço coletivo de pesquisadores dedicados à compreensão das relações entre ambiente, fisiologia, comportamento e desempenho produtivo de animais criados em condições de clima quente. Destacam-se, nesse contexto, os desafios impostos pelas elevadas temperaturas, pela intensa radiação solar e pelas variações ambientais características do semiárido brasileiro, elementos centrais para a avaliação do bem-estar animal e da sustentabilidade dos sistemas produtivos.

Seguindo o modelo editorial adotado nos volumes anteriores, os capítulos que compõem esta coletânea foram publicados individualmente em fluxo contínuo, cada um com **DOI próprio**, assegurando autonomia editorial, rastreabilidade científica e possibilidade de citação independente. O presente volume reúne esses capítulos em formato de livro, ao qual também é atribuído um **DOI específico**, mantendo funções editoriais distintas e complementares entre os DOIs dos capítulos e o DOI da obra como um todo. Essa estratégia amplia a visibilidade dos trabalhos, fortalece a circulação do conhecimento científico e está alinhada às boas práticas editoriais nacionais e internacionais.

A **Editores Científicos Semiárido Acadêmico (ECSA)** reafirma, por meio deste volume, seu propósito institucional de valorizar e divulgar a produção científica regional, assegurando rigor técnico, acessibilidade ao conhecimento e ética editorial. Que esta obra contribua para o fortalecimento da pesquisa em Bioclimatologia e Bem-Estar Animal e sirva de referência para pesquisadores, profissionais e estudantes, estimulando novas investigações e práticas voltadas à sustentabilidade dos sistemas de produção animal.

INTRODUÇÃO

A Bioclimatologia Animal tem se consolidado como um campo científico fundamental para a compreensão das interações entre o ambiente e os animais de produção, especialmente em regiões submetidas a condições climáticas adversas. No semiárido brasileiro, essas interações assumem caráter estratégico, uma vez que o clima se configura como um dos principais fatores limitantes à produtividade, à adaptação e ao bem-estar animal. Elevadas temperaturas, intensa radiação solar e variabilidade ambiental impõem desafios constantes aos sistemas produtivos, exigindo abordagens científicas capazes de subsidiar práticas de manejo mais eficientes e sustentáveis.

O avanço das pesquisas em bioclimatologia aplicada tem possibilitado o desenvolvimento e a consolidação de indicadores ambientais, parâmetros fisiológicos e metodologias de avaliação voltadas à identificação de situações de conforto e desconforto térmico em diferentes espécies e sistemas de criação. Esses estudos ampliam a compreensão dos mecanismos de adaptação animal e reforçam a necessidade de integrar o conhecimento climático às estratégias de ambiência, manejo e promoção do bem-estar, especialmente diante dos cenários de mudanças climáticas.

O Volume 3 da coletânea *Bioclimatologia e Bem-Estar Animal no Semiárido Brasileiro* reúne capítulos que aprofundam discussões sobre estresse térmico, respostas fisiológicas e comportamentais, índices bioclimáticos e estratégias de manejo em sistemas produtivos adaptados às condições ambientais do semiárido. Os trabalhos contemplam diferentes espécies e abordagens metodológicas, evidenciando a diversidade e a robustez da produção científica desenvolvida na área.

Esta coletânea é composta por capítulos derivados de artigos científicos previamente publicados em periódicos nacionais e internacionais, revisados, atualizados e adaptados para o formato de livro, em conformidade com a Política Ético-Editorial da Editora Científica Semiárido Acadêmico (ECSA). As referências completas dos artigos que deram origem aos capítulos encontram-se reunidas ao final da obra, assegurando rastreabilidade, rigor científico e respeito aos princípios éticos da publicação acadêmica.

Espera-se que este volume contribua para o fortalecimento do debate técnico-científico nas áreas de Bioclimatologia e Bem-Estar Animal, servindo como referência para pesquisadores, profissionais e estudantes comprometidos com o desenvolvimento sustentável dos sistemas de produção animal no semiárido brasileiro.

ORGANIZADORES

Bonifácio Benício de Souza

Doutor em Zootecnia
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
Avenida Universitária, s/n, Santa Cecília, Patos – PB, CEP: 58708-110
E-mail: bonifacio.ufcg@gmail.com

Dermeval Araújo Furtado

Doutor em Recursos Naturais
Universidade Federal e Campina Grande (UFCG)
Rua Aprígio Veloso, 882 - Bodocongó, Campina Grande - PB, CEP: 58429-900
E-mail: dermeval.araujo@professor.ufcg.edu.br

Antônio Néelson Lima da Costa

Doutor em Zootecnia
Universidade Federal do Cariri (UFCA)
Rua Ícaro de Sousa Moreira, 126, Bairro Muriti- Crato-CE
E-mail: nelson.costa@ufca.edu.br

José Valmir Feitosa

Doutor em Zootecnia
Universidade Federal do Cariri (UFCA)
Rua Ícaro de Sousa Moreira, 126, Bairro Muriti- Crato-CE
E-mail: valmir.feitosa@ufca.edu.br

Marcus Roberto Goes Ferreira Costa

Doutor em Zootecnia
Instituto Federal do Ceará (IFCE)
Rod. CE 292, Km 05, s/n, Sítio Almécegas, Crato – CE, CEP: 63100-000
E-mail: marcusgoes@ifce.edu.br

Luanna Figueirêdo Batista

Doutora em Ciência e Saúde Animal
Universidade Vale do Salgado (UNIVS)
Rua Monsenhor Frota, 609, Centro, Icó – CE, CEP: 63430-000
E-mail: luanna_151@hotmail.com

Nágela Maria Henrique Mascarenhas

Doutora em Engenharia Agrícola
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
Av. Francisco Lopes de Almeida, s/n, Serrotão, Campina Grande – PB, CEP: 58429-970
E-mail: eng.nagelamaria@gmail.com

Claudiney Felipe Almeida Inô

Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Saúde Animal
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
Avenida Universitária, s/n, Santa Cecília, Patos – PB, CEP: 58708-110
E-mail: claudiney.felipe@estudante.ufcg.edu.br

Danilo Leite Fernandes

Doutor em Ciência e Saúde Animal
Instituto Federal do Ceará (IFCE)
Rod. CE 292, Km 05, s/n, Sítio Almécegas, Crato – CE, CEP: 63100-000
E-mail: danilolfernandes@hotmail.com

Maycon Rodrigues da Silva

Doutor em Ciência e Saúde Animal
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
Avenida Universitária, s/n, Santa Cecília, Patos – PB, CEP: 58708-110
E-mail: mayconrvet@gmail.com

Fábio Santos do Nascimento

Doutor em Zootecnia
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife – PE, CEP: 52171-900
E-mail: fabiosantos.br@hotmail.com

Rebeca Castelo Branco Brasileiro

Mestre em Ciência Animal
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
Avenida Universitária, s/n, Santa Cecília, Patos – PB, CEP: 58708-110
E-mail: medvetrebecacastelo@gmail.com

Gelson da Costa Silva

Mestre em Ciência Animal
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
Avenida Universitária, s/n, Santa Cecília, Patos – PB, CEP: 58708-110
E-mail: gelson.silva@estudante.ufcg.edu.br

Fabíola Franklin de Medeiros

Doutora em Ciência e Saúde Animal
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
Avenida Universitária, s/n, Santa Cecília, Patos – PB, CEP: 58708-110
E-mail: vet.fabiolafranklin@gmail.com

Ariadne de Barros Carvalho

Doutora em Ciência e Saúde Animal
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
Avenida Universitária, s/n, Santa Cecília, Patos – PB, CEP: 58708-110
E-mail: ariadnebarroscarvalho@gmail.com

João Vinícius Barbosa Roberto

Doutor em Ciência e Saúde Animal
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
Avenida Universitária, s/n, Santa Cecília, Patos – PB, CEP: 58708-110
E-mail: joaoviniciusroberto@gmail.com

Talícia Maria Alves Benício

Doutora em Ciência e Saúde Animal
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
Avenida Universitária, s/n, Santa Cecília, Patos – PB, CEP: 58708-110
E-mail: taliciabenicio@unitins.br

José Antônio Pires da Costa Silva

Mestre em Ciência Animal
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
Avenida Universitária, s/n, Santa Cecília, Patos – PB, CEP: 58708-110
E-mail: joseantoniopiresvet@gmail.com

Gustavo de Assis Silva

Doutor em Ciência e Saúde Animal
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
Avenida Universitária, s/n, Santa Cecília, Patos – PB, CEP: 58708-110
E-mail: gustavodeassisvet@gmail.com

João Paulo da Silva Pires

Mestre em Ciência e Saúde Animal
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
Avenida Universitária, s/n, Santa Cecília, Patos – PB, CEP: 58708-110
E-mail: joaopaulopires.vet@gmail.com

Luiz Henrique de Souza Rodrigues

Mestrando em Ciência Animal
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
Avenida Universitária, s/n, Santa Cecília, Patos – PB, CEP: 58708-110
E-mail: luizhenriquevet@gmail.com

AUTORES E COAUTORES

Os capítulos que compõem o terceiro volume da coletânea *Bioclimatologia e Bem-Estar Animal no Semiárido Brasileiro* foram elaborados por pesquisadores vinculados a diferentes instituições de ensino e pesquisa, integrando programas de pós-graduação, grupos de pesquisa e equipes técnicas dedicadas ao estudo da bioclimatologia, da adaptação animal e do bem-estar de animais de produção nas condições climáticas do semiárido brasileiro.

A seguir, apresenta-se a relação completa dos autores e coautores que contribuíram com o conteúdo científico desta obra:

Bonifácio Benício de Souza, Talícia Maria Alves Benício, Maycon Rodrigues da Silva, Fabíola Franklin de Medeiros, Luanna Figueirêdo Batista, Ariádne de Barros Carvalho, Claudiney Felipe Almeida Inô, Luiz Henrique de Souza Rodrigues, José Antônio Pires da Costa Silva, Nágela Maria Henrique Mascarenhas, João Vinícius Barbosa Roberto, Gelson da Costa Silva, Sônia Correia Assis da Nóbrega, José Fábio Paulino de Moura, João Paulo da Silva Pires, Danilo Leite Fernandes, Mirna Isabel Silva de Medeiros, Rebeca Castelo Branco Brasileiro, Gustavo de Assis Silva, Adriana Trindade Soares, Maria Dalva Bezerra de Alcântara, Évylla Layssa Gonçalves Andrade, José Morais Pereira Filho, Expedito Danúsio de Souza, Ribamar Veríssimo Macêdo, Patrício Borges Maracajá, Dermeval Araújo Furtado, Antônio Néilson Lima da Costa, José Valmir Feitosa, Bernadin Fonrose, Maria Araceli Silva de Araújo, Andréa Castelo Branco Brasileiro, Francinaldo Nunes Pessoa Filho, Vinicius Pessoa Batista dos Santos, Fábio Santos do Nascimento, Pedro Lucas Pinheiro de Melo, Amanda Fernanda Silva de Lima, Mariana Ferreira Torres e Thiago Filipi dos Santos.

Este conjunto de pesquisadores representa o esforço coletivo de produção, integração e difusão do conhecimento científico sobre adaptação, conforto térmico e bem-estar animal em sistemas de produção inseridos no semiárido brasileiro, reafirmando a continuidade e o amadurecimento desta coletânea científica publicada pela Editora Científica Semiárido Acadêmico (ECSA).

SUMÁRIO

Adaptabilidade fisiológica e reprodutiva de ovinos Dorper às condições climáticas do semiárido paraibano	1
Índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) na avaliação da tolerância de ovinos ao calor	17
Respostas adaptativas de caprinos nativos e ovinos deslanados do semiárido brasileiro diante das mudanças climáticas Adaptive responses of native goats and hair sheep in the Brazilian semi-arid region to climate change	27
Tolerância ao calor de caprinos e ovinos em regiões tropicais	36
Estresse térmico na produção bovina: análise integrada de indicadores fisiológicos e ambientais.....	47
A promoção do bem-estar animal e seus impactos financeiros na produção de bovinos	62
Enriquecimento ambiental com música na sala de ordenha: implicações sobre o comportamento de vacas leiteiras	85
Influência da utilização de música na sala de ordenha sobre o comportamento de vacas leiteiras	103
Adversidades e inovações no uso de gorduras na nutrição de ruminantes.....	130
Aspectos da utilização de gorduras na nutrição de ruminantes.....	144
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	157
REFERÊNCIAS DOS ARTIGOS ORIGINAIS DA COLETÂNEA	158



**BIOCLIMATOLOGIA E BEM-ESTAR
ANIMAL NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**
Coletânea Científica – Artigos Completos –
Volume 3 – 2026

Editora Científica Semiárido Acadêmico (ECSA)

ISBN 978-65-01-80872-7 | Acesso Aberto

CAPÍTULO I

**Adaptabilidade fisiológica e reprodutiva de ovinos Dorper às condições
climáticas do semiárido paraibano**

**Physiological and reproductive adaptability of Dorper sheep to the climatic conditions of
the semi-arid region of Paraíba**

**Luanna Figueirêdo Batista¹; Bonifácio Benício de Souza²; Adriana Trindade Soares³;
Maria Dalva Bezerra de Alcântara²; Nágela Maria Henrique Mascarenhas⁴; Évylla
Layssa Gonçalves Andrade²; José Moraes Pereira Filho²; Gustavo de Assis Silva²;
Talícia Maria Alves Benício²; Fabíola Franklin de Medeiros²; João Vinícius Barbosa
Roberto³**

¹ Universidade Vale do Salgado (UNIVS), Icó–CE, Brasil.

² Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Patos–PB, Brasil.

³ Faculdades Nova Esperança (FACENE – FAMENE), João Pessoa–PB, Brasil.

⁴ Instituto Nacional do Semiárido (INSA), Campina Grande–PB, Brasil.

Autora correspondente: luanna_151@hotmail.com

DOI: <https://doi.org/10.65338/ecsa.v3.2026.c01>

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar a adaptabilidade fisiológica e reprodutiva de ovinos da raça Dorper criados no semiárido paraibano, considerando os períodos seco e chuvoso. Foram

utilizados seis ovinos Dorper, com idade entre dois e três anos, submetidos a exame clínico geral e avaliação andrológica. O experimento foi conduzido em duas épocas distintas: período seco (setembro a dezembro de 2016) e período chuvoso (abril a julho de 2017). Durante todo o período experimental, foram registrados dados climatológicos por meio de datalogger tipo HOBO com cabo externo acoplado ao globo negro. As variáveis fisiológicas foram avaliadas quinzenalmente, com duas mensurações diárias (9h e 15h), incluindo frequência respiratória, temperatura retal, temperatura superficial corporal média e máxima, bem como temperatura superficial dos testículos. Os níveis sanguíneos de glicose e os parâmetros andrológicos também foram avaliados quinzenalmente. Observou-se que, no período chuvoso e no turno da manhã, os animais encontravam-se em condição de conforto térmico, enquanto no período seco, especialmente no turno da tarde, foram registradas situações de desconforto térmico. As médias da frequência respiratória, temperatura retal e temperaturas superficiais corporal média e máxima foram superiores no período seco. Os valores de perímetro escrotal permaneceram dentro da faixa considerada adequada para a idade dos animais. Entretanto, a média de defeitos espermáticos totais no período seco superou os padrões seminais desejáveis para a espécie, sendo que, entre os parâmetros seminais avaliados, apenas o volume seminal apresentou diferença significativa entre os períodos seco e chuvoso. Conclui-se que ovinos Dorper criados no semiárido paraibano apresentam boa adaptabilidade fisiológica às condições climáticas regionais, com baixo nível geral de estresse térmico, embora a elevação da temperatura ambiente no período seco exerça influência negativa sobre os parâmetros reprodutivos, especialmente sobre a qualidade seminal, resultando em maior ocorrência de patologias espermáticas.

Palavras-chave: ovinos Dorper; estresse térmico; parâmetros fisiológicos; parâmetros reprodutivos; semiárido.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the physiological and reproductive adaptability of Dorper sheep raised in the semi-arid region of Paraíba, considering the dry and rainy seasons. Six Dorper rams, aged between two and three years, were subjected to general clinical examination and andrological evaluation. The experiment was conducted during two distinct periods: the dry season (September to December 2016) and the rainy season (April to July 2017). Throughout the experimental period, climatological data were recorded using a HOBO-type datalogger with an external probe coupled to a black globe thermometer. Physiological variables were assessed

fortnightly, with two daily measurements (9:00 a.m. and 3:00 p.m.), including respiratory rate, rectal temperature, mean and maximum body surface temperature, and testicular surface temperature. Blood glucose levels and andrological parameters were also evaluated fortnightly. The results indicated that during the rainy season and in the morning period, animals were under thermal comfort conditions, whereas during the dry season, especially in the afternoon, thermal discomfort was observed. Mean values of respiratory rate, rectal temperature, and mean and maximum body surface temperatures were higher during the dry season. Scrotal circumference values remained within the expected range for the animals' age. However, the mean percentage of total sperm defects during the dry season exceeded the desirable seminal standards for the species. Among the seminal parameters evaluated, only semen volume differed between the dry and rainy seasons. It is concluded that Dorper sheep raised in the semi-arid region of Paraíba exhibit good physiological adaptability to regional climatic conditions, with low overall thermal stress, although increased ambient temperature during the dry season negatively affects reproductive parameters, particularly semen quality, resulting in a higher incidence of sperm abnormalities.

Keywords: Dorper sheep; thermal stress; physiological parameters; reproductive parameters; semi-arid region.

INTRODUÇÃO

A produção animal em regiões de clima tropical e semiárido enfrenta limitações impostas por diversos fatores ambientais, destacando-se o estresse térmico como um dos principais condicionantes do desempenho produtivo e reprodutivo. As elevadas temperaturas, associadas à radiação solar intensa e, em muitos casos, à baixa umidade relativa do ar, podem comprometer os mecanismos de termorregulação dos animais, resultando em alterações fisiológicas, redução da eficiência produtiva e prejuízos econômicos significativos aos sistemas de produção (SILVA et al., 2006b; SOUZA et al., 2013). Nesse contexto, torna-se fundamental a avaliação dos efeitos climáticos sobre o comportamento fisiológico e reprodutivo dos animais, de modo a compreender, de forma mais precisa, sua capacidade adaptativa às condições ambientais adversas.

Nas últimas décadas, observa-se um aumento expressivo de pesquisas voltadas à identificação e à caracterização de raças mais adaptadas às condições climáticas dos trópicos, como estratégia para minimizar as perdas produtivas decorrentes do estresse térmico. O conhecimento do desempenho de raças introduzidas em ambientes distintos daqueles de sua

origem é indispensável para a definição de sistemas de manejo mais eficientes e sustentáveis, especialmente em regiões caracterizadas por grande variabilidade climática ao longo do ano (SOUZA et al., 2015). Assim, a identificação dos períodos do ano em que os animais estão submetidos a maior estresse térmico possibilita compreender as alterações fisiológicas desencadeadas nessas condições e subsidiar a adoção de práticas de manejo capazes de aumentar a tolerância dos animais ao ambiente térmico desfavorável (FAÇANHA et al., 2013).

Em regiões de clima temperado, a estacionalidade reprodutiva dos animais está fortemente associada ao fotoperíodo e à temperatura ambiente. Entretanto, em regiões tropicais e semiáridas, a influência ambiental sobre a reprodução animal está mais relacionada à sazonalidade das chuvas e aos seus efeitos diretos sobre a disponibilidade, a qualidade e o valor nutritivo das forragens (REGE et al., 2000). Dessa forma, o entendimento do comportamento fisiológico, produtivo e reprodutivo de diferentes espécies e raças, em distintas regiões e épocas do ano, associado às variações na produção e qualidade do ejaculado, constitui ferramenta essencial para a utilização racional e eficiente dos reprodutores nos sistemas de produção animal (DELGADILLO et al., 1991).

Embora diversos estudos tenham sido realizados abordando características fisiológicas e qualidade seminal em pequenos ruminantes, ainda são escassas as pesquisas que avaliam, de forma integrada, os parâmetros fisiológicos e reprodutivos de ovinos da raça Dorper em diferentes épocas do ano, especialmente em condições de semiárido. Diante dessa lacuna, o presente estudo teve como objetivo avaliar as características fisiológicas e reprodutivas de ovinos Dorper nos períodos seco e chuvoso no semiárido paraibano, contribuindo para a compreensão da adaptabilidade dessa raça às condições climáticas regionais e para o aprimoramento das estratégias de manejo reprodutivo em ambientes tropicais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Campina Grande através do protocolo CEP 039/2017.

2.1 LOCAL

O experimento foi realizado na Estação Experimental de Pendência, pertencente à EMEPA-PB (Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S.A).

2.2 ANIMAIS E MANEJO

Foram utilizados seis ovinos da raça Dorper, com idade entre dois a três anos. O experimento foi realizado em duas épocas do ano, seca (setembro a dezembro) e chuvosa (abril a julho). Os animais foram mantidos em sistema semi-intensivo de manejo. A alimentação era composta de milho triturado (35%), farelo de soja (20%), farelo de trigo (43%), calcário calcítico (1%) e sal mineral (1%) e de silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench), diariamente a água foi fornecida *ad libitum*. Todos os animais receberam a mesma dieta nos dois períodos experimentais.

2.3 VARIÁVEIS AMBIENTAIS

Durante o período experimental foram registrados os dados climatológicos, por meio do *datalogger* tipo HOBO com cabo externo acoplado ao globo negro, instalados em ambiente de sol e sombra no local experimental, a uma altura semelhante à dos animais, o *datalogger* foi programado, por meio do software, para registrar os dados ambientais a cada hora, por 24 horas, durante todo o período do experimento, foi utilizado para análise estatística os horários de 9h e 15h, com os dados ambientais foi calculado o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) utilizando-se da fórmula: $ITGU = TGN + 0,36 \times Tpo + 41,5$, descrita por Buffington et al. (1981), onde Tgn é a temperatura do globo negro e Tpo é a temperatura do ponto de orvalho.

2.4 VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS

As variáveis fisiológicas foram aferidas quinzenalmente nos horários das 9h e às 15h. A frequência respiratória foi tomada pela contagem dos movimentos respiratórios com auxílio de estetoscópio flexível, colocado na região torácica direita, contando-se o número de movimentos durante 30 segundos e o valor obtido multiplicado por dois, para se calcular a frequência respiratória por minuto.

A temperatura retal foi mensurada por meio de um termômetro clínico veterinário, com escala até 44°C, o qual foi introduzido diretamente no reto do animal, permanecendo por um período de dois minutos e o resultado expresso em graus centígrados.

Foi utilizado termografia de infravermelho para obter a temperatura superficial (TS), utilizando uma câmera termográfica (Fluke Ti 25) com calibração automática e emissividade de 0,98, recomendada pelo fabricante para tecidos biológicos. A câmera termográfica através

de imagem proporciona observar a distribuição da temperatura superficial de um determinado corpo. Cada termograma gerado foi gravado em um cartão de memória e posteriormente analisado pelo *software Smartview* versão 3.1, onde foram obtidas as temperaturas médias da região do corpo (lado direito) e dos testículos.

2.5 AVALIAÇÃO DA GLICOSE

Para avaliação dos níveis de glicose, foram realizadas coletas de amostras de sangue de todos os animais duas horas após a alimentação matutina, quinzenalmente, por punção na jugular, mediante a utilização de seringa descartável, o sangue foi colocado em tubos plásticos contendo fluoreto de sódio.

Posteriormente, as amostras foram centrifugadas a 3000 rotações por minuto e o plasma colocado em tubos “Ependorf” e guardado em freezer a -20°C . A análise de glicose, foi realizada com kit comercial (Glicose LiquiformVet - Labtest), que utiliza método enzimático colorimétrico cinético, com leitura realizada em analisador automático de bioquímica sanguínea (Lab Systems MultiScan MS), no Laboratório de Patologia Clínica do Hospital Veterinário, Campus de Patos-PB.

2.6 AVALIAÇÃO ANDROLÓGICA

O perímetro escrotal foi mensurado uma vez por mês com o auxílio de fita métrica específica, aferida em centímetros, com precisão de 1,0mm, na posição mediana do escroto, no ponto de maior dimensão, envolvendo as duas gônadas e o escroto, bem como, a consistência testicular por palpação, de acordo com os critérios propostos pelo Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA, 2013). A consistência testicular foi classificada em escala de 1 (mais flácida) a 5 (mais firme).

2.7 COLHEITA DO SÊMEN

As coletas foram realizadas quinzenalmente, totalizando 16 coletas com auxílio de vagina artificial e fêmea estrogenizada. Com posterior análise das variáveis qualitativas e quantitativas do sêmen.

2.8 AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS ESPERMÁTICAS

O sêmen foi avaliado quanto ao volume do ejaculado, movimento de massa (turbilhonamento), motilidade progressiva, vigor espermático, concentração e morfologia das células espermáticas.

Depois de colhido, o volume do ejaculado foi medido no próprio tubo coletor. O sêmen foi mantido a 37°C em banho-maria e imediatamente avaliado quanto às características de movimento de massa (turbilhonamento), em lâmina pré-aquecida. Para a avaliação da motilidade progressiva e vigor das células espermáticas a análise foi realizada em lâmina, sob lamínula, em microscopia óptica em aumento de 10X.

O movimento de massa das células foi classificado em escala que varia de 0 (movimento ausente) a 5 (máximo). A motilidade progressiva foi determinada em função da proporção de células com movimento progressivo no melhor dos campos avaliados (em %). O vigor espermático, por sua vez, foi estimado concomitantemente à avaliação da motilidade progressiva, e o resultado foi dado pela estimativa da força de movimentação progressiva individual das células móveis do ejaculado e sua classificação foi em uma escala de 0 (ausente) a 5 (máxima).

Para concentração espermática, foi utilizada uma alíquota de 10µL de sêmen diluído em 4 mL de solução tamponada de formol salino. A contagem das células foi realizada em câmara hematómica de Neubauer, sob microscopia óptica em aumento de 1000X.

Para avaliar a morfologia espermática, amostras de sêmen foram diluídas em 2mL de solução tamponada de formol salino e mantidas em refrigerador a 5°C. No momento da análise, uma alíquota de 7µL da amostra com formol foi colocada entre lâmina e lamínula e a preparação úmida foi observada em microscopia de contraste de fase sob aumento de 1000X e uso de óleo de imersão, onde foram contados 100 espermatozoides por amostra analisada.

Para a classificação morfológica das células foram considerados o contorno, a estrutura, o posicionamento e a integridade das seguintes regiões do espermatozoide: cabeça, acrossomo, peça intermediária e cauda. Quando presentes, estruturas com duplicação, células com formas teratológicas, além de células menos comuns ao ejaculado (hemácias, leucócitos, células de descamação epitelial, células gigantes e células imaturas da linhagem germinativa) também foram anotadas e o resultado foi expresso em porcentagem.

2.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados dos parâmetros ambientais e fisiológicos foram submetidos à análise de variância, por meio do programa estatístico SAEG 9.1 e as médias comparadas pelo teste Tukey

e Scott-Knott ao nível de significância de 5% de probabilidade e os dados dos parâmetros reprodutivos submetidos à análise de variância, por meio do software Statistical Analysis System (SAS 2002) e as médias comparadas pelo teste de Tukey e Scott-Knott com significância de 5%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média registrada para TA na época chuvosa e no turno da manhã (27.47°C e 26.95°C), respectivamente, (Tabela1), apresentaram-se dentro da zona de conforto térmico para a espécie. Baêta & Souza (1997), citam que para ovinos adultos a zona de conforto térmico, varia entre 25°C a 30°C.

Já na época seca e no turno da tarde a média registrada para TA (31.14°C e 31.66°C) (Tabela1), respectivamente, excedeu a temperatura da zona de conforto térmico, estabelecida pelos mesmos autores. Nos estudos de Leitão et al. (2013), as médias registradas para TA no turno da manhã se apresentaram dentro da zona de conforto térmico para ovinos (27.30°C e 28.79°C), respectivamente.

Tabela 1. Médias da temperatura ambiente (TA), umidade relativa (UR), temperatura de globo negro (TGN) e do índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) em função das épocas seca (setembro a dezembro de 2016) e chuvosa (abril a julho de 2017) e dos turnos manhã e tarde, no ambiente experimental localizado no semiárido paraibano.

Fatores		Parâmetros Ambientais			
		TA (°C)	UR%	TGN	ITGU
Época	Seca	31.14a	43.30b	33.25a	80.85a
	Chuvosa	27.47b	60.33a	28.03b	76.25b
Turno	Manhã	26.95b	61.15a	28.34b	76.61b
	Tarde	31.66a	42.48a	32.95a	80.49a
CV (%)		9.59	23.08	8.82	3.01

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste F ($p < 0,05$).

Fonte: Tese de Doutorado da primeira autora.

Resultados superiores foram encontrados pelos autores anteriormente mencionados, para as médias registradas para TA no turno da tarde (33.99°C e 35.91°C), respectivamente, no qual todos excederam a temperatura da zona de conforto térmico, entretanto, neste estudo, as médias da TA tanto na época quanto no turno da tarde ficaram abaixo das médias dos estudos citados.

A TA e UR são inversamente proporcionais em relação aos horários do dia, isto é, nos horários em que a TA foi menor (época chuvosa e turno manhã), a UR foi maior e assim, vice-

versa. Esse comportamento é bem característico do clima tropical, observado também em vários outros estudos (LEITÃO et al. 2013).

A TGN apresenta-se equivalente a TA ao longo do dia, no entanto, com valores superiores, devido à influência do calor incorporado ao mesmo, captado pelo globo negro. As médias foram maiores na época seca e no turno da tarde, assim como para TA (Tabela1). As médias registradas para o ITGU foram superiores na época seca (80.85) e no turno da tarde (80.49) as da época chuvosa (76.25) e no turno da manhã (76.61) (Tabela1).

De acordo com Souza (2010) ainda não existe uma tabela que indique os valores ideais do ITGU para ovinos e caprinos. O mesmo afirma que o valor de ITGU igual a 83 pode indicar uma condição de estresse médio-alto para ovinos. Segundo Santos et al. (2006) valores de ITGU até 79.0 caracteriza ambiente de conforto térmico para ovinos Santa Inês, Morada Nova e seus mestiços com a raça Dorper às condições climáticas do trópico do semiárido nordestino.

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os meses setembro e outubro com relação a novembro e dezembro dentro da época seca e nos meses de abril e maio quando comparados a junho e julho na época chuvosa, onde a TA foi superior nos meses de setembro e outubro e inferior nos meses de junho e julho (Tabela2).

Tabela 2. Médias dos dados meteorológicos: temperatura ambiente (TA), umidade relativa (UR), temperatura de globo negro (TGN) e índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) em função dos meses das épocas seca (setembro a dezembro de 2016) e chuvosa (abril a julho de 2017) no ambiente experimental localizado no semiárido paraibano.

Meses	Parâmetros Ambientais			
	TA (°C)	UR%	TGN	ITGU
Setembro	33.40a	34.30c	35.17a	82.32a
Outubro	32.72a	37.70c	35.20a	82.42a
Novembro	28.82b	53.82b	30.72b	78.95b
Dezembro	29.62b	47.37b	31.92b	79.70b
Abril	29.52b	49.42b	30.12b	78.25b
Maio	29.82b	51.77b	30.10b	78.20b
Junho	26.02c	68.05a	26.25c	74.42c
Julho	24.52c	72.10a	25.67c	74.15c
CV (%)	5.26	15.57	5.01	1.77

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste ScottKnott ($p < 0,05$).

Fonte: Tese de Doutorado da primeira autora.

As médias da TGN foram superiores nos meses de setembro e outubro e inferiores nos meses de junho e julho (Tabela 2), semelhante à da TA, sendo que nos meses mais quentes as médias superaram os 35°C, considerado temperatura crítica para ovinos. As médias do ITGU

foram superiores nos meses de setembro e outubro (Tabela2), assim como a TGN e TA e inferiores nos meses de junho e julho. Porém, a média mais alta do ITGU foi de 82.42, o valor representa situação de perigo térmico para ovinos Santa Inês, Dorper e seus mestiços segundo Cesar et al. (2004).

Não houve diferença significativa ($p>0,05$) entre as médias nas épocas para os níveis de glicose sanguínea (Tabela3). Esse comportamento pode estar associado ao fato de os animais serem adultos e já adaptados às condições climáticas locais, uma vez que a maior média da temperatura ambiente registrada foi de 31,14 °C, valor considerado compatível com a zona de conforto térmico para a espécie ovina. Tal condição é corroborada pela média do ITGU de 80,85, a qual caracteriza um ambiente de perigo térmico, e não de estresse severo. Ademais, esse resultado pode também estar relacionado à uniformidade da alimentação e do manejo adotados, os quais foram mantidos constantes ao longo das duas épocas experimentais.

Houve diferença significativa ($p<0,05$) nas médias dos parâmetros fisiológicos frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR), temperatura superficial média (TSméd) e temperatura superficial máxima (TSmáx) (Tabela 3) em função da época do ano, com valores médios superiores observados na época seca, em decorrência das condições ambientais mais desfavoráveis características desse período. Conforme Silanikove (2000) a frequência respiratória pode quantificar a severidade do estresse pelo calor, em que uma frequência de 40-60, 60-80, 80-120 mov/min caracteriza um estresse baixo, médio-alto e alto para os ruminantes, respectivamente; e acima 200 para ovinos, o estresse é classificado como severo.

A frequência respiratória, nesta pesquisa, foi significativamente maior durante a época seca (63.75mov/min), no turno da tarde (54.83mov/min) do que na época chuvosa (41.30mov/min), no turno da manhã (50.21mov/min) e com base na classificação Silanikove (2000), pode-se dizer que os ovinos apresentaram estresse térmico médio-alto na época seca e baixo na época chuvosa.

Observou-se variação significativa nas médias da TR entre as épocas, sendo que a temperatura na época seca (38.80°C) superou à da época chuvosa (38.45°C), e não houve efeito significativo dos turnos para a mesma variável. No entanto, a faixa de normalidade da TR para a espécie varia 38.3°C a 39.9°C (BERGT & HALLGRÍMUR 1996), concordando que, apesar da diferença significativa entre as épocas, as médias da TR estão situadas dentro do intervalo tido como normal para a espécie.

Houve efeito significativo ($p<0,05$) de época e turno para as médias da TSméd e TSmáx (34.18°C e 38.05°C, 33.63°C e 37.74°C) e (32.31°C e 37.09°C, 35.49°C e 38.70°C), respectivamente (Tabela3). Porém, as médias da TS estão dentro da normalidade para a espécie.

As médias da TSmáx foram iguais ou inferiores à temperatura retal, mostrando que os animais não estocaram calor.

Tabela 3. Médias dos parâmetros fisiológicos e reprodutivos: glicose sanguínea (mg/dL), frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR), temperatura superficial média (TSméd), temperatura superficial máxima (TSmáx), temperatura testicular superficial média (TTSméd), temperatura testicular superficial máxima (TTSmáx), perímetro escrotal PE (cm), comprimento do testículo esquerdo CE (cm), comprimento do testículo direito CD (cm), volume (mL), turbilhonamento (0-5), motilidade (%), Vigor (0-5), concentração (10^9 /mL), defeitos maiores (maiores), defeitos menores (menores) e defeitos espermáticos totais em função das épocas seca (setembro a dezembro de 2016) e chuvosa (abril a julho de 2017) no ambiente experimental localizado no semiárido paraibano.

Parâmetros	Época		Turno		CV(%)
	Seca	Chuvosa	Manhã	Tarde	
Glicose (mg/dL)	53.28a	54.51a	-	-	9.63
FR mov/min	63.75a	41.30b	50.21a	54.83a	37.26
TR (°C)	38.80a	38.45b	38.56a	38.69a	0.79
TSméd (°C)	34.18a	33.63b	32.31b	35.49a	1.68
TSmáx (°C)	38.05a	37.74b	37.09b	38.70a	0.70
TTSméd (°C)	34.33a	34.05a	33.16b	35.22a	1.25
TTSmáx (°C)	37.18a	37.20a	36.45b	37.93a	0.99
PE (cm)	33.80a	32.80a	-	-	8.99
CE (cm)	17.60a	17.50a	-	-	15.10
CD (cm)	17.30a	17.80a	-	-	15.86
Vol (mL)	1.39a	1.01b	-	-	25.92
Turb (0-5)	2.92a	2.92a	-	-	30.51
Mot (%)	67.37a	76.50a	-	-	23.67
Vig (0-5)	3.00a	3.07a	-	-	21.11
Conc (10^9 /mL)	228.80a	250.80a	-	-	52.24
Maiores (%)	6.02a	9.15a	-	-	84.56
Menores (%)	19.47a	6.82b	-	-	73.09
Total (%)	25.50a	15.97b	-	-	63.58

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste ScottKnott ($p < 0,05$).

Fonte: Tese de Doutorado da primeira autora.

As médias da TTSméd foram entre 3°C e 5°C abaixo da temperatura corporal e as médias da TTSmáx foram abaixo da temperatura corporal. As médias da TTSmáx correspondem à área da região do colo (área dos cordões espermáticos), onde inicia a troca de calor por meio do mecanismo de contra corrente, o que pode indicar que os animais estavam conseguindo dissipar calor, uma vez que, todas as médias foram menores do que a temperatura corporal.

A temperatura testicular dos mamíferos deve ser inferior a temperatura corporal, entre 2°C a 6°C inferior, para se obter um funcionamento eficaz (KLEIN 2014).

A regulação da temperatura testicular é realizada pelo saco escrotal pendular, a pele escrotal, os músculos cremaster e dartos e a vasculatura testicular. A troca de calor realizada pela vasculatura testicular é por mecanismo de contracorrente, presente no funículo espermático. Sendo composto por um plexo pampiniforme constituído por veias testiculares, que circulam o sangue venoso, com uma temperatura mais baixa do que a temperatura corporal, enovelado sobre a artéria testicular, que passa sangue arterial, que está na temperatura corporal (KLEIN 2014).

Entre os parâmetros seminais, apenas o volume apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) em relação à época seca e chuvosa (1.39mL e 1.01mL), respectivamente (Tabela 3). Apesar da diferença para o volume entre as épocas o mesmo pode variar de 0.5 a 3mL para a espécie (CBRA, 2013).

Resultado semelhante foi encontrado por Maia et al. (2015) com média de volume de 1,27mL. Resultado diferente do obtido neste estudo foi encontrado por Frazão Sobrinho et al. (2014) ao avaliarem as características do sêmen nos períodos chuvoso e seco de ovinos Dorper, Santa Inês e sem padrão racial definido, tendo média de volume de 0.82mL e 0.71mL, respectivamente, a média para a raça Dorper foi de 0.63mL.

O turbilhonamento e a motilidade espermática apresentaram-se discretamente abaixo do valor de referência para a espécie, nas épocas seca e chuvosa. Conforme Salviano & Souza (2008) o turbilhonamento é decorrente da influência mútua entre a motilidade, vigor e concentração espermática. O mesmo pode ser afetado por fatores extrínsecos, como método de coleta, condições de preservação e temperatura da amostra (CBRA, 2013).

Houve efeito significativo ($p < 0,05$) para defeitos menores e defeitos totais entre as épocas, apresentando médias superiores na época seca (Tabela 3). O CBRA (2013) recomenda número total de espermatozoide/ejaculado anormais seja $\leq 20\%$ para ovinos.

Segundo Dickson (1996) o estresse provoca um aumento dos níveis de cortisol livre no plasma sanguíneo, cujas concentrações plasmáticas variam amplamente, porém, o estímulo da hipófise e adrenal estão associados ao aumento dos níveis de cortisol, glicose e ácidos graxos livres no plasma.

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) em todos os parâmetros fisiológicos entre os meses do período experimental (Tabela 4). A FR foi maior no mês de dezembro e menores nos meses de outubro, maio, junho e julho. A FR sofreu influência da temperatura ambiente, os meses com menor FR foram os meses com menor TA, porém, dezembro não foi o mês com maior TA (Tabela 2), entretanto, com base na classificação Silanikove (2000) de 60-80mov/min

corresponde a um estresse térmico médio-alto, embora que dezembro teve a maior média entre os demais, à média não ultrapassou a faixa dos 80mov/min.

Um dos principais efeitos do estresse é a elevação da concentração sanguínea de cortisol. Este hormônio atua aumentando a disponibilidade de glicose para o metabolismo celular (SAPOLSKY et al. 2000).

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) em todos os parâmetros fisiológicos entre os meses do período experimental (Tabela 4). A FR foi maior no mês de dezembro e menores nos meses de outubro, maio, junho e julho.

Tabela 4. Médias dos parâmetros fisiológicos e reprodutivos: glicose sanguínea (mg/dL), frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR), temperatura superficial média (TSméd), temperatura superficial máxima (TSmáx), temperatura testicular superficial média (TTSméd), temperatura testicular superficial máxima (TTSmáx), perímetro escrotal PE (cm), comprimento do testículo esquerdo CE (cm), comprimento do testículo direito CD (cm), volume (mL), turbilhonamento (0-5), motilidade (%), Vigor (0-5), concentração (10^9 /mL), defeitos maiores (maiores), defeitos menores (menores) e defeitos espermáticos totais em função dos meses das épocas seca (setembro a dezembro de 2016) e chuvosa (abril a julho de 2017) no ambiente experimental localizado no semiárido paraibano.

Parâmetros	Meses								CV (%)
	Set	Out	Nov	Dez	Abr	Mai	Jun	Jul	
Glicose	49.70a	56.81a	52.29a	54.33a	49.53a	53.30a	54.22a	61.00a	13.44
FR mov/min	61.62b	50.50c	57.16b	80.00a	59.29b	41.00c	27.75c	37.16c	44.66
TR (°C)	38.72a	38.76a	38.72a	38.98a	38.60a	38.47b	38.45b	38.39b	0.97
TSméd (°C)	34.10b	34.11b	33.83b	34.67b	36.57a	36.62a	31.40c	29.91c	5.71
TSmáx (°C)	37.82b	37.99b	38.02b	38.35b	38.97a	38.85a	36.92c	36.22c	2.71
TTSméd(°C)	34.26b	34.42b	34.31b	34.32b	35.46a	35.42a	33.16c	32.17c	3.88
TTSmáx (°C)	36.95c	37.08b	37.26b	37.42b	38.25a	37.95a	36.58c	36.02c	2.71
Vol (mL)	1.11abc	1.60a	1.50ab	1.35abc	0.95bc	1.21abc	0.98bc	0.90c	24.26
Turb (0-5)	3.70a	1.90b	3.10ab	3.00ab	3.20ab	2.50ab	2.90ab	3.10ab	27.29
Mot (%)	84.00a	54.00a	63.50a	68.00a	82.00a	68.00a	77.00a	79.00a	22.15
Vig (0-5)	3.70a	2.50b	2.90ab	2.90ab	3.00ab	2.70ab	3.40ab	3.20ab	16.38
Conc (10^9 /mL)	159.40b	265.00ab	311.60ab	179.20b	136.70b	187.90b	425.30a	253.3ab	39.15
Maiores (%)	6.00a	3.70a	8.10a	6.30a	12.00a	9.20a	10.90a	4.50a	85.64
Menores (%)	17.20ab	23.90a	18.70ab	18.10ab	7.70ab	10.00ab	6.30ab	3.10b	76.55
Total (%)	23.20a	27.60a	26.80a	24.40a	19.70a	19.20a	17.20a	7.60a	66.34

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$).

Fonte: Tese de Doutorado da primeira autora.

A FR sofreu influência da temperatura ambiente, os meses com menor FR foram os meses com menor TA, porém, dezembro não foi o mês com maior TA (Tabela2), entretanto, com base na classificação Silanikove (2000) de 60-80mov/min corresponde a um estresse térmico médio-alto, embora que dezembro teve a maior média entre os demais, à média não ultrapassou a faixa dos 80mov/min.

As médias da TR foram superiores nos meses de setembro a abril e inferiores nos meses de maio a julho, o que está relacionado com o período de menor temperatura. No entanto, apesar da diferença significativa, todas as médias estão dentro da faixa de normalidade para a espécie segundo Bergt & Hallgrímur (1996). Mostrando que os animais não armazenaram calor. As médias da TSméd e TSmáx tiveram a mesma diferença significativa, foram superiores nos meses de abril e maio e inferiores nos meses de junho e julho. Contudo, mesmo com essas diferenças, a temperatura está dentro da variação fisiológica. Silva et al. (2006a) relatam que a temperatura superficial é influenciada pela temperatura ambiente, gradiente térmico e mesmo que de forma indireta, pela radiação.

As médias da TSméd e TSmáx tiveram a mesma diferença significativa, foram superiores nos meses de abril e maio e inferiores nos meses de junho e julho. Contudo, mesmo com essas diferenças, a temperatura está dentro da variação fisiológica. Silva et al. (2006a) relatam que a temperatura superficial é influenciada pela temperatura ambiente, gradiente térmico e mesmo que de forma indireta, pela radiação.

As médias da TTSméd e TTSmáx foram superiores nos meses de abril e maio e inferiores nos meses de junho e julho. Apesar disso, todas as médias foram inferiores a TR e TSméd e TSmáx, o que pode indicar que os animais estavam conseguindo dissipar calor. Houve diferença significativa ($p < 0,05$) nas médias de volume, turbilhonamento, vigor e concentração espermática (Tabela4). O turbilhonamento e o vigor foram superiores no mês de setembro e inferiores no mês de outubro.

Houve efeito significativo ($p < 0,05$) nas médias de defeitos menores nos meses (Tabela4), apresentando média superior no mês de outubro e média inferior no mês de julho, além disso, as médias dos meses da época chuvosa foram inferiores ao da época seca, o que pode ser atribuído aos fatores ambientais, às respostas fisiológicas e as características seminais dos mesmos.

Embora não tenha ocorrido diferença significativa para os defeitos totais entre os meses na época chuvosa, as médias foram inferiores ao da época seca e estão dentro da média recomendada para a espécie, já nos meses da época seca as médias foram acima do valor preconizado para a espécie segundo CBRA (2013).

4 CONCLUSÕES

Ovinos da raça Dorper criados no semiárido paraibano apresentam baixo nível de estresse e boa adaptabilidade fisiológica às condições climáticas do semiárido nas diferentes épocas do ano (período seco e chuvoso).

Os parâmetros reprodutivos avaliados sofrem influência negativa exercida pela temperatura ambiente na época seca que interferiram sobre os parâmetros seminais, apresentando uma maior porcentagem de patologias espermáticas.

REFERÊNCIAS

BAÊTA, F.C. & SOUZA C.F. 2010. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. 2ª ed. Viçosa: UFV, p.05-269.

BERGT, E.A & HALLGRÍMUR, J. **Regulação da temperatura e fisiologia ambiental**. P.805-813. In: **Dukes - Fisiologia dos animais domésticos**. 11ª ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1996.

BUFFINGTON, D.E., COLAZZO-AROCHO A. & CANTON, G.H. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transact. ASAE**, v.24, n.3, p.07110714, 1981.

DELGADILLO, J.A., LEBOEUF B. & CHEMINEAU P. Decrease in the seasonality of sexual behavior and sperm production in bucks by exposure to short photoperiodic cycles. **Theriogenology**. 36(5):755-770, 1991.

DICKSON, W.M. **Endocrinologia, reprodução e lactação. Glândulas endócrinas**. p. 571-169. In: Swenson M.J. *Dukes: Fisiologia dos animais domésticos*. 11ª ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1996.

EMEPA. Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S. A. 2018. Estação Experimental de Pendência. Disponível em:
<<http://gestaounificada.pb.gov.br/emepa/empresa/estacoes-experimentais/estacao-experimental-pendencia-1/estacao-experimental-pendencia/view>> acesso em: 21 jan. 2018.

FRAZÃO SOBRINHO, J.M., CASTELO BRANCO M.A., et al. Características do sêmen de carneiros Dorper, Santa Inês e sem padrão racial definido, pré e pós-congelamento, nos períodos chuvoso e seco. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.66, n.4, p.69-976, 2014.

KLEIN, B.G. **Fisiologia reprodutiva do macho**, p.451-459. In: Klein B.G (Eds), Cunningham tratado de fisiologia veterinária. 5ª ed. Elsevier, Rio de Janeiro, 2014.

LEITÃO, M.M.V.B.R., Oliveira G.M., Almeida A.C. & Sousa P.H. F. 2013. Conforto e estresse térmico em ovinos no Norte da Bahia. **Revta. Bras. Eng. Agríc. Amb.**, v.17, n.12, p.1355-1360, 2013.

MAIA, M.S., SILVA, J.V.C., MEDEIROS, I.M., et al. Características seminais de carneiros das raças Dorper, Santa Inês e mestiços em condições de clima tropical. **Ciênc. Vet. Tróp.**, v.18, n.1, p.20-25, 2015.

REGE, J.E.O., TOE F., MUKASA-MUGERWA, E., TEMBELY, D., et al. Reproductive characteristics of Ethiopian highland sheep. II. Genetic parameters of semen characteristics and their relationships with testicular measurements in ram lambs. **Small. Rum. Resear.**, v.37, n.3, p.173-187, 2000.

SALVIANO, M.B. & SOUZA, J.A.T. Avaliação andrológica e tecnologia do sêmen caprino. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, v.32, n.3, p.59-167, 2008.

SAEG. 2007. **Sistema para análises estatísticas**. versão 9.1. Universidade Federal de Viçosa (UFV). Fundação Arthur Bernardes. (CD-ROM).

SANTOS, J.R.S., SOUZA, B.B., SOUZA, W.H., et al. Respostas fisiológicas e gradientes térmicos de ovinos das raças Santa Inês, Morada Nova e de seus cruzamentos com a raça Dorper às condições do semiárido nordestino. **Ciênc. e agrotec.**, v.30, n.5, p.995-1001, 2006.

SAPOLSKY, R.M., ROMERO, M.L. & MUNCK, A.U. How do glucocorticoids influence stress responses? Integrating permissive, suppressive, stimulatory, and preparative actions. **Endoc. Reviews**. 21(1):55-89, 2000.

SAS. 2002. **Getting started with the SAS learning edition**. Cary: SAS Institute, p.01200.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, v.67, n.2, p.1-18, 2000.

SILVA, E.M.N., SOUZA, B.B., SILVA, G.A.S., et al. Avaliação da adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos no semiárido paraibano. **Ciênc. e Agrotec.**, v.30, n.3, p.516521, 2006a.

SILVA, F.V., BORGES I., LANA, A.M.Q., BORGES, A.L.C.C., et al. Bem-estar dos cordeiros submetidos ao transporte rodoviário e avaliação das carcaças e carnes. **Pesq. Vet. Bras.**, v.37, n.6, p.630-636, 2017.

SILVA, G.A., SOUZA, B.B., ALFARO, C.E.P., et al. Efeito da época do ano e período do dia sobre parâmetros fisiológicos de reprodutores caprinos no semiárido paraibano. **Revta. Bras. Eng. Agríc. Amb.** 10(4):903- 909, 2006b.

SOUZA, B.B. Índice de conforto térmico para ovinos e caprinos: índice de temperatura do globo negro e umidade registrado em pesquisas no Brasil. **FarmPoint-ovinos e caprinos - radares técnicos – Bem-estar e comportamento animal**, 2010.

SOUZA, B.B., BATISTA, N.L., SUSIN, I., et al. Diferenças genéticas nas respostas fisiológicas de ovelhas em ambiente tropical. **J. Anim. Behav. Biomet.**, v.1, n.2, p.37-43, 2013.

SOUZA, B.B., BENICIO, A.W.A., BENICIO T.M.A., Caprinos e ovinos adaptados aos trópicos. **J. Anim. Behav. Biomet.**, v.3, n.2, p.42-50, 2015.



BIOCLIMATOLOGIA E BEM-ESTAR
ANIMAL NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Coletânea Científica – Artigos Completos –

Volume 3 – 2026

Editora Científica Semiárido Acadêmico (ECSA)

ISBN 978-65-01-80872-7 | Acesso Aberto

CAPÍTULO II

Índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) na avaliação da tolerância de ovinos ao calor

Black Globe Temperature and Humidity Index (BGTHI) in the Evaluation of Heat Tolerance in Sheep

Bonifácio Benício de Souza¹; Talícia Maria Alves Benício¹; Nágela Maria Henrique Mascarenhas¹; Luanna Figueirêdo Batista²; Gustavo de Assis Silva³; João Vinícius Barbosa Roberto⁴; Fabíola Franklin de Medeiros¹; Maycon Rodrigues da Silva¹; Ariádne de Barros Carvalho¹; Danilo Leite Fernandes⁵; Expedito Danúsio de Souza⁵

¹ Universidade Federal de Campina Grande, Patos – PB, Brasil.

² Universidade Vale do Salgado, Icó – CE, Brasil.

³ Instituto Agronômico de Pernambuco, Itapetim – PE, Brasil.

⁴ Faculdades Nova Esperança (FACENE–FAMENE), João Pessoa – PB, Brasil.

⁵ Instituto Federal do Ceará, Crato – CE, Brasil.

Autor correspondente: bonifacio.ufcg@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.65338/ecsa.v3.2026.c02>

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho realizar uma revisão integrativa para identificar, através de resultados obtidos em pesquisas realizadas com ovinos, o valor do índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) que representa o marco referencial de desconforto térmico para ovinos com base nas respostas fisiológicas temperatura retal e frequência respiratória. Foram

utilizados nesse estudo 10 (dez) artigos científicos, resultantes de pesquisas realizadas com ovinos, com um total de 280 (duzentos e oitenta) animais pertencentes aos grupos genéticos (Santa Inês, Morada Nova, Somalis, Soinga, Dorper, White Dorper, Damara, Dorper x Santa Inês, $\frac{1}{2}$ Dorper+ $\frac{1}{2}$ SRD, $\frac{1}{2}$ Damara + $\frac{1}{2}$ SRD, $\frac{1}{2}$ Dorper+ $\frac{1}{2}$ Somalis, $\frac{1}{2}$ Santa Inês + $\frac{1}{2}$ Morada Nova, $\frac{1}{2}$ Morada Nova + $\frac{1}{2}$ Dorper e SRD). Sendo utilizado o ITGU como índice de conforto térmico, e as respostas fisiológicas: temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR) nos turnos da manhã e da tarde, como respostas ao estresse por calor. As médias das respostas TR e FR, sob o efeito do ITGU nos turnos da manhã e da tarde, obtidas nessas pesquisas, foram analisadas utilizando um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com 10 repetições. As repetições consideradas foram as médias das 10 pesquisas estudadas, obtidas de 280 ovinos nos turnos da manhã e da tarde. As análises foram realizadas através do programa Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG, 1993) e as médias foram comparadas pelo teste F a 5% de probabilidade. As médias do índice de ITGU foram 76 e 82 pela manhã e à tarde, respectivamente. As variáveis TR e FR variaram significativamente ($p < 0,01$) entre os turnos manhã e tarde. A TR com média de 38,8 °C pela manhã e 39,48 °C à tarde. Já a média da FR foi 50 mov/min pela manhã e 80 mov/min à tarde. Concluiu-se que o ITGU é um índice de avaliação de conforto térmico que pode ser usado com eficiência para ovinos. Ambientes com ITGU igual ou próximo a 82 pode ser considerado de desconforto térmico, podendo provocar estresse médio-alto, e acima de 83 estresse alto em ovinos.

Palavras-chave: termorregulação; homeotermia; estresse térmico; índice de conforto térmico.

ABSTRACT

The objective of this work was to carry out an integrative review to identify, through results obtained in research carried out with sheep, the value of the black globe temperature and humidity index (BGHI) which represents the benchmark for thermal discomfort for sheep with based on physiological responses to rectal temperature and respiratory rate. 10 (ten) scientific articles were used in this study, resulting from research carried out with sheep, with a total of 280 (two hundred and eighty) animals belonging to genetic groups (Santa Inês, Morada Nova, Somalis, Soinga, Dorper, White Dorper, Damara , Dorper x Santa Inês, $\frac{1}{2}$ Dorper+ $\frac{1}{2}$ SRD, $\frac{1}{2}$ Damara + $\frac{1}{2}$ SRD, $\frac{1}{2}$ Dorper+ $\frac{1}{2}$ Somalis, $\frac{1}{2}$ Santa Inês + $\frac{1}{2}$ Morada Nova, $\frac{1}{2}$ Morada Nova + $\frac{1}{2}$ Dorper and SRD). The BGHI was used as an index of thermal comfort, and the physiological responses: rectal temperature (RT) and respiratory rate (RR) in the morning and afternoon shifts, as responses to heat stress. The average RT and RR responses, under the effect of BGHI

in the morning and afternoon shifts, obtained in these studies, were analyzed using a Completely Randomized Design (CRD) with 10 replications. The repetitions considered were the averages of the 10 surveys studied, obtained from 280 sheep in the morning and afternoon shifts. The analyzes were carried out using the Statistical and Genetic Analysis Systems program (SAEG, 1993) and the means were compared using the F test at 5% probability. The BGHI index averages were 76 and 82 in the morning and afternoon, respectively. The TR and FR variables varied significantly ($p < 0.01$) between the morning and afternoon shifts. The RT averaged 38.8 °C in the morning and 39.48 °C in the afternoon. The average RR was 50 mov/min in the morning and 80 mov/min in the afternoon. It was concluded that the BGHI is a thermal comfort assessment index that can be used efficiently for sheep. Environments with an BGHI equal to or close to 82 can be considered thermal discomfort, which can cause medium-high stress, and above 83 high stress in sheep.

Keywords: thermoregulation; homeothermia; thermal stress; thermal comfort index.

INTRODUÇÃO

As emissões de gases de efeito estufa, inequivocamente, causaram o aquecimento global, com a temperatura da superfície terrestre de 1,1 °C mais alta entre 2011-2020 do que no período de 1850-1900. Com o aquecimento do planeta está ocorrendo as mudanças do clima com efeitos nos extremos meteorológicos e climáticos em todas as regiões do mundo, o que tem impactado na segurança alimentar e hídrica, na saúde humana, na economia e na sociedade, bem como perdas e danos relacionados à natureza e às pessoas (IPCC, 2023).

O ano de 2023 foi considerado o mais quente da história do planeta, de acordo com a Organização Meteorológica Mundial (OMM). No Brasil, a temperatura média ficou 24,92 °C, com 0,69 °C acima da média histórica registrada no período de 1991/2020 (INMET, 2023). E há previsão de temperaturas ainda mais elevadas no ano de 2024. Desta forma, as preocupações e providências para o enfrentamento das mudanças climáticas revestem-se, cada vez mais, de importância, em todos os setores produtivos, principalmente nas regiões onde os efeitos das mudanças climáticas são maiores, como é o caso das regiões de clima semiárido.

Do ponto de vista da produção animal em ambientes de temperaturas elevadas, o aquecimento global terá efeitos ainda maiores, pois o território de clima semiárido já sofre com as elevadas temperaturas, secas prolongadas e consequente escassez hídrica e de alimentos, tornando a região mais vulnerável com o aquecimento global e as mudanças climáticas, o que exige estratégias no processo de adaptação dos fatores produtivos para o seu enfrentamento. Na

pecuária, a escolha de raças com maior capacidade para tolerar altas temperaturas se faz necessária. Contudo, para identificar o grau de tolerância ao estresse por calor necessita-se de avaliação dos efeitos do ambiente climático sobre as respostas dos animais ao calor.

Considerando que a interação dos elementos climáticos: temperatura do ar, umidade relativa, radiação e ventilação, é significativa para a condição de conforto ou desconforto térmico ambiental para os animais, são utilizados índices de conforto térmico que representam o resultado da interação de dois ou mais desses fatores. Como exemplo, o índice de conforto térmico e umidade (ITU) utilizado em ambientes de sombra utiliza apenas os efeitos da temperatura do ar e da umidade relativa. Já o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) é capaz de apresentar os efeitos da interação da temperatura, umidade relativa, radiação e da velocidade do ar. Sendo este mais utilizado por ser mais abrangente bem como sua utilização pode ser feito em ambientes de sombra ou de sol.

O ITGU é calculado pela fórmula: $ITGU = TGN + 0,36 \cdot (T_{po}) + 41,5$ (BUFFINGTON et al., 1981). Esse índice foi desenvolvido para estudos com vacas leiteiras em que foram determinadas as faixas de conforto e desconforto térmico para esta espécie, contudo tem sido utilizado em vários estudos com ovinos (CÉZAR et al., 2004; SANTOS et al., 2006; ANDRADE et al., 2007; BEZERRA et al., 2011; NOBRE et al., 2018; ROCHA et al., 2018; MEDEIROS et al., 2020; SILVA et al., 2023).

As respostas fisiológicas mais utilizadas no estudo da avaliação da tolerância ao calor são a temperatura retal e a frequência respiratória (CÉZAR et al., 2004; SANTOS et al., 2006; ANDRADE et al., 2007; BEZERRA et al., 2011; NOBRE et al., 2018; ROCHA et al., 2018; MEDEIROS et al., 2020; SILVA et al., 2023).

A temperatura retal é considerada uma das melhores referências fisiológicas por se aproximar da temperatura do núcleo central do animal e apresentar boa estabilidade (SILVA et al., 2006; SOUZA et al., 2008; 2010). Este parâmetro é obtido por meio de termômetro clínico introduzido diretamente no reto do animal (SILVA et al., 2006; SOUZA Et al., 2010).

A frequência respiratória é importante nos estudos de tolerância ao calor por ser uma das formas muito utilizadas pelos ovinos para dissipação de calor na forma evaporativa contribuindo assim com o processo da termorregulação (BIANCA; KUNZ, 1978; QUESADA et al., 2001; NEIVA et al., 2004; BEZERRA et al., 2011; MCMANUS et al., 2011; NOBRE et al. 2018; ROCHA et al. 2018; MEDEIROS et al. 2020; SILVA et al. 2023).

À medida em que aumenta a temperatura do ar, diminui o gradiente térmico entre a superfície do animal e o meio, dificultando a dissipação de calor da forma sensível (radiação, condução e convecção) e aumentando a dissipação da forma insensível (evaporação). A perda

de calor insensível consiste na evaporação da água na superfície da pele ou através do trato respiratório, usando o calor para mudar a entalpia da água em evaporação (INGRAM; MOUNT, 1975).

Quanto maior o gradiente térmico entre a superfície do animal e o meio maior é a capacidade de dissipação de calor do animal, à medida que diminui esse gradiente ocorre uma redução na perda de calor sensível e aumenta a insensível como a sudorese e ou frequência respiratória (SOUZA *et al.* 2015; SOUZA *et al.* 2013). A frequência respiratória é considerada uma boa variável para identificar quando o animal está sob condições de estresse (SOUZA *et al.* 2008; SOUZA *et al.* 2012). Conforme Medeiros *et al.* (2023) em ovinos a correlação da frequência respiratória com o ITGU é positiva e alta ($R = 0,8761$).

De acordo com Silanikove (2000), a taxa de respiração pode quantificar a severidade do estresse pelo calor, em que uma frequência de 40-60, 60-80, 80-120 movimentos/minuto caracteriza um estresse baixo, médio-alto e alto para os ruminantes, respectivamente; e acima de 200 mov./min. para ovinos, o estresse é classificado como severo.

Assim, objetivou-se com este trabalho realizar uma revisão integrativa para identificar através de resultados obtidos em pesquisas realizadas com ovinos, no semiárido, determinar o valor do ITGU como marco referencial de desconforto térmico para ovinos com base nas respostas fisiológicas temperatura retal e frequência respiratória.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento desse artigo foi feita uma revisão integrativa sobre o índice de conforto térmico: Índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) utilizado em pesquisas realizadas no Nordeste, especificamente no semiárido. Foram utilizados nesse estudo 10 (dez) artigos científicos, resultantes de pesquisas realizadas com ovinos, com um total de 280 (duzentos e oitenta) animais dos grupos genéticos: Santa Inês, Morada Nova, Somalis, Soinga, Dorper, White Dorper, Damara, Dorper x Santa Inês, $\frac{1}{2}$ Dorper+ $\frac{1}{2}$ SRD, $\frac{1}{2}$ Damara + $\frac{1}{2}$ SRD, $\frac{1}{2}$ Dorper+ $\frac{1}{2}$ Somalis, $\frac{1}{2}$ Santa Inês + $\frac{1}{2}$ Morada Nova, $\frac{1}{2}$ Morada Nova + $\frac{1}{2}$ Dorper e SRD), e que utilizaram o ITGU como índice de conforto térmico, e estudaram as respostas fisiológicas: temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR) nos turnos da manhã e da tarde, como respostas ao estresse por calor. As médias das respostas TR e FR, sob o efeito do ITGU nos turnos da manhã e da tarde, obtidas nessas pesquisas, foram analisadas utilizando um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com 10 repetições. As repetições consideradas foram as médias das 10 pesquisas estudadas, obtidas de 280 ovinos nos turnos da manhã e da

tarde. As análises foram realizadas através do programa Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG, 1993) e as médias foram comparadas pelo teste F a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados utilizados nesse estudo encontram-se na tabela 1, na qual consta o número de pesquisas, número de animais utilizados, o índice de conforto térmico utilizado (ITGU) e as respostas fisiológicas: temperatura retal (TR) e a frequência respiratória (FR). Os dados foram observados nos turnos da manhã e da tarde. Também consta a citação dos autores dessas pesquisas.

Tabela 1. Relação de artigos utilizados como fonte para elaboração do banco de dados dessa pesquisa.

Turno	Pesquisas (total de animais)*	ITGU	TR	FR	Autores
Manhã	1 (48)	75,5	39,5	64,38	César et al. (2004)
Manhã	2 (30)	70	39,31	59,13	Santos et al (2006)
Manhã	3 (27)	85,1	38,5	31,8	Andrade et al. (2007)
Manhã	4 (20)	77	38,83	53	Silva et al. (2023)
Manhã	5 (40)	77,28	38,84	34,16	Bezerra et al. (2011)
Manhã	6 (30)	79,3	38,96	55,2	Dantas et al. (2019)
Manhã	7 (24)	77,67	38,75	56,17	Medeiros et al. (2020)
Manhã	8 (36)	71,8	38,32	50,91	Nobre et al. (2018)
Manhã	9 (11)	77,8	38,6	48,1	Lima et al. (2023)
Manhã	10 (14)	69,04	38,36	49,6	Rocha et al. (2018)
Tarde	1 (48)	82,4	40	96,47	César et al. (2004)
Tarde	2 (30)	79	39,51	87,43	Santos et al (2006)
Tarde	3 (27)	88,2	40	49,6	Andrade et al. (2007)
Tarde	4 (20)	81	39,36	67	Silva et al. (2023)
Tarde	5 (40)	81,89	39,75	103,5	Bezerra et al. (2011)
Tarde	6 (30)	82,7	39,61	88,3	Dantas et al. (2019)
Tarde	7 (24)	84,12	39,25	117,45	Medeiros (2020)
Tarde	8 (36)	78,7	39,33	76	Nobre et al. (2018)
Tarde	9 (11)	82,9	39,1	56,5	Lima et al. (2023)
Tarde	10 (14)	80,49	38,86	60,6	Rocha et al. (2018)

*Foram utilizadas 10 (dez) pesquisas com um total de 280 (duzentos de oitenta) ovinos.

A média do índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU), pela manhã foi 76 e à tarde 82. As variáveis fisiológicas temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR) variaram significativamente ($p < 0,01$) entre os turnos manhã e tarde. A TR com média de 38,8 °C pela manhã e 39,48 °C à tarde. Já a média da FR foi 50 mov/min pela manhã e 80 mov/min à tarde. A temperatura retal em ovinos pode variar de 38,5 a 39,9 °C, dependendo dos fatores

que interferem e causam variações na temperatura corporal, como: exercício, idade, estação do ano, sexo, raça, período do dia e digestão de alimentos (CUNNINGHAM 2004).

Verificou-se diferença significativa ($p < 0,01$) da TR entre os turnos da manhã e da tarde, com médias de 38,8 e 39,48 °C, respectivamente; contudo, esses valores encontram-se dentro dos limites considerados normais para ovinos (CUNNINGHAM, 2004). Ressalta-se, entretanto, que a manutenção da TR dentro da faixa de normalidade não implica, necessariamente, que os animais estejam em conforto térmico.

Isso porque, para que ocorra um aumento significativo da TR a ponto de ultrapassar os limites fisiológicos normais, caracterizando hipertermia, é necessário que os mecanismos de dissipação de calor (termorregulação) sejam insuficientes para manter a homeotermia. Em geral, com o aumento da temperatura do ar, ocorre redução do gradiente térmico entre a superfície corporal do animal e o ambiente, diminuindo a dissipação de calor sensível por radiação, condução e convecção, e acionando os mecanismos de dissipação de calor insensível, como a evaporação, evidenciada pelo aumento da frequência respiratória e da sudorese em animais sudoríparos (SOUZA et al., 2015).

Dantas et al. (2019) verificaram frequência respiratória em ovinos de 55 e 88 mov/min, em condições de ITGU de 79 e 83, respectivamente.

Os resultados desse trabalho, revelam que em condições de ITGU igual a 82, a FR de 80 mov/min, atingindo o limite superior da faixa considerada por Silanikove (2000) de estresse médio-alto (60-80 mov/min), podendo assim, ser considerado o ITGU de 82 o limite da faixa de estresse médio-alto para alto estresse (80 a 120 mov/min) (SILANIKOVE 2000). Para o ITGU de 76 a FR foi de 50 mov/min, podendo ser considerado de baixo estresse (40-60 mov/min) conforme preconiza (SILANIKOVE 2000).

Souza (2010) já afirmava que o ITGU em torno 83 indica uma condição de estresse médio-alto para ovinos. Com este estudo, verifica-se que o ITGU de 83 já pode ser considerado de estresse alto para ovinos. Conforme o estudo realizado por Dantas et al. (2019) apresenta respiratória em ovinos de 55 e 88 mov/min, em condições de ITGU de 79 e 83, respectivamente. Nesse caso com ITGU de 83 uma FR de 88 mov/min, podendo ser considerada de estresse alto (SILANIKOVE 2000). Após as análises estatísticas dos dados apresentados na Tabela 1, encontrou-se os resultados constantes na tabela 2.

Silva *et al.* (2023) estudando ovinos dos grupos genéticos Santa Inês, Morada Nova, Soinga e sem raça definida (SRD), em câmara climática, não verificaram aumento significativo da TR, quando a temperatura do ar variou de 28 para 32 °C, ressalta-se ainda que nas respectivas condições o ITGU foi de 76 e 84. Para a FR, houve diferença significativa, passando de 31 para

102 mov/min, respectivamente. O que explicita a elevação da FR com o ITGU igual a 84, nesse caso pode ser considerado de estresse elevado para ovinos conforme Silanikove (2000), e mesmo assim a TR não sofreu elevação significativa e se manteve na faixa de temperatura considerada normal para espécie (CUNNINGHAM 2004).

Tabela 2. Temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR) de ovinos em função da variação da condição ambiental.

Condição ambiental	Variáveis fisiológicas	
	TR (°C)	FR (mov/min)
ITGU = 76 (manhã)	38,80B	50B
ITGU = 82 (tarde)	39,48A	80A
CV (%)	0,97	26,38

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo teste F ($p < 0,01$).

Considerando a robustez dos dados dessa pesquisa em função do grande número de animais utilizados (280 ovinos). É possível inferir que ambientes com ITGU de 82 são considerados de desconforto térmico e que provoca um estresse médio-alto; e que acima desse valor já pode ser considerado estresse alto para ovinos (DANTAS et al. 2019; SANTOS et al. 2010; SILANIKOVE, 2000).

4 CONCLUSÕES

O índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) é um índice de avaliação de conforto térmico que pode ser usado com eficiência para ovinos.

Ambientes com ITGU igual ou próximo a 82 podem ser considerados de desconforto térmico e provocar estresse médio-alto, e acima de 83 podem desencadear um estresse alto, para diversas raças de ovinos criadas no Nordeste do Brasil.

Sugere-se que o ITGU possa ser utilizado com eficiência, na prática, para determinar se o ambiente apresenta ou não conforto térmico para ovinos dos grupos genéticos estudados, dispensando até a mensuração das respostas fisiológicas (temperatura retal e frequência respiratória).

REFERÊNCIAS

ANDRADE IS. *et al.* Parâmetros fisiológicos e desempenho de ovinos Santa Inês submetidos a diferentes tipos de sombreamento e a suplementação em pastejo. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.2, p.540-547, 2007.

BIANCA, W.; KUNZ, P. Physiological reactions of here breeds of goats to cold, heat and hightaltitude. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 5, n. 1, p. 57-69, 1978.

BEZERRA WMAX, *et al.* 2011. Comportamento fisiológico de diferentes grupos genéticos de ovinos criados no12 semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, v.24, n.1, p.130-136, 2011.

BUFFINGTON DE, *et al.* Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 24, n. 3, p. 711-0714, 1981.

CEZAR MF, *et al.* Avaliação de parâmetros fisiológicos de ovinos Dorper, Santa Inês e seusmestiços perante condições climáticas do trópico semi-árido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, p. 614-620, 2004.

CUNNINGHAM JG.; KLEIN, BG. **Tratado de Fisiologia Veterinária (3ª edição)**. Ed. Guanabara Koogan, São Paulo, 596p, 2004.

INGRAM DL, MOUNT LE. Man and Animals in Hot Environments. Springer-Verlag, New York. 1975.

IPCC, 2023: **Summary for Policymakers**. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001

LIMA FMS, *et al.* Respostas fisiologicas e comportamento ingestivo de ovinos exóticos criados no cariri cearense. **Revista Coopex**, v.14, n.5, p.3918-3932, 2023.

MCMANUS C, *et al.* The challenge of sheep farming in the tropics: aspects related to heat tolerance. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. Supl. Esp, p. 107-120, 2011.

MEDEIROS FFde. **Adaptabilidade, desempenho produtivo e características do tegumento de ovinos Soinga e Santa Inês**. 2020. 80f. Tese (Doutorado em Ciência e Saúde Animal) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2020.

NOBRE IS, *et al.* Ingestive behavior and thermoregulation in sheep fed forage cactus silage undergoing intermittent water supply. **Semina: Ciências Agrárias**, v.39, n.4, p.1683-1694, 2018.

QUESADA M, *et al.* Tolerância ao calor de duas raças de ovinos deslanados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, (Supl 1), n. 3, p. 1021-1026, 2001.

ROBERTO JVB, *et al.* Gradientes térmicos e respostas fisiológicas de caprinos no semiárido brasileiro utilizando a termografia infravermelha. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v.2, p.11-19, 2014.

ROCHA EF, *et al.* Scrotum bipartite in sheep as a parameter indicative of adaptation to semi-arid climates: A thermographic and reproductive study. **Theriogenology**, v.121, p. 91- 96, 2018.

SANTOS JRS, *et al.* Respostas fisiológicas e gradientes térmicos de ovinos das Santa Inês, Morada Nova e de seus cruzamentos com a raça Dorper as condições do semi-árido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.5, p.995-1001, 2006.

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

SILVA EMN, *et al.* Avaliação da adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos no semi-árido paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.3, p.516-521, 2006.

SILVA, J.A.P.C. *et al.* Índices de conforto térmico e respostas fisiológicas de ovinos nativos mantidos em condições contraladas. **Revista Coopex**, v.14, n.01. p.1655-1674, 2023.

SILVA, JAPC, *et al.* Índices de conforto térmico e respostas fisiológicas de ovinos nativos mantidos em condições contraladas. **Revista Coopex**, v.14, n.01. 1655-1674p 2023.

SOUZA, BB, *et al.* Temperatura superficial e índice de tolerância ao calor de caprinos de diferentes grupos raciais no semi-árido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.1, p.275-280, 2008.

SOUZA, BB, *et al.* Avaliação da temperatura timpânica para estudos bioclimáticos em ovinos deslanados. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.8, n.3, p 62-66, 2012.

SOUZA, BB, *et al.* Caprinos e ovinos adaptados aos trópicos. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v.3, n.2, p.42-50, 2015.

SOUZA ED, *et al.* Determinação dos parâmetros fisiológicos e gradientes térmicos de diferentes grupos genéticos de caprinos no semi-árido. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.1, p.177-184, 2005.



BIOCLIMATOLOGIA E BEM-ESTAR
ANIMAL NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO
Coletânea Científica – Artigos Completos –
Volume 3 – 2026

Editora Científica Semiárido Acadêmico (ECSA)

ISBN 978-65-01-80872-7 | Acesso Aberto

CAPÍTULO III

Respostas adaptativas de caprinos nativos e ovinos deslanados do semiárido brasileiro diante das mudanças climáticas
Adaptive responses of native goats and hair sheep in the Brazilian semi-arid region to climate change

Nágela Maria Henrique Mascarenhas¹; Bonifácio Benício de Souza¹; Maycon Rodrigues da Silva¹; Luanna Figueirêdo Batista²; Fabíola Franklin de Medeiros¹; Luiz Henrique de Souza Rodrigues¹; Ribamar Veríssimo Macêdo¹; Talícia Maria Alves Benício³; José Antônio Pires da Costa Silva¹; Patrício Borges Maracajá¹

¹ Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Patos, PB, Brasil.

² Universidade Vale do Salgado, Icó, CE, Brasil.

³ Universidade Estadual do Tocantins (UNITINS), Brasil.

Autor correspondente: bonifacio.ufcg@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.65338/ecsa.v3.2026.c03>

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar e comparar os efeitos das épocas do ano (menos quente e quente) e da raça sobre os parâmetros fisiológicos de caprinos (Moxotó) e ovinos deslanados (Santa Inês), bem como verificar e comparar a adaptabilidade ao clima semiárido, por meio do teste de Benezra entre estas raças. Para a condução do trabalho foram utilizados 24 animais, (ovinos e caprinos), sendo 12 ovinos Santa Inês e 12 caprinos Moxotó, 6 machos e 6 fêmeas em ambas espécies (machos não castrados), com peso vivo médio inicial de 26kg. Realizado

durante duas épocas do ano de 2016 distintas: menos quente (julho e agosto) e quente (setembro e outubro). Os animais foram mantidos em sistema extensivo. Os parâmetros fisiológicos avaliados foram temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR), onde, a TR foi mensurada através de um termômetro veterinário digital, e a FR foi obtida mediante a auscultação indireta das bulhas, com o auxílio de um estetoscópio flexível colocado ao nível da região torácica. Para o cálculo do coeficiente de tolerância ao calor (CTC), foi utilizado o teste de Benezra, modificado, segundo Muller (1989), com a seguinte fórmula: $CTC = (TR/39,1 + FR/19)$. Os parâmetros fisiológicos foram aferidos no turno da tarde em três horários diferentes, durante as duas épocas, caracterizando três condições de estresse distintas. As médias das temperaturas retais e das frequências respiratórias diferiram ($p < 0,05$) entre as três condições de estresse. Os valores médios do CTC, demonstram que os animais não se encontram adaptadas às condições ambientais que lhes são oferecidas, sendo a condição logo após o estresse a que apresentou a maior média diferindo ($p < 0,05$) das demais, seguida de uma hora depois do estresse e antes do estresse. Não houve interação significativa ($p > 0,05$) entre os fatores raças e época do ano. Os parâmetros TR e FR foram influenciados pelo fator raça, assim como o CTC sofreu influência da raça. O CTC apresentou valores altos para ambos os fatores. Diferiu ($p < 0,05$) para o fator raça, os caprinos da raça Moxotó apresentaram um CTC mais elevado do que os ovinos da raça Santa Inês. Os valores de CTC não diferiram ($p > 0,05$) para o fator época do ano. Com os resultados obtidos é possível observar que os animais apesar de serem considerados adaptados as condições climáticas da região semiárida, estão sofrendo com estresse térmico.

Palavras-chave: adaptabilidade; termorregulação; tolerância ao calor.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate and compare the effects of seasons (less hot and hot) and breed on the physiological parameters of goats (Moxotó) and hair sheep (Santa Inês), as well as to verify and compare the adaptability to the semi-arid climate, through the Benezra test between these races. To conduct the work, 24 animals (sheep and goats) were used, 12 Santa Inês sheep and 12 Moxotó goats, 6 males and 6 females in both species (uncastrated males), with an initial average live weight of 26kg. Held during two different times of the year 2016: less hot (July and August) and hot (September and October). The animals were kept in an extensive system. The physiological parameters evaluated were rectal temperature (TR), respiratory rate (RR), where the TR was measured using a digital veterinary thermometer, and the RR was obtained through indirect auscultation of the sounds, with the aid of a flexible stethoscope placed at the level of the thoracic region. For the calculation of the heat tolerance

coefficient (CTC), the Benezra test was used, modified, according to Muller (1989), with the following formula: $CTC = (TR/39.1 + FR/19)$. The physiological parameters were measured in the afternoon shift at three different times, during the two seasons, characterizing three distinct stress conditions. Mean rectal temperatures and respiratory rates differed ($p < 0.05$) between the three stress conditions. The average CTC values demonstrate that the animals are not adapted to the environmental conditions offered to them, with the condition right after the stress having the highest average, differing ($p < 0.05$) from the others, followed by one hour after stress and before stress. There was no significant interaction ($p > 0.05$) between breed and time of year. The TR and FR parameters were influenced by race, as well as the CTC was influenced by race. The CTC showed high values for both factors. Differed ($p < 0.05$) for the breed factor, Moxotó goats had a higher CTC than Santa Inês sheep. CTC values did not differ ($p > 0.05$) for the time of year factor. With the results obtained, it is possible to observe that the animals, despite being considered adapted to the climatic conditions of the semi-arid region, suffered thermal stress in the environmental conditions offered to them.

Keywords: adaptability; thermoregulation; heat tolerance.

INTRODUÇÃO

A adaptabilidade é um dos fatores primordiais para o bom desenvolvimento produtivo e reprodutivo dos animais de produção. Na busca por raças que melhor se adaptem ao semiárido nordestino, a raça Santa Inês, se apresenta como uma boa opção por possuir boa adaptação a climas quentes, apresentar boa conformação de carcaça, e apresentar animais de grande porte (PIRES et al, 2015). Assim também como os caprinos, a raça Moxotó sendo reconhecida pela rusticidade e bastante adaptada à região semiárida, apresentando boa conformação, são considerados animais de médio porte (LISBOA, 2008).

A criação de ovinos e caprinos para a produção de carne demonstra potencialidade para o desenvolvimento socioeconômico da região, isso deve ser atribuído ao grau de adaptação dessas espécies ao clima característico do semiárido (GOMES et al, 2008). Contudo, torna-se necessário levar o fator clima em consideração, uma vez que as condições climáticas da região semiárida se caracterizam como estressantes por apresentar elevadas temperaturas, daí a relevância do estudo da adaptabilidade destas raças a região. O aumento dos efeitos nocivos das variáveis climáticas sobre a fisiologia dos animais em países de clima tropical vem sendo

uma preocupação constante dos produtores, no intuito de minimizar possíveis transtornos, como o estresse térmico.

Os parâmetros fisiológicos dos animais (temperatura retal e frequência respiratória) são os mais afetados durante o período diurno, onde esses parâmetros apresentam menores valores durante o turno da manhã quando contrapostas com os valores do turno da tarde (SANTOS et al, 2005).

De modo que reconhecer corretamente os coeficientes que atuam na vida produtiva do animal, bem como o estresse térmico, permite ajustar as práticas de manejo, tornando possível demonstrar viabilidade econômica nos sistemas de criação (LINHARES et al, 2015). Tornando-se necessário o conhecimento sobre o índice de tolerância ao calor desses animais frente às condições ambientais enfrentadas. Já que o estresse calórico tem sido reconhecido como fator limitador relevante da produção animal nas regiões quentes.

A seleção de animais mais adaptados às condições climáticas, se faz necessário para prosseguir com a atividade da ovinocultura sustentável mesmo diante das mudanças climáticas (MASCARENHAS, 2023a; MASCARENHAS, 2023b, BATISTA, 2022; NASCIMENTO, 2019; MEDEIROS, 2020; RODRIGUES et al., 2023).

Dessa forma o objetivo desse estudo foi avaliar e comparar os efeitos das épocas do ano (menos quente e quente) e da raça sobre os parâmetros fisiológicos de caprinos (Moxotó) e ovinos deslanados (Santa Inês), bem como verificar e comparar a adaptabilidade ao clima semiárido, por meio do teste de tolerância ao calor entre estas raças.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no setor de ovinocultura do Núcleo de Pesquisa para o Desenvolvimento do Semiárido (NUPEÁRIDO), do Centro de Saúde e Tecnologia Rural, da Universidade Federal de Campina Grande, no município de Patos – PB, região semiárida nordestina, com latitude 07° 05' 28'' S, longitude 37° 16' 48'' W, altitude de 250 m, apresenta um clima BSH (Köppen), com temperatura anual média máxima de 32,9°C e mínima de 20,8°C e umidade relativa de 61% (BRASIL, 1992). Foram utilizados 24 animais, (ovinos e caprinos), sendo 12 ovinos Santa Inês e 12 caprinos Moxotó, 6 machos e 6 fêmeas em ambas espécies (machos não castrados), com peso vivo médio inicial de 26kg. O trabalho foi realizado durante duas épocas do ano distintas: menos quente (julho e agosto) e quente (setembro e outubro). Os animais foram mantidos em sistema extensivo. Os parâmetros fisiológicos avaliados foram: temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR), onde, a TR foi mensurada através de um

termômetro veterinário digital, e a FR foi obtida mediante a auscultação indireta das bulhas, com o auxílio de um estetoscópio flexível colocado ao nível da região torácica. Para o cálculo do coeficiente de tolerância ao calor (CTC), foi utilizado o teste de Benezra, modificado, segundo Muller (1989), com a seguinte fórmula: $CTC = (TR/39,1 + FR/19)$.

A análise de variância foi realizada por intermédio do programa estatístico SAS 9.3 (2011) e as médias comparadas pelo teste Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros fisiológicos foram aferidos no turno da tarde em três horários diferentes, durante as duas épocas, caracterizando três condições de estresse distintas. De acordo com Salles et al. (2009), estudando as respostas fisiológicas baseadas em dados climáticos, verificaram que independente da época do ano, é durante o turno da tarde que ocorre um maior desconforto térmico para os animais.

As médias dos valores encontrados para temperatura do ar (TA) e umidade relativa do ar (UR), no período da tarde, na primeira época do ano (menos quente) durante a aplicação dos testes foram de 31,5°C e 51%, respectivamente, na segunda época (quente) foram de 35,7°C e 59% respectivamente.

Na Tabela 01 estão descritos os valores médios dos parâmetros fisiológicos durante as condições de estresse em que os animais foram expostos. As médias das temperaturas retais diferiram ($p < 0,05$) entre as três condições de estresse, onde, logo após o serem submetidos a condições de estresse, é possível observar que houve um aumento na TR, que permanece por uma hora depois, não retornando à condição antes do estresse. As médias das frequências respiratórias da condição logo após do estresse diferiram ($p < 0,05$) das demais condições, onde, é possível constatar uma elevação da FR logo após o período de estresse, também é possível observar que uma hora depois do estresse os animais conseguiram retornar as frequências que apresentavam antes do estresse. Segundo Muller (1989), quanto mais próximo de 2 for o resultado do coeficiente de tolerância ao calor (CTC), mais adaptado ao calor é o animal.

Os valores médios do CTC, demonstram que os animais não se encontram adaptadas às condições ambientais que lhes são oferecidas, sendo a condição logo após o estresse a que apresentou a maior média, diferindo ($p < 0,05$) das demais, seguida de uma hora depois do estresse e antes do estresse. Na Tabela 02 está descrito os valores das médias dos parâmetros

fisiológicos (TR e FR) e do coeficiente de tolerância ao calor (CTC), para as duas raças e para as duas épocas. Não houve interação significativa ($p>0,05$) entre os fatores raças e época do ano. Os parâmetros TR e FR foram influenciados pelo fator raça, assim como o CTC sofreu influência de raça. A raça Moxotó apresentou uma média superior a da Santa Inês, isso demonstra que apesar de ser considerada uma raça nativa do nordeste brasileiro, e por este motivo ser rústica e adaptada à zona semiárida (SANTOS et al, 2005), a raça pode sofrer estresse com o clima da região.

Tabela 01. Médias da temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e do coeficiente de tolerância ao calor (CTC) dos animais.

Condições de estresse	TR (°C)	FR (mov.min)	CTC
Antes do estresse	38.89 C	81.87 B	5.30 B
Logo após o estresse	39.65 A	117.54 A	7.20 A
Uma hora depois do estresse	39.34 B	81.87 B	5.31 B

Médias seguidas da mesma letra não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A FR apresentou valores acima da considerada normal para as espécies, mas não diferiu estaticamente, quando considerado o fator época do ano, demonstrando que os animais estavam em situação de desconforto térmico, precisando ativar o sistema termorregulatório, para promover uma maior perda de calor pela forma evaporativa (respiração). Assim, quando a temperatura ambiente se eleva, os mecanismos termorregulatório são acionados propiciando um aumento na perda de calor na forma latente, por meio do aumento da FR ou da sudorese, tentando manter os limites de temperatura corporal normais, evitando assim a hipertermia (SILVA et al, 2006).

O CTC apresentou valores altos para ambos os fatores. Diferiu ($p<0,05$) para o fator raça, onde os caprinos da raça Moxotó apresentaram um CTC mais elevado do que os ovinos da raça Santa Inês. Os valores de CTC não diferiram ($p>0,05$) para o fator época do ano. Resultados parecidos com os observados por Nascimento (2019) que, ao aplicar o teste de tolerância ao calor de Benezra (CTC = Coeficiente de tolerância ao calor) em experimento com Soinga e Santa Inês, no período da tarde no semiárido não verificaram diferença significativa entre os grupos genéticos, as médias observadas para o Soinga e Santa Inês foram: 5,7 e 5,9, respectivamente. Pires et al. (2015) avaliando a tolerância ao calor de ovinos mestiços Santa Inês com Dorper, descreveram que os genótipos obtiveram CTC elevado, na ordem de 7,22,

antes do estresse; 10,17, imediatamente após o estresse e 7,83, 1 h após o estresse devido ao aumento da FR registrada nas mesmas condições e aos elevados valores de ITGU na sombra e no sol. Silva (2017) estudou o coeficiente de tolerância ao calor (CTC) de ovinos Morada Nova, Somalis e $\frac{1}{2}$ Doper + $\frac{1}{2}$ Somalis, e verificou média de CTC de 5,94; 6,92 e 7,08 para os respectivos grupos genéticos.

Tabela 2. Médias dos parâmetros fisiológicos, temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e do coeficiente de tolerância ao calor (CTC) de caprinos (Moxotó) e ovinos deslanados (Santa Inês) nas duas épocas (menos quente e quente).

Fatores	Parâmetros		
	TR (°C)	FR (mov.min)	CTC
Raças			
Santa Inês	39.37A	86.96B	5.58B
Moxotó	39.22B	100.22A	6.27A
Época do ano			
Menos quente	39.24A	96.40A	6.07A
Quente	39.34B	90.77A	5.78A

Médias seguidas da mesma letra não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados encontrados para a raça Santa Inês, nesse experimento, mostram que o CTC (5,78) foi inferior aos resultados apresentados por Silva (2017) para ovinos Morada Nova, Somalis e $\frac{1}{2}$ Doper + $\frac{1}{2}$ Somalis. Nesse experimento a raça Moxotó apresentou uma média de CTC inferior ao da raça Saanen e superior ao da raça Azul, registrado por Rocha et al. (2009) que verificou CTC de $6,51 \pm 1,56$ e $4,03 \pm 1,24$, para caprinos das raças Saanen e Azul, respectivamente, isso pode ser justificado pelas alterações das mudanças climáticas ao passar dos anos a temperatura e umidade ambiental sofreram alterações. Segundo Medeiros et al. (2023) há correlações positivas entre os parâmetros adaptativos e as variáveis meteorológicas, relacionando o estresse térmico com o aumento da FR.

4 CONCLUSÕES

Mediante os resultados obtidos foi possível concluir que os animais apesar de serem considerados adaptados às condições climáticas da região semiárida, sofreram estresse térmico nas condições ambientais que lhe foram ofertadas. Os caprinos da raça Moxotó, que são

considerados nativos do nordeste brasileiro, foram os que apresentaram as maiores médias, mostrando-se menos adaptados que os ovinos da raça Santa Inês. Esses resultados mostram que animais considerados adaptados e resistentes estão sofrendo com as mudanças climáticas sendo necessário mais estudos sobre essa temática com estratégias para mitigar tais efeitos.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas: 1961-1990.** 1992. <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>. Acesso em 10 maio 2017.
- BATISTA, L.F. **Avaliação da sazonalidade climática sobre a performance reprodutiva de ovinos e caprinos criados no semiárido paraibano.** 2018. 86f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos, 2018.
- BATISTA, L.F. **Características adaptativas, fisiológicas e reprodutivas de ovinos do grupo genético Soinga na estação chuvosa e seca.** 2022. 137p. Tese (Doutorado em Ciência e Saúde Animal) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos, 2022.
- GOMES, C.A.V.; FURTADO D.A.; MEDEIROS N.A. et al. Efeito do ambiente térmico e níveis de suplementação nos parâmetros fisiológicos de caprinos Moxotó. **Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, p.213–219, 2008.
- LISBOA, A. C. C. **Características da carcaca de caprinos das racas caninde e moxoto criados em confinamento e alimentados com dietas contendo dois níveis de energia.** Areia: UFPB/CCA, 2008. 68 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba - 2008.
- LINHARES, A.S.F; SOARES, D.L; OLIVEIRA, N.C; SOUZA, B.B, et al. Respostas fisiológicas e manejo adequado de ruminantes em ambientes quentes. **ACSA – Agropecuária Científica no Semiárido**, v.11, n 2, p 27-33, 2015.
- MEDEIROS, F.F, et al. Correlações entre variáveis ambientais e bem-estar de ovinos confinados. **Observatorio de La Economía Latinoamericana**, v. 21, n .8, p. 7871-7879. 2023.
- MASCARENHAS, N.M.H, et al. Thermal gradient of local sheep and goats reared in the Brazilian semi-arid region. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n.2, e3020, 2023a.
- MASCARENHAS, N.M.H, et al. Thermal stress index for native sheep. **Journal of Thermal Biology**, v.115, 103607, 2023b.
- MEDEIROS, F.F. **Adaptabilidade, desempenho produtivo e características do tegumento de ovinos Soinga e Santa Inês.** Tese (Doutorado em Ciência e Saúde Animal) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2020. 80f.

MULLER, P.B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. Porto Alegre, Sulina, 1989.

NACIMENTO, F.S. **Adaptabilidade de ovinos Soinga e Santa Inês em função da dieta e do ambiente térmico**. 2019, 63f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos – PB, 2019.

PIRES, J.P.S., SOUZA, B.B., SILVA, G.A., BATISTA, L.F., et al. Avaliação da Tolerância ao Calor de Ovinos Mestiços ½ Dorper+ ½ Santa Inês Suplementados com Diferentes Níveis de Ionóforo no Semiárido da Paraíba. **Rev. Cient. Prod. Anim.**, v.17, p.30-36, 2015.

ROCHA, R.R.C.; A.P.R. COSTA, A.P.R.; AZEVEDO, D.M.M.R. et al. Adaptabilidade climática de caprinos Saanen e Azul no Meio-Norte do Brasil. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.61, n.5, p.1165-1172, 2009.

RODRIGUES, G.Q.; SOUZA, B.B.; et al. Parâmetros fisiológicos de ovinos Soinga em diferentes épocas do ano. **Revista Coopex**, v.14, p.1566-1577, 2023.

SALLES, M.G.F; SOUZA, C.E.A; RONDINA D., et al. Respostas fisiológicas ao estresse térmico de bodes saanen em clima tropical. **Ciência Animal**, v.19, p.19-28, 2009.

SANTOS, F.C.B; SOUZA, B.B; ALFARO, C.E.P. Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima Semi-Árido do Nordeste brasileiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, p.142-149, 2005.

SILVA, M.R. **Avaliação das características do tegumento e dos índices de tolerância ao calor de ovinos de diferentes grupos genéticos no Semiárido Brasileiro**. Dissertação de Mestrado (Programa de PósGraduação em Zootecnia) - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Saúde e Tecnologia Rural. 2017. 45 f.

SILVA, G.A; SOUZA, B.B; ALFARO, C.E.P; SILVA, E.M.N., et al. Efeito da época do ano e período do dia sobre os parâmetros fisiológicos de reprodutores caprinos no semi-árido paraibano. **Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, p.903-909, 2006.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. **SAS user's guide: statistics**. Version 9.3. 2ed. Cary: SAS Institute, 2011. (CD-ROM).



BIOCLIMATOLOGIA E BEM-ESTAR
ANIMAL NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO
Coletânea Científica – Artigos Completos –
Volume 3 – 2026

Editora Científica Semiárido Acadêmico (ECSA)

ISBN 978-65-01-80872-7 | Acesso Aberto

CAPÍTULO IV

Tolerância ao calor de caprinos e ovinos em regiões tropicais **Heat tolerance of goats and sheep in tropical regions**

Bonifácio Benício de Souza¹; Fabíola Franklin de Medeiros²; Maycon Rodrigues da Silva¹; Dermeval Araújo Furtado¹; Antônio Nélon Lima da Costa³; José Valmir Feitosa³; Claudiney Felipe Almeida Inô¹; Ariádne de Barros Carvalho¹

¹ Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Patos-PB, Brasil.

² Faculdade Rebouças de Campina Grande, Campina Grande-PB, Brasil.

³ Universidade Federal do Cariri – UFCA, Crato-CE, Brasil.

Autor correspondente: bonifacio.ufcg@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.65338/ecsa.v3.2026.c04>

RESUMO

Realizou-se um estudo de natureza integrativa com o objetivo de analisar a tolerância ao calor de ovinos e caprinos criados no semiárido brasileiro. Foram compilados dados de 537 animais, sendo 280 ovinos e 257 caprinos, provenientes de 20 pesquisas científicas conduzidas em regiões semiáridas, nos turnos da manhã e da tarde. As pesquisas utilizaram o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) como indicador ambiental e as respostas fisiológicas temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR) como parâmetros de estresse

térmico. A tolerância ao calor foi avaliada por meio do Coeficiente de Tolerância ao Calor (CTC), calculado a partir das médias dessas variáveis fisiológicas. Os valores médios de ITGU registrados foram de 76 no turno da manhã e 82 no turno da tarde. A análise estatística evidenciou efeito significativo da espécie e do turno sobre o CTC, com menores valores observados em caprinos quando comparados aos ovinos, indicando maior tolerância ao calor. Verificou-se ainda maior comprometimento fisiológico no turno da tarde para ambas as espécies. Conclui-se que caprinos e ovinos dos diferentes grupos genéticos analisados apresentam elevada tolerância às condições climáticas do semiárido, porém os ovinos demonstram menor tolerância ao calor, evidenciando a necessidade de estratégias de manejo diferenciadas, especialmente nos períodos de maior carga térmica diária.

Palavras-chave: bioclimatologia; estresse térmico; pequenos ruminantes; semiárido brasileiro; tolerância ao calor.

ABSTRACT

An integrative study was conducted to analyze heat tolerance in sheep and goats raised in tropical regions, particularly in the Brazilian semiarid. Data from 537 animals, including 280 sheep and 257 goats, were compiled from 20 scientific studies carried out during morning and afternoon periods. The studies used the Black Globe Temperature and Humidity Index (BGHI) as an environmental indicator and rectal temperature (RT) and respiratory rate (RR) as physiological responses to heat stress. Heat tolerance was assessed using the Heat Tolerance Coefficient (HTC), calculated from the mean physiological variables. Mean BGHI values were 76 in the morning and 82 in the afternoon. Statistical analysis revealed a significant effect of species and period of the day on HTC, with goats showing lower values than sheep, indicating greater heat tolerance. Higher physiological stress was observed during the afternoon for both species. It is concluded that both goats and sheep from different genetic groups exhibit high tolerance to semiarid climatic conditions; however, sheep are less tolerant to heat, reinforcing the need for differentiated management strategies, especially during periods of higher thermal load.

Keywords: bioclimatology; heat stress; small ruminants; brazilian semiarid region; heat tolerance.

INTRODUÇÃO

A atividade agropecuária na região Nordeste do Brasil é fortemente influenciada por fatores climáticos. Embora a criação de pequenos ruminantes no semiárido apresente grande potencial, as condições de altas temperaturas do ar e a radiação solar elevada comprometem a termorregulação dos animais, prejudicando o desempenho desses animais. A interação entre temperatura, radiação solar, umidade relativa, velocidade do vento e outros fatores climáticos, exige a utilização de índices que integrem esses elementos, como o Índice de Temperatura de Globo Úmido (ITGU), que tem sido aplicado para avaliar o conforto térmico de ovinos e caprinos (BATISTA et al. 2023; MEDEIROS, 2020). Os estudos sobre tolerância ao calor frequentemente consideram a Frequência Respiratória e a Temperatura Retal como as principais respostas fisiológicas envolvidas no processo de termorregulação (SILVA et al., 2023; MEDEIROS et al., 2020; NOBRE et al., 2018; ROCHA et al., 2018; BATISTA et al. 2023; SILVA et al. 2023; MEDEIROS et al. 2020; NOBRE et al. 2018; ROCHA et al. 2018; SILVA et al. 2014; SOUZA et al. 2013) de caprinos e ovinos.

Além disso, o Coeficiente de Tolerância ao Calor de Benezra (CTC) tem sido utilizado para avaliar a adaptabilidade de caprinos e ovinos (BATISTA et al. 2014; MARTINS JÚNIOR et al. 2007) pois incorpora essas respostas fisiológicas no cálculo do índice. Nesta avaliação quanto mais próximo de dois for o valor do CTC, maior a adaptabilidade ao calor do animal (BATISTA et al. 2014). O objetivo desse estudo foi realizar uma revisão integrativa para analisar o grau de adaptabilidade de ovinos e caprinos no semiárido brasileiro, com base no Coeficiente de Tolerância ao Calor (CTC) e no Índice de Conforto Térmico (ITGU).

Nesse contexto, a compreensão dos mecanismos fisiológicos associados à tolerância ao calor torna-se fundamental para o desenvolvimento de estratégias de manejo e seleção genética mais eficientes para as condições do semiárido. A utilização integrada de índices térmicos e parâmetros fisiológicos permite uma avaliação mais precisa da resposta dos animais aos desafios ambientais. Esses indicadores contribuem para subsidiar decisões técnicas voltadas à melhoria do bem-estar animal e da produtividade dos sistemas de criação. Além disso, fornecem base científica para a adaptação sustentável da caprinovinocultura frente às mudanças climáticas. Esses avanços possibilitam a identificação de grupos genéticos mais adaptados às condições ambientais adversas, reduzindo perdas produtivas. Também favorecem a adoção de práticas de manejo mais racional e alinhadas às exigências fisiológicas dos animais. Dessa forma, fortalecem a resiliência dos sistemas produtivos no semiárido brasileiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Base de dados e critérios de seleção dos estudos

O presente estudo consistiu em uma revisão integrativa acerca das respostas fisiológicas de ovinos e caprinos ao estresse térmico no semiárido brasileiro. Foram analisados dados provenientes de 20 artigos científicos, sendo 10 referentes a ovinos e 10 a caprinos, totalizando informações de 537 animais, dos quais 280 ovinos e 257 caprinos. Os estudos selecionados atenderam aos seguintes critérios de inclusão: (i) terem sido conduzidos no semiárido brasileiro; (ii) utilizarem o Índice de Temperatura de Globo Úmido (ITGU) como indicador de conforto térmico; (iii) avaliarem respostas fisiológicas relacionadas ao estresse térmico, como temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR); e (iv) realizarem as coletas de dados nos turnos da manhã e da tarde.

2.1.1 Estudos com ovinos (Tabela 1)

Tabela 1. Relação de artigos sobre ovinos utilizados como fonte para elaboração do banco de dados dessa pesquisa, com as médias do índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e o coeficiente de tolerância ao calor (CTC) nos turnos da manhã e da tarde.

Turno	ITGU	TR (°C)	FR (mov/min)	CTC *	Autores
Manhã	75,5	39,5	64,38	3,59	César et al. (2004)
Manhã	70	39,31	59,13	3,37	Santos et al (2006)
Manhã	85,1	38,5	31,8	2,26	Andrade et al. (2007)
Manhã	77	38,83	53	3,27	Silva et al. (2023)
Manhã	77,28	38,84	34,16	2,36	Bezerra et al. (2011)
Manhã	79,3	38,96	55,2	3,20	Dantas et al. (2019)
Manhã	77,67	38,75	56,17	3,24	Medeiros (2020)
Manhã	71,8	38,32	50,91	3,02	Nobre et al. (2018)
Manhã	77,8	38,6	48,1	2,91	Lima et al. (2023)
Manhã	69,04	38,36	49,6	2,97	Rocha et al. (2018)
Tarde	82,4	40	96,47	4,88	César et al. (2004)
Tarde	79	39,51	87,43	4,51	Santos et al (2006)
Tarde	88,2	40	49,6	3,01	Andrade et al. (2007)
Tarde	81	39,36	67	4,04	Silva et al. (2023)
Tarde	81,89	39,75	103,5	5,16	Bezerra et al. (2011)
Tarde	82,7	39,61	88,3	4,55	Dantas et al. (2019)
Tarde	84,12	39,25	117,45	5,70	Medeiros (2020)
Tarde	78,7	39,33	76	4,05	Nobre et al. (2018)
Tarde	82,9	39,1	56,5	3,26	Lima et al. (2023)
Tarde	80,49	38,86	60,6	3,42	Rocha et al. (2018)

*CTC (Coeficiente de tolerância ao calor) foi calculado com as médias da TR e FR.

Os dados referentes aos ovinos, apresentados na Tabela 1, foram extraídos de 10 artigos científicos conduzidos no semiárido brasileiro, abrangendo um total de 280 animais. Os estudos contemplaram diferentes grupos genéticos, incluindo as raças Santa Inês, Morada Nova, Somalis, Soinga, Dorper, White Dorper e Damara, além de cruzamentos como Dorper × Santa Inês, ½ Dorper + ½ SRD, ½ Damara + ½ SRD, ½ Dorper + ½ Somalis, ½ Santa Inês + ½ Morada Nova, ½ Morada Nova + ½ Dorper e animais sem raça definida (SRD).

2.1.2 Estudos com caprinos (Tabela 2)

Tabela 2. Relação de artigos sobre caprinos utilizados como fonte para elaboração do banco de dados dessa pesquisa, com as médias do índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e o coeficiente de tolerância ao calor (CTC) nos turnos da manhã e da tarde.

Turno	ITGU	TR (°C)	FR (mov/min)	CTC *	Autores
Manhã	79,42	38,9	30,3	2,21	Silva et al. (2005)
Manhã	71,25	39,46	42,3	2,70	Souza et al. (2008)
Manhã	77,5	39,16	32,65	2,31	Santos et al (2005)
Manhã	77,97	39,14	31,85	2,28	Silva et al. (2006)
Manhã	75,12	38,49	37,18	2,47	Souza et al. (2013)
Manhã	77,4	38,6	35,6	2,41	Leite et al. (2012)
Manhã	79,44	38,91	46,47	2,86	Silva et al. (2011)
Manhã	74,94	38,72	32,87	2,31	Silva et al. (2014)
Manhã	76,71	38,58	39,65	2,57	Batista et al. (2023)
Manhã	73,83	39,21	39,23	2,57	Souza et al. (2014)
Tarde	85,16	39,3	49,5	2,99	Silva et al. (2005)
Tarde	79,15	39,68	60,6	3,44	Souza et al. (2006)
Tarde	85,5	39,75	42,46	2,72	Santos et al (2005)
Tarde	82,25	39,5	39,47	2,59	Silva et al. (2006)
Tarde	87,99	39,38	39,38	2,58	Souza et al. (2013)
Tarde	82,9	39,2	50,8	3,03	Leite et al. (2012)
Tarde	81,55	39,05	48,22	2,93	Silva et al. (2011)
Tarde	79,96	39,25	43,05	2,73	Silva et al. (2014)
Tarde	80,49	39,93	49,69	3,01	Batista et al. (2023)
Tarde	79,37	39,37	42,68	2,71	Souza et al. (2014)

*CTC (Coeficiente de tolerância ao calor) foi calculado com as médias da TR e FR.

Para cada estudo, foram considerados os valores médios do Índice de Temperatura de Globo Úmido (ITGU), da temperatura retal (TR), da frequência respiratória (FR) e do coeficiente de tolerância ao calor (CTC), obtidos nos turnos da manhã e da tarde. O CTC foi calculado a partir das médias de TR e FR, conforme a fórmula:

$CTC = TR/39,1 + FR/25$, em que TR corresponde à temperatura retal (°C) e FR à frequência respiratória (movimentos por minuto), sendo 39,1 a temperatura retal média e 25 a frequência respiratória de referência, conforme proposto por Kolb (1987).

Os dados referentes aos caprinos, apresentados na Tabela 2, foram obtidos a partir de 10 artigos científicos conduzidos no semiárido brasileiro, totalizando informações de 257 animais. Os estudos abrangeram diferentes grupos genéticos, incluindo as raças Moxotó, Azul, Graúna, Anglo-Nubiana, Pardo-Sertaneja, Boer, Savana, Parda Alpina e British Alpine, bem como cruzamentos como $\frac{1}{2}$ Boer + $\frac{1}{2}$ SRD, $\frac{1}{2}$ Anglo-Nubiana + $\frac{1}{2}$ SRD, $\frac{1}{2}$ Savana + $\frac{1}{2}$ SRD, $\frac{1}{2}$ Kalarari + $\frac{1}{2}$ SRD, $\frac{1}{2}$ Moxotó + $\frac{1}{2}$ SRD, $\frac{1}{2}$ Saanen + $\frac{1}{2}$ Boer e animais sem raça definida (SRD).

De forma semelhante ao procedimento adotado para os ovinos, foram considerados, para cada estudo, os valores médios do ITGU, da temperatura retal (TR), da frequência respiratória (FR) e do coeficiente de tolerância ao calor (CTC), obtidos nos turnos da manhã e da tarde. O cálculo do CTC seguiu a mesma metodologia descrita anteriormente, utilizando as médias de TR e FR reportadas nos estudos selecionados.

2.2 Análise estatística

As médias do coeficiente de tolerância ao calor (CTC), sob o efeito do ITGU nos turnos da manhã e da tarde, foram analisadas por meio de um delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2×2 (duas espécies: ovinos e caprinos; e dois turnos: manhã e tarde), com 10 repetições, em medidas repetidas no tempo. As repetições corresponderam às médias dos 20 estudos analisados.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG, 1993), e as médias foram comparadas pelo teste F, adotando-se o nível de 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios do Índice de Temperatura e Umidade (ITGU) registrados durante a manhã e à tarde foram, respectivamente, 76 e 82. No semiárido, o estresse térmico ocorre, geralmente, no período da tarde, conforme indicado pelos valores do ITGU, que foram de 76,13 pela manhã e 82,03 à tarde. Esses dados refletem a média observada em 20 pesquisas, sendo 10 com ovinos e 10 com caprinos. Vale ressaltar que as médias da Temperatura Retal (TR)

raramente ultrapassam os limites considerados normais para as espécies estudadas (Cunningham, 2004). No entanto, em condições de ITGU de 88 durante a tarde, Andrade et al. (2007) observaram uma temperatura retal de 40 °C em ovinos da raça Santa Inês, em pesquisa realizada no semiárido, valor que ultrapassa o considerado normal para a espécie.

Na presente análise, observou-se que o ITGU médio à tarde foi de 82, um valor considerado de baixo estresse térmico para caprinos (Souza et al., 2024a). Contudo, um ITGU igual a 84 pode resultar em estresse térmico elevado para caprinos de diversos grupos genéticos. Em relação aos ovinos, Souza et al. (2024b) concluíram que ambientes com ITGU igual a 82 podem ser classificados como desconfortáveis, causando estresse de nível médio a alto, enquanto valores superiores a 83 podem induzir estresse elevado, afetando diversas raças de ovinos criadas no Nordeste do Brasil.

Tabela 2. Médias do ITGU (índice de temperatura do globo negro e umidade) registradas nas pesquisas com ovinos e caprinos nos turnos da manhã e da tarde.

Condição ambiental nas pesquisas para:	ITGU		
	Manhã	Tarde	Média
Ovinos	75,89Aa	82,18Ab	79,04A
Caprinos	76,36Aa	82,42Ab	79,39A
Média	76,13b	82,03a	
CV (%)	4,25		

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste F.

A análise de variância revelou um efeito significativo ($P < 0,05$) tanto da espécie quanto do turno sobre o CTC (Tabela 3). Os caprinos apresentaram médias significativamente menores em comparação aos ovinos, com valores de 2,67 e 3,63, respectivamente ($P < 0,05$). Também foi observado um efeito significativo do turno sobre o CTC, sendo que a média mais alta foi registrada no turno da tarde (3,56), em comparação ao turno da manhã (2,74) ($P < 0,05$).

Tabela 3. Médias do Coeficiente de tolerância ao calor (CTC) de ovinos e caprinos em função da espécie e do horário do dia no semiárido do Brasil

Espécie	CTC
Ovinos	3,64A
Caprinos	2,67B
Turno	
Manhã	2,74B
Tarde	3,50A
CV (%)	16,22

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna, diferem estatisticamente ($P < 0,05$) dentro de cada parâmetro.

Esses resultados indicam um alto grau de adaptabilidade de ambas as espécies estudadas, com valores de CTC próximos de 2, considerado ótimo para adaptação ao calor. No entanto, os ovinos apresentaram um valor mais elevado que os caprinos, com diferença estatisticamente significativa, sugerindo que os caprinos exibem maior tolerância ao calor do que os ovinos analisados.

4 CONCLUSÃO

Os caprinos e os ovinos pertencentes aos grupos genéticos estudados demonstram resistência às condições climáticas do semiárido. No entanto, observa-se que os ovinos são menos tolerantes ao calor em comparação com os caprinos, o que implica que as estratégias de manejo, especialmente no que diz respeito ao conforto térmico, devem ser diferenciadas entre essas duas espécies. Esses resultados ressaltam a importância de um manejo mais atento durante o turno da tarde, tanto para ovinos quanto para caprinos, com o objetivo de mitigar os efeitos do estresse térmico e melhorar o bem-estar animal nesse período crítico do dia.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq, pela bolsa de produtividade concedida.

REFERÊNCIAS

ANDRADE IS. *et al.* Parâmetros fisiológicos e desempenho de ovinos Santa Inês submetidos a diferentes tipos de sombreamento e a suplementação em pastejo. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, v.2, p.540-547, 2007.

ARRUDA, F. A. V.; PANT, K. P. Tolerância ao calor de caprinos e ovinos sem lã em Sobral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 379-385, 1985.

BATISTA LF, *et al.* Respostas fisiológicas e reprodutivas de caprinos British Alpine nos períodos seco e chuvoso no semiárido Paraibano. **Revista observatorio de la economia latino-americana**, v.21, n.9, p. 12712-12737. 2023.

BEZERRA WMAX, *et al.* 2011. Comportamento fisiológico de diferentes grupos genéticos de ovinos criados no semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, v.24, n.1, p.130-136, 2011.

BIANCA, W.; KUNZ, P. Physiological reactions of here breeds of goats to cold, heat and hightaltitude. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 5, n. 1, p. 57-69, 1978.

BIANCA, W.; KUNZ, P. Physiological reactions of here breeds of goats to cold, heat and hightaltitude. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 5, n. 1, p. 57-69, 1978.

- BRION, A. **Vademecum del veterinario**. 2. ed. Barcelona: Gea, 1964. 732 p.
- BUFFINGTON DE, *et al.* Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 24, n. 3, p. 711-0714, 1981.
- BUFFINGTON DE, *et al.* Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 24, n. 3, p. 711-0714, 1981.
- CASTRO, A. **A cabra**. Fortaleza: S.A.A., 1979. 365 p.
- CEZAR MF, *et al.* Avaliação de parâmetros fisiológicos de ovinos Dorper, Santa Inês e seus mestiços perante condições climáticas do trópico semi-árido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, p. 614-620, 2004.
- CUNNINGHAM JG.; KLEIN, BG. **Tratado de Fisiologia Veterinária (3ª edição)**. Ed. Guanabara Koogan, São Paulo, 596p, 2004.
- IBGE. Pesquisa da Pecuária Municipal. **Tabela 3939: efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>. Acesso em: 16 out. 2020.
- INGRAM DL, MOUNT LE. **Man and Animals in Hot Environments**. Springer-Verlag, New York. 1975.
- INMET (2023), **O ano de 2023 é o mais quente da série histórica do Brasil**. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/ano-de-2023-%C3%A9-o-mais-quente-da-hist%C3%B3ria-do-brasil>. Acesso em: 17 de janeiro de 2023.
- IPCC. Sections. In: **Climate Change 2023: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023. p. 35–115. DOI: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.
- IPCC. Summary for Policymakers. In: **Climate Change 2023: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023. p. 1–34. DOI: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001.
- LEITE JRS, *et al.* Influência de fatores bioclimáticos nos índices produtivos e fisiológicos de caprinos nativos confinados. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.4, p.443-448, 2012.
- LIMA FMS, *et al.* Respostas fisiológicas e comportamento ingestivo de ovinos exóticos criados no cariri cearense. **Revista Coopex**, v.14, n.5, p.3918-3932, 2023.
- MARTINS JÚNIOR, L.M., *et al.* Adaptabilidade de caprinos boer e anglo-nubiana às condições climáticas do meio-norte do Brasil. **Archivos de zootecnia**, v.56, n.214, p.103-113, 2007.

MASCARENHAS, NMH. **Variáveis fisiológicas e estruturas de tegumento de ovinos e caprinos criados no semiárido brasileiro**. 2018. 58f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2018.

MCMANUS C, *et al.* The challenge of sheep farming in the tropics: aspects related to heat tolerance. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. Supl. Esp, p. 107-120, 2011.

MEDEIROS FF. **Adaptabilidade, desempenho produtivo e características do tegumento de ovinos Soinga e Santa Inês**. 2020. 80f. Tese (Doutorado em Ciência e Saúde Animal) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2020.

NOBRE IS, *et al.* Ingestive behavior and thermoregulation in sheep fed forage cactus silage undergoing intermittent water supply. **Semina: Ciências Agrárias**, v.39, n.4, p.1683-1694, 2018.

QUESADA M, *et al.* Tolerância ao calor de duas raças de ovinos deslanados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, (Supl 1), n. 3, p. 1021-1026, 2001.

ROBERTO JVB, *et al.* Gradientes térmicos e respostas fisiológicas de caprinos no semiárido brasileiro utilizando a termografia infravermelha. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v.2, p.11-19, 2014.

ROCHA EF, *et al.* Scrotum bipartite in sheep as a parameter indicative of adaptation to semi-arid climates: A thermographic and reproductive study. **Theriogenology**, v.121, p. 91- 96, 2018.

SANTOS FCB, *et al.* Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima semiárido do Nordeste brasileiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.1, p.142-149, 2005.

SANTOS JRS, *et al.* Respostas fisiológicas e gradientes térmicos de ovinos das Santa Inês, Morada Nova e de seus cruzamentos com a raça Dorper as condições do semi-árido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.5, p.995-1001, 2006.

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

SILVA EMN, *et al.* Avaliação da adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos no semi-árido paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.3, p.516-521, 2006.

SILVA, JAPC, *et al.* Índices de conforto térmico e respostas fisiológicas de ovinos nativos mantidos em condições contraladas. **Revista Coopex**, v.14, n.01. 1655-1674p 2023.

SOUZA BB, *et al.* Índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) na avaliação da tolerância de caprinos ao calor - Revisão integrativa, **Observatório de La Economía Latinoamericana**, v.22, n.2, p. 01-13. 2024a.

SOUZA BB, *et al.* Índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) na avaliação da tolerância de ovinos ao calor -revisão integrativa, **Observatório de La Economía Latinoamericana**, v.22, n.2, p. 01-13. 2024b.

SOUZA BB, *et al.* Respostas fisiológicas de caprinos terminados em pastagem nativa no semiárido paraibano. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v.1, n.2, p.37-43, 2013.

SOUZA BB, *et al.* Respostas fisiológicas e índice de tolerância ao calor de caprinos mestiços de boer no semiárido. **Revista Verde**, v.6, n.3, p.146-151, 2011.

SOUZA BB, *et al.* Temperatura superficial e índice de tolerância ao calor de caprinos de diferentes grupos raciais no semi-árido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.1, p.275-280, 2008.

SOUZA ED, *et al.* Determinação dos parâmetros fisiológicos e gradientes térmicos de diferentes grupos genéticos de caprinos no semi-árido. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.1, p.177-184, 2005.

SOUZA, BB, *et al.* Avaliação da temperatura timpânica para estudos bioclimáticos em ovinos deslanados. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.8, n.3, p 62-66, 2012.

SOUZA, BB, *et al.* Caprinos e ovinos adaptados aos trópicos. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v.3, n.2, p.42-50, 2015.

SOUZA, BB, *et al.* Temperatura superficial e índice de tolerância ao calor de caprinos de diferentes grupos raciais no semi-árido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.1, p.275-280, 2008.

MARTINS JÚNIOR, L.M., *et al.* Adaptabilidade de caprinos boer e anglo-nubiana às condições climáticas do meio-norte do Brasil. **Archivos de zootecnia**, v.56, n.214, p.103-113, 2007.



BIOCLIMATOLOGIA E BEM-ESTAR
ANIMAL NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Coletânea Científica – Artigos Completos –

Volume 3 – 2026

Editora Científica Semiárido Acadêmico (ECSA)

ISBN 978-65-01-80872-7 | Acesso Aberto

CAPÍTULO V

Estresse térmico na produção bovina: análise integrada de indicadores fisiológicos e ambientais

Thermal stress in bovine production: an integrated analysis of physiological and environmental indicators

Rebeca Castelo Branco Brasileiro¹; Francinaldo Nunes Pessoa Filho¹; Vinicius Pessoa Batista dos Santos¹; Luiz Henrique de Souza Rodrigues¹; Claudiney Felipe Almeida Inô²; Bernadin Fonrose³; Maria Araceli Silva de Araújo¹; Bonifácio Benicio de Souza⁴

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande, PB, Brasil.

² Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande, PB, Brasil.

³ Campus Henry Christophe de L'Université d'État d'Haïti à Limonade (CHC-UEHL), Haïti.

⁴ Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Bolsista de Produtividade do CNPq.

Autor correspondente: bonifacio.ufcg@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.65338/ecsa.v3.2026.c05>

RESUMO

A interferência climática exerce papel determinante sobre a produção bovina, configurando-se como um dos principais pilares que sustentam a produtividade e a eficiência dos sistemas pecuários. Diante das recentes e progressivas mudanças climáticas globais, torna-se cada vez mais urgente a realização de estudos aprofundados que avaliem os impactos do estresse térmico sobre o desempenho produtivo, fisiológico e reprodutivo dos bovinos, uma vez que essa atividade representa parcela significativa do Produto Interno Bruto de diversos países. O

estresse térmico compromete a homeostase animal e desencadeia uma série de respostas adaptativas, que incluem alterações comportamentais, fisiológicas e neuroendócrinas, com reflexos diretos na ingestão de alimentos e água, no metabolismo energético, na produção de leite e carne e no bem-estar animal. Nesse contexto, este artigo, desenvolvido na forma de revisão bibliográfica, aborda de maneira integrada as principais respostas dos bovinos às condições climáticas adversas, com ênfase nas respostas comportamentais, fisiológicas e neuroendócrinas, destacando a influência do estresse térmico sobre a produção de cortisol e dos hormônios da tireoide. A compreensão desses mecanismos é fundamental para subsidiar estratégias de manejo, ambiência e mitigação dos efeitos do calor, contribuindo para a sustentabilidade e a manutenção da produtividade da bovinocultura frente aos cenários climáticos atuais e futuros.

Palavras-chave: estresse térmico; bovinocultura; bioclimatologia animal; respostas fisiológicas; mudanças climáticas.

ABSTRACT

Climatic interference plays a determining role in cattle production, constituting one of the main pillars that sustain productivity and efficiency in livestock systems. In view of recent and progressive global climate changes, there is an increasing need for in-depth studies evaluating the impacts of thermal stress on the productive, physiological, and reproductive performance of cattle, since this activity represents a significant share of the Gross Domestic Product of several countries. Thermal stress compromises animal homeostasis and triggers a series of adaptive responses, including behavioral, physiological, and neuroendocrine changes, with direct effects on feed and water intake, energy metabolism, milk and meat production, and animal welfare. In this context, this article, developed as a literature review, addresses in an integrated manner the main responses of cattle to adverse climatic conditions, with emphasis on behavioral, physiological, and neuroendocrine responses, highlighting the influence of thermal stress on cortisol production and thyroid hormones. Understanding these mechanisms is essential to support management, housing, and mitigation strategies aimed at reducing heat stress effects, contributing to the sustainability and maintenance of cattle productivity under current and future climate scenarios.

Keywords: thermal stress; cattle production; animal bioclimatology; physiological responses; climate change.

INTRODUÇÃO

O IPCC concluiu uma previsão de aumento da temperatura global de 1,4 para 4,8 °C até o final deste século. Estas mudanças climáticas são capazes de causar desconforto térmico severo na produção de bovinos a nível global, destacando-se os países tropicais e subtropicais com as maiores porcentagens do gado afetado por estresse, diminuindo a sua produtividade.

A nível de classificação do conforto térmico, a zona termoneutra (ZTN) é considerada a zona térmica de maior conforto para todos os animais, onde eles usam energia mínima para manter suas temperaturas corporais centrais. Por outro lado, a temperatura crítica superior (TCS) é a temperatura na qual o gado deve usar energia para dissipar o calor corporal com o objetivo de manter sua temperatura corporal central (MISHRA [2021](#)). O gado experimenta estresse térmico quando a temperatura ambiente anula ZTN e TCS (MISHRA e PALAI [2014](#); COLLIER et al., [2019](#)).

A severidade do estresse térmico na espécie bovina é comumente estimada pelo índice de temperatura e umidade (ITU) (YADAV et al. [2021](#)). O ITU menor que 72, entre 73–77, entre 78 e 89 e mais de 90 é considerado sem estresse térmico, estresse térmico leve, estresse térmico moderado e estresse térmico severo, respectivamente (KOHLI et al., [2014](#)).

O gado se adapta ao calor exibindo diferentes respostas termorregulatórias, como respostas comportamentais, fisiológicas (as quais serão abordadas neste artigo), neuroendócrinas (onde serão abordadas a influência na produção de cortisol e dos hormônios da tireoide) e moleculares (COLLIER e GEBREMEDHIN [2015](#); MISHRA [2020](#)).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O artigo foi desenvolvido em forma de revisão de literatura, tomando como base livros, artigos e trabalhos acadêmicos anexados em plataformas digitais em sua maioria providas da plataforma Capes. Também foram utilizados artigos anexados na plataforma Scielo.

3 RESPOSTAS COMPORTAMENTAIS

3.1 Consumo de matéria seca

Geralmente, o estresse térmico reduz o consumo de matéria seca (CMS), afetando negativamente a saúde e a produção do gado (RHOADS, 2013). Beede e Collier (1986) demonstraram que um aumento da temperatura ambiente de 25 para 27 °C já é suficiente para provocar redução no CMS de bovinos leiteiros. Em condições mais severas, estudos indicam

diminuição de até 40% no consumo de matéria seca em bovinos expostos a temperaturas de 40 °C (NRC, 2007).

Estudos realizados nos EUA mostraram que a exposição de vacas a condições de estresse térmico reduziu a eficiência alimentar (conversão de alimento em leite) em 15%, reduzindo os lucros na produção (FLAMENBAU, 2021).

A redução do CMS atribuída à inibição dos núcleos arqueados (INA), núcleos paraventriculares (NPV) e área hipotalâmica lateral (AHL) em bovinos estressados pelo calor. A redução do CMS pode reduzir o metabolismo corporal, resultando em menor produção de calor em bovinos em estresse térmico devido a altas temperaturas.

Os teores de gordura do leite diminuem quando as vacas são expostas a estresse calórico classificado como “severo”. Os ácidos graxos de cadeia longa aumentam e os de cadeia curta diminuem (BERNABUCCI; CALAMARI, 1998). Uma possível explicação para os menores teores de gordura observados no leite de vacas em situações de estresse calórico seria a variação no consumo de forrageiras pelos animais. O menor consumo de volumosos provoca uma alteração na relação acetato/propionato, alterando assim a composição do leite (COOLIER, 1985). Na maioria dos casos, a proteína do leite é negativamente afetada pelo estresse calórico, com decréscimo nos teores de caseína. Os íons cálcio, fósforo e magnésio geralmente diminuem, enquanto os níveis de cloro aumentam (BERNABUCCI; CALAMARI, 1998).

3.2 Ingestão de água

A ingestão de água (IA) pode ser influenciada pela temperatura ambiente, tipos de ração, raças (genótipo), peso corporal e parâmetros fisiológicos (ARIAS e MADER, 2011). Geralmente, os bovinos tendem a beber mais água quando expostos a temperaturas ambientais mais elevadas para lidar com a condição adversa do estresse térmico (BERNABUCCI et al. 2010). A IA aumentou 75% em bovinos durante os meses de verão do que no inverno (MULLICK, 1964).

O consumo médio de água em vacas é de 24,8; 27,4; 29,2 e 31 litros para 10, 16, 22 e 28°C, respectivamente (MEDEIROS; VIEIRA, 2019).

A maior IA durante o estresse térmico pode ser devido à hiperosmolaridade plasmática resultante da perda de calor evaporativo via sudorese (177%) (MCDOWELL e WELDY 1967). Então, a hiperosmolaridade plasmática pode ser detectada pelos osmorreceptores centrais, seguida pela ativação do centro da sede hipotalâmica para tornar a IC mais alta em bovinos estressados pelo calor. O maior WI durante o estresse térmico do verão também pode ser

atribuído ao maior débito urinário (25%) e evaporação via trato respiratório (54%) (MCDOWELL e WELDY 1967).

3.3 Comportamento de deitar e de estação

O ato de deitar é considerado um comportamento ideal para averiguar a saúde, o bem-estar, a reprodução e o desempenho produtivo dos bovinos leiteiros (SOLANO et al., 2016; TULLO et al. 2019).

O maior tempo de postura deitada sugere que os bovinos são saudáveis e produtivos (FREGONESI e LEAVER 2001). A duração normal do comportamento em estação em bovinos é em torno de 9 a 14 h/dia (TULLO et al. 2019). No entanto, variáveis ambientais como temperatura ambiente, umidade relativa, radiação solar, velocidade do vento e precipitação pluviométrica afetam o comportamento de postura dos bovinos, diminuindo sua saúde e produção (TULLO et al. 2019). A postura deitada foi maior durante o início da manhã e no final da noite, enquanto a menor durante o final da tarde e à noite (OVERTON et al. 2002). Isso pode ser devido à menor intensidade do estresse térmico no início da manhã e no final da noite em comparação com o final da tarde e da noite, quando o estresse térmico intenso é maior. Animais em estresse térmico devido a altas temperaturas, passam mais tempo em estação, mesmo cansados, pois aumentam a perda de calor por evaporação e convecção.

A cada hora que a vaca está deitada, ela é capaz de produzir 1,6 quilo de leite, isso porque o fluxo de sangue que chega ao úbere da vaca deitada é maior do que na vaca em estação, propiciando maior produção de leite (EDUCA POINT, 2019).

3.4 Comportamento de busca de sombra

Geralmente, as sombras foram usadas como a principal estratégia de mitigação para diminuir os efeitos negativos do estresse térmico em bovinos durante o estresse por calor e umidade elevados (MULLER et al., 1994). Os bovinos permanecem basicamente sob sombra durante o dia e preferem pastar durante a noite para evitar os efeitos prejudiciais do estresse térmico (SHEARER et al. 1991). Normalmente, os bovinos permanecem sob a sombra em vez de deitados para evitar qualquer tipo de ganho de calor do solo quente via condução ou radiação (SCHUTZ et al. 2008). A cor da pele do gado leiteiro também influencia o comportamento de busca de sombra, já que os bovinos de cor escura preferem mais sombra do que os bovinos de cor clara (TUCKER et al. 2008).

3.5 Comportamento do cio

O stress térmico altera significativamente o comportamento do cio em todos os animais de exploração, incluindo os bovinos. A duração do estro foi de 11 h. em novilhas HF expostas a estresse térmico por calor dentro da câmara climática, 14 h durante o estresse térmico no verão e 20 h dentro de alojamento frio (GANGAWAR et al. 1965).

4 ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS

4.1 Temperatura retal

O TR tem sido aceito como o indicador mais confiável dentre todas as respostas fisiológicas apresentadas pelos bovinos contra o estresse térmico (TAYLOR et al., 2014; BHARATI et al., 2017). Geralmente, ZTN para bovinos varia entre 38 e 38,5°C e TR além de 42°C é considerado fatal (FINDLAY 1958). O gado leiteiro pode eliminar o calor corporal através da perda de calor evaporativo em temperatura ambiental elevada, mas nem sempre é possível manter a ZTN devido as altas ou baixas temperaturas extremas. Quando a temperatura retal e a frequência respiratória ultrapassam 39,5 °C, há um estresse calórico severo (BARBOSA et al., 2021).

Um estudo feito por Ferreira et. al, (2006) realocou bovinos, em número de cinco, submetidos ao conforto térmico (22°C a 70% de umidade relativa) por 12 horas e ao estresse calórico (42°C e 60% de umidade relativa) durante seis horas, logo após o período de conforto, nas estações de verão e inverno, em câmara bioclimática. Nas duas etapas, foram registradas a temperatura retal (TR), a frequência respiratória (FR) e a temperatura de superfície corporal (TSC) às 6 e 16 horas. Os animais apresentaram aumento da TR, da FR e da TSC no período de estresse calórico ($P<0,05$). O aumento da TR e FR foi mais acentuado no verão ($P<0,05$). A TSC não apresentou diferença entre as estações ($P<0,05$).

4.2 Frequência respiratória

A frequência respiratória (FR) é considerada o indicador mais sensível dentre todas as respostas fisiológicas apresentadas por bovinos sob estresse térmico (BROWN-BRANDL et al., 2003; DE ANDRADE FERRAZZA et al., 2017). A FR tende a aumentar com o aumento da temperatura ambiente e pode ser influenciada por espécie, raça, idade, sexo, condição corporal, tempo de alimentação, manejo alimentar, plano de nutrição, exposição prévia ao calor, manejo de abrigos e estratégias de resfriamento (GAUGHAN et al. 2000). Quando a frequência

respiratória ultrapassam 80 movimentos respiratórios por minuto, há um estresse calórico severo (BARBOSA et al., 2021).

A elevação da FR relatada por diferentes autores pode melhorar a perda de calor por evaporação, causando resfriamento durante o estresse térmico. Em um estudo, Spiers e colaboradores (2004) portou um aumento na FR em vacas HF após exposição ao calor no ITU entre 76,4 e 78 (88,6 ciclos/min) em comparação com ZTN no ITU entre 62,5 e 65 (59,6 ciclos/min).

4.3 Frequência cardíaca

O sistema cardiopulmonar parece ser regulado pela temperatura ambiente, umidade relativa, duração da luz do dia e estações do ano (MARAI et al., 2007). Juntamente com o TR e a FR, a frequência cardíaca (FC) também é considerada um indicador valioso para quantificar a intensidade do estresse térmico em bovinos (DAS et al. 2016). Um aumento significativo na frequência de pulso (RP) de 64 para 81 batimentos/min foi observado em vacas HF expostas ao estresse térmico a 32°C (KOUBKOVA et al. 2002). O aumento da FC durante o estresse térmico poderia ser devido à maior secreção de catecolaminas, que poderiam ativar receptores adrenérgicos nos miócitos cardíacos (JANZEKOVIC et al. 2006).

Um estudo feito por Dalcin (2013), afirmou que a FR foi o melhor indicativo do estresse térmico e seu valor crítico foi de 140mov/min para as vacas Girolando e 168 mov/min para a raça Holandesa. Vacas da raça Holandesa são mais sensíveis ao estresse térmico do que cruzas Holandês-Zebuino.

4.4 Taxa de sudorese

A sudorese leva à perda de calor evaporativo e é considerada um processo vital em bovinos para neutralizar os efeitos nocivos do estresse térmico (GEBREMEDHIN et al. 2008). Quando a temperatura ambiente anula a temperatura corporal central do animal, o gado prefere eliminar o calor corporal por evaporação, experimentando assim um melhor resfriamento (GEBREMEDHIN e WU, 2001). A perda de calor evaporativo em bovinos torna-se mais proeminente quando o ITU excede 90 (JIAN et al. 2015). A perda de calor evaporativo ocorre através de superfícies cutâneas ou respiratórias. A perda de calor evaporativa que ocorre via superfície cutânea é conhecida como evaporação cutânea ou sudorese, enquanto através da superfície respiratória é conhecida como respiração ofegante (DA SILVA e MAIA, 2011). Além disso, a sudorese contribui com cerca de 65%, enquanto a respiração ofegante contribui

com cerca de 35% da perda total de calor evaporativo em bovinos sob estresse térmico extremo (JIAN et al., 2015).

4.5 Temperatura da pele

A troca de ondas térmicas ocorre entre a pele do animal e o ambiente circundante durante o estresse térmico. A temperatura mais alta da pele (TS) durante o estresse térmico tem efeitos prejudiciais, pois impede a dissipação de calor do corpo do animal para o ambiente externo para manter a homeostase. Normalmente, a perda de calor do corpo do animal ocorre através de quatro processos como condução, convecção, radiação e evaporação. Os três primeiros processos são considerados perda de calor sensível, que depende do gradiente de temperatura entre o corpo do animal e o ambiente e ocorre eficientemente quando a temperatura ambiente está abaixo ou dentro do ZTN, enquanto a perda de calor evaporativo predomina quando a temperatura ambiente compete com ZTN (Maia et al. 2005).

5 RESPOSTAS NEUROENDÓCRINAS

Respostas neuroendócrinas são exibidas seguindo respostas comportamentais e fisiológicas para atenuar os efeitos negativos do estresse térmico. As respostas neuroendócrinas são realizadas pela alternância no padrão de secreção de vários hormônios na circulação sistêmica e executando suas funções específicas nas respectivas células-alvo ou tecidos sob estresse térmico. O estresse térmico evoca o eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HPA) e o eixo SAM produzir e liberar vários hormônios na circulação sistêmica para modular diferentes metabolismos corporais, revivendo assim a homeostase energética (SPENCER e DEAK, 2017). A ação sinérgica dos eixos HPA e SAM socorre ainda mais o gado a se adaptar aos rigores do estresse térmico (MISHRA, 2021). Esta seção enfoca as várias respostas neuroendócrinas apresentadas por diferentes raças de bovinos sob estresse térmico. Os principais hormônios neuroendócrinos responsáveis pela adaptação térmica são cortisol, catecolaminas, hormônio tireoidiano, hormônio do crescimento (GH), insulina, prolactina, aldosterona, hormônio antidiurético (ADH), leptina e hormônios reprodutivos (MISHRA, 2021).

5.1 Cortisol

O estresse térmico estimula a PVN hipotalâmica a secretar o hormônio liberador de corticotropina (CRH), que age sobre os corticotróficos da adenohipófise para secretar ACTH, que ativa ainda mais a zona fasciculada do córtex adrenal para secretar cortisol na circulação

sistêmica. Inúmeros relatos indicam elevação no nível de cortisol plasmático em bovinos estressados pelo calor. A concentração plasmática de cortisol aumentou significativamente de 2,4 para 3,9 µg/dl após 2 h, atingiu o máximo (5,4 µg/dl) após 4 h, seguido de redução gradual para o nível basal (2,4 µg/dl) após 48 h e permaneceu em platô durante o estresse térmico de longo prazo a 35°C (ALVAREZ e JOHNSON, 1973).

O aumento imediato do cortisol plasmático pode ser devido à ativação do eixo HPA, que pode ter desencadeado a secreção de cascata de hormônios como CRH (PVN hipotalâmico), ACTH (adenohipófise) e cortisol (córtex adrenal). No entanto, a redução gradual e o estágio de platô do nível de cortisol podem ser devidos à adaptação térmica durante o estresse térmico de longo prazo. Em novilhos com IC, o nível de cortisol plasmático foi gradualmente aumentado de 9,7 ng/ml (TNZ) para 11,6, 17,9 e 22,6 ng/ml em 60 min, 80 min e 110 min, respectivamente, reduzido para 16,7 ng/ml em 120 min e depois aumentado para 28,5 ng/ml em 160 min e, finalmente, reduzido para 20,3 ng/ml após 240 min de exposição ao calor a 42°C (ABILAY et al. 1975).

O aumento inicial no nível de cortisol plasmático até 110 min de exposição ao calor pode ser devido à ativação da PVN hipotalâmica, então a redução em 120 min pode ser devido à adaptação inicial ao estresse térmico agudo, então a elevação em 160 min pode ser devido à ativação recorrente de PVN hipotalâmico em resposta à 2ª fase de estresse térmico agudo seguida de queda em 240 min, que pode ser devido à adaptação à 2ª fase do estresse térmico agudo. Da mesma forma, a concentração média de cortisol plasmático foi significativamente maior em vacas leiteiras em lactação sem sombra (13,04 ng/ml) do que sob sombra (8,72 ng/ml) durante os meses de verão (ROMAN-PONCE et al. 1981). Isso pode ser devido ao fato de que vacas sem sombra podem ter experimentado mais estresse térmico, liberando mais cortisol para combater a situação.

5.2 Hormônios tireoidianos e TSH

Os hormônios tireoidianos desempenham um papel profundo na termorregulação e homeostase energética, afetando o desempenho reprodutivo e produtivo dos bovinos (MISHRA, 2021). Múltiplos estímulos ativam o eixo hipotálamo-hipófise tireoidiana (HPT) para produzir hormônio tireoidiano que altera a taxa metabólica basal, regulando a homeostase energética. O PVN hipotalâmico sintetiza o hormônio liberador de tireotrofina (TRH), que ativa as tireotróficas da adenohipófise para produzir hormônio estimulante da tireoide (TSH), que finalmente desencadeia o folículo tireoidiano para produzir T₃ e T₄ (OMIDI et al., 2015).

A glândula tireoide é altamente termossensível e influenciada pelo estresse térmico imposto pela alta temperatura ambiente (RASOOLI et al. 2004). Sabe-se que a alta temperatura aliada à alta umidade relativa do ar durante os meses de verão diminuem a atividade da glândula tireoide em bovinos (UPADHYAY, 2013). Em geral, o plasma T₃ e T₄ os níveis foram reduzidos em até 25% em vacas em lactação expostas ao estresse térmico (MAGDUB et al. 1982).

A albumina transporta os hormônios da tireóide, sendo a proteína mais abundante do plasma, 50% do total das proteínas. É sintetizada no fígado. Na desidratação ocorre aumento do nível de albumina no sangue. Quanto os níveis de albumina e ureia estiverem 8 baixos, provavelmente será deficiência de proteína na dieta, mas se os níveis de albumina estiverem baixos e uréia normal, pode ser relacionado a dano hepático. A creatinina é derivada da creatina presente no músculo. A creatina é um metabólito para armazenar energia no músculo na forma de fosfocreatina e após degrada-se em creatinina. Essa reação não é enzimática (RODRIGUES, 2006).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A influência climática configura-se como um dos principais fatores determinantes da eficiência produtiva e da sustentabilidade da bovinocultura, especialmente diante do cenário atual de aquecimento global e intensificação dos eventos climáticos extremos. O estresse térmico compromete a homeostase dos bovinos e desencadeia uma sequência complexa e integrada de respostas comportamentais, fisiológicas, neuroendócrinas e, em níveis mais profundos, moleculares, com impactos diretos sobre o consumo alimentar e hídrico, o desempenho produtivo, a reprodução e o bem-estar animal.

A análise da literatura evidencia que essas respostas não ocorrem de forma isolada, mas seguem uma hierarquia adaptativa, na qual alterações comportamentais frequentemente antecedem ou acompanham modificações fisiológicas, seguidas por ajustes neuroendócrinos responsáveis por modular o metabolismo energético e a capacidade de adaptação térmica dos animais. A compreensão dessa dinâmica é essencial para interpretar corretamente os efeitos do estresse térmico sobre a produção de leite e carne, bem como para evitar avaliações simplificadas ou fragmentadas do fenômeno.

Diante disso, torna-se evidente a necessidade de estudos cada vez mais minuciosos e integrados, capazes de avaliar o impacto do clima sobre a produção bovina a partir de múltiplos indicadores, considerando as particularidades fisiológicas da espécie, os diferentes sistemas de

produção e as condições ambientais específicas de cada região. Tal abordagem é especialmente relevante em países tropicais e subtropicais, onde a incidência de estresse térmico é mais frequente e severa.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, M. B.; JOHNSON, J. D. Exposição ao calor ambiental sobre catecolaminas e glicocorticoides plasmáticos em bovinos. **Journal of Dairy Science**, v. 56, p. 189–194, 1973.

ARIAS, R. A.; MADER, T. L. Fatores ambientais que afetam a ingestão diária de água em bovinos terminados em confinamentos. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 245–251, 2011.

BARBOSA, A. A. *et al.* **Estresse térmico em vacas leiteiras**. 1. ed. Ponta Grossa: Atena Editora, 2021. 72 p.

BEEDE, D. K.; COLLIER, R. J. Estratégias nutricionais potenciais para bovinos manejados intensivamente durante estresse térmico. **Journal of Animal Science**, v. 62, p. 543–554, 1986.

BERNABUCCI, U. *et al.* Aclimação metabólica e hormonal ao estresse térmico em ruminantes domesticados. **Animal**, v. 4, p. 1167–1183, 2010.

BROWN-BRANDL, T. M. *et al.* Respostas termorregulatórias de gado alimentador. **Journal of Thermal Biology**, v. 28, p. 149–157, 2003.

COLLIER, R. J. *et al.* Estresse térmico: fisiologia da aclimação e adaptação. **Animal Frontiers**, v. 9, p. 12–19, 2019.

COLLIER, R. J. *et al.* Influências do ambiente e sua modificação na saúde e produção de animais leiteiros. **Journal of Dairy Science**, v. 65, p. 2213–2227, 1982.

COLLIER, R. J.; GEBREMEDHIN, K. G. Biologia térmica de animais domésticos. **Annual Review of Animal Biosciences**, v. 3, p. 513–532, 2015.

DA SILVA, R. G.; MAIA, A. S. C. Resfriamento evaporativo e temperatura superficial cutânea de vacas holandesas em condições tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 1143–1147, 2011.

DE ANDRADE FERRAZZA, R. et al. Respostas termorregulatórias de vacas holandesas expostas à indução experimental de estresse térmico. **Journal of Thermal Biology**, v. 66, p. 68–80, 2017.

FINDLAY, J. D. Reações fisiológicas do gado ao estresse climático. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 17, p. 186–190, 1958.

FREGONESI, J. A.; LEAVER, J. D. Indicadores de comportamento, desempenho e saúde de bem-estar para vacas leiteiras alojadas em sistemas de palha ou cubículos. **Livestock Production Science**, v. 68, p. 205–216, 2001.

GANGAWAR, P. C.; BRANTON, C.; EVANS, D. L. Respostas reprodutivas e fisiológicas de novilhas holandesas ao controle e clima natural. **Journal of Dairy Science**, v. 48, p. 222–227, 1965.

GEBREMEDHIN, K. G. *et al.* Taxas de sudorese de vacas leiteiras e novilhas de corte em condições de calor. **Transactions of the ASABE**, v. 51, p. 2167–2178, 2008.

GEBREMEDHIN, K. G.; WU, B. Um modelo de resfriamento evaporativo da superfície úmida da pele e camada de pêlo. **Journal of Thermal Biology**, v. 26, p. 537–545, 2001.

JANZEKOVIC, M.; MURSEC, B.; JANZEKOVIC, I. Técnicas de medição da frequência cardíaca em bovinos. **Tehnicki Vjesnik**, v. 13, p. 31–37, 2006.

JIAN, W.; KE, Y.; CHENG, L. Respostas fisiológicas e lactação à perda de calor evaporativo cutâneo em *Bos indicus*, *Bos taurus* e seus mestiços. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v. 28, p. 1558–1564, 2015.

KOUBKOVA, M. *et al.* Influência da alta temperatura ambiental e do resfriamento evaporativo em alguns parâmetros fisiológicos, hematológicos e bioquímicos em vacas leiteiras de alta produção. **Journal of Animal Science**, v. 47, p. 309–318, 2002.

MAGDUB, A.; JOHNSON, H.; BELYEA, R. Efeito do calor ambiental e da fibra alimentar na fisiologia da tireoide de vacas lactantes. **Journal of Dairy Science**, v. 65, p. 2323–2331, 1982.

MAIA, A. S.; DA SILVA, R. G.; BATTISTON LOUREIRO, C. M. Perda de calor sensível e latente da superfície corporal de vacas holandesas em ambiente tropical. **International Journal of Biometeorology**, v. 50, p. 17–22, 2005.

MARAI, I. F. M. *et al.* Características fisiológicas afetadas pelo estresse térmico em ovelhas: uma revisão. **Small Ruminant Research**, v. 71, p. 1–12, 2007.

MEDEIROS; VIEIRA. Efeito da temperatura na ingestão de alimentos e água. Disponível em: <https://www.educapoint.com.br/v2/blog/pecuaria-leite/efeito-temperatura-ingestao-alimentos-agua/>. Acesso em: 2019.

MISHRA, S. R. Importância de chaperonas moleculares e microRNAs na aquisição de termotolerância em bovinos leiteiros. **Animal Biotechnology**, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/10495398.2020.1830788>.

MISHRA, S. R. Respostas termorregulatórias em búfalos ribeirinhos contra o estresse térmico: uma revisão atualizada. **Journal of Thermal Biology**, v. 102, p. 102844, 2021.

MISHRA, S. R.; PALAI, T. K. Importância do HSP70 na pecuária em nível celular. **Journal of Molecular Pathophysiology**, v. 3, p. 30–32, 2014.

MULLER, C. J. C.; BOTHA, J. A.; SMITH, W. A. Efeito da sombra em vários parâmetros de vacas Frísias em clima mediterrâneo da África do Sul. 1. Ingestão de ração e água, produção e composição do leite. **South African Journal of Animal Science**, v. 24, p. 49–55, 1994.

MULLICK, D. N. Um estudo sobre o metabolismo de nutrientes alimentares em bovinos e búfalos sob estresse climático. **Arid Zone Research**, v. 14, p. 137, 1964.

OMIDI, A.; KHEIRIE, M.; SARIR, H. Impacto da vitamina C nas concentrações do hormônio estimulador da tireoide e hormônios tireoidianos em cordeiros sob estresse térmico agudo de curto prazo. **Veterinary Science Development**, v. 5, p. 103–106, 2015.

PIRES, B. V. *et al.* Expressão diferencial de genes de proteínas de choque térmico associadas ao estresse térmico em bovinos de corte Nelore e Caracu. **Livestock Science**, v. 230, p. 103839, 2019.

RHOADS, M. L. *et al.* Efeitos do estresse térmico e do plano de nutrição em vacas Holandesas em lactação: I. Produção, metabolismo e aspectos da somatotropina circulante. **Journal of Dairy Science**, v. 92, p. 1986–1997, 2009.

RIEDEL, W.; LAYKA, H.; NEECK, G. Padrão secretor de GH, TSH, hormônios tireoidianos, ACTH, cortisol, FSH e LH em pacientes com síndrome de fibromialgia após injeção sistêmica de hormônios liberadores hipotalâmicos. **Zeitschrift für Rheumatologie**, v. 57, p. 81–87, 1998.

RODRIGUES, E. Conforto térmico das construções. 3. Fisiologia da homeotermia. Disponível em: <http://www.ufrrj.br/institutos/it/dau/profs/edmund/Cap%EDtulo3-Homeotermia.pdf>. Acesso em: ago. 2006.

ROMAN-PONCE, H.; THATCHER, W. W.; WILCOX, C. J. Inter-relações hormonais e respostas fisiológicas de vacas leiteiras em lactação ao sistema de manejo de sombra em ambiente subtropical. **Theriogenology**, v. 16, p. 139–154, 1981.

SABER, A. P. R. *et al.* O efeito da temperatura ambiente na concentração de hormônios tireoidianos e alterações histopatológicas da glândula tireoide em bovinos em Tabriz, Irã. **Asian Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 4, p. 28–33, 2009.

SAHU, S.; MISHRA, S. R.; KUNDU, A. K. Impacto do estresse térmico na dinâmica de expressão de HSP60 em células de fibroblastos cardíacos de cabra. **Animal Biotechnology**, v. 28, p. 1–7, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/10495398.2019.1696353>.

SALLES, A. Y. F. L. *et al.* Hormônios de crescimento e reprodução de ruminantes submetidos ao estresse térmico. **Journal of Animal Behavior and Biometeorology**, v. 5, p. 7–12, 2017.

SCHÜTZ, K. E.; COX, N. R.; MATTHEWS, L. R. Qual a importância da sombra para o gado leiteiro? Escolha entre sombra ou deitar sob diferentes níveis de privação. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 114, p. 307–318, 2008.

SEJRSEN, K. *et al.* Efeito do plano de nutrição na prolactina e insulina sérica em novilhas pré e pós-púberes. **Journal of Dairy Science**, v. 53, p. 326–327, 1980.

SHANDILYA, U. K. *et al.* O estresse térmico modula a resposta diferencial em células fibroblásticas da pele de bovinos nativos (*Bos indicus*) e búfalos ribeirinhos (*Bubalus bubalis*). **Bioscience Reports**, v. 40, p. BSR20191544, 2020.

SHEARER, J. K. *et al.* Modificações ambientais para reduzir o estresse térmico em gado leiteiro. **Agri-Practice**, v. 12, p. 7–18, 1991.

SINGH, S. V. *et al.* Leptina como hormônio homeostático metabólico e energético em animais leiteiros: uma revisão. **Indian Journal of Animal Nutrition**, v. 29, p. 109–116, 2012.

SOLANO, L. *et al.* Associações entre comportamento deitado e claudicação em vacas Holandesas canadenses alojadas em sistemas *freestall*. **Journal of Dairy Science**, v. 99, p. 2086–2101, 2016.

SPENCER, R. L.; DEAK, T. Um guia do usuário para pesquisa, fisiologia e comportamento do eixo HPA. **Physiology & Behavior**, v. 178, p. 43–65, 2017.

TAYLOR, N. A.; TIPTON, M. J.; KENNY, G. P. Considerações para a medição das temperaturas central, da pele e corporal média. **Journal of Thermal Biology**, v. 46, p. 72–101, 2014.

TUCKER, C. B.; ROGERS, A. R.; SCHÜTZ, K. E. Efeito da radiação solar no comportamento do gado leiteiro, uso de sombra e temperatura corporal em sistemas baseados em pastagem. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 109, p. 141–154, 2008.

TULLO, E. *et al.* Efeitos das condições climáticas no comportamento deitado de um grupo de vacas leiteiras primíparas. **Animals**, v. 9, p. 869, 2019.



BIOCLIMATOLOGIA E BEM-ESTAR
ANIMAL NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Coletânea Científica – Artigos Completos –
Volume 3 – 2026

Editora Científica Semiárido Acadêmico (ECSA)

ISBN 978-65-01-80872-7 | Acesso Aberto

CAPÍTULO VI

A promoção do bem-estar animal e seus impactos financeiros na produção de bovinos

Animal welfare promotion and its financial impacts on cattle production

Rebeca Castelo Branco Brasileiro¹; Bonifácio Benício de Souza²; Andréa Castelo Branco Brasileiro³

¹ Médica Veterinária, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Patos, PB, Brasil.

² Professor Titular, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Patos, PB, Brasil.

³ Pesquisadora, Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). Doutora em Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo (USP), Brasil.

Autora correspondente: medvet.rebecacastelo@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.65338/ecsa.v3.2026.c06>

RESUMO

A ciência do bem-estar animal está relacionada com o atendimento das necessidades fisiológicas, psicológicas, sociais e ambientais de um animal. Isso é capaz de contribuir com a qualidade dos produtos bovinos, além de atender à exigência do mercado consumidor que busca cada vez mais o consumo de derivados animais provindos do manejo ético, o que justifica o estudo e a difusão da ciência do bem-estar animal. Com o objetivo de compreender como a promoção do bem-estar animal impacta nos rendimentos financeiros do produtor, realizou-se pesquisa bibliográfica em bases de dados científicos, utilizando-se das palavras-chave: “bem-estar animal”, “bem-estar animal na lucratividade” e “produção de bovinos”. Através desse estudo, pode-se concluir que: a) a promoção do bem-estar animal se apresenta como uma

vantagem econômica competitiva capaz de aumentar a lucratividade da produção, já que agrega valor ao produto diferenciando-o dos demais; e b) a adoção de práticas de bem-estar animal por parte dos produtores não é amplamente utilizada devido a sua complexidade, a falta de poder aquisitivo para investir ou a burocracia enfrentada por eles para a aquisição de investimentos fornecidos pelo governo.

Palavras-chave: bem-estar; produção bovina; lucratividade.

ABSTRACT

The science of animal welfare is concerned with meeting the physiological, psychological, social and environmental needs of an animal. This is able to contribute to the quality of cattle products, in addition to meeting the demands of the consumer market that increasingly seeks the consumption of animal derivatives from ethical management, which justifies the study and dissemination of the science of animal welfare. With the aim of understanding how the promotion of animal welfare impacts the producer's financial income, bibliographical research was carried out in scientific databases, using the keywords: “animal welfare”, “animal welfare in profitability” and “cattle production”. Through this study, it can be concluded that: a) the promotion of animal welfare presents itself as a competitive economic advantage capable of increasing the profitability of production, as it adds value to the product, differentiating it from others; and b) the adoption of animal welfare practices by producers is not widely used due to their complexity, the lack of purchasing power to invest or the bureaucracy they face when acquiring investments provided by the government.

Keywords: well-being; cattle production; profitability.

INTRODUÇÃO

A ciência do bem-estar animal tem como principal característica a interdisciplinaridade dos estudos que envolvem a assimilação e a consideração das necessidades basais dos animais com o objetivo de identificar e por em prática o correto manejo destes (KEELING *et al.*, 2011). Estes estudos estabelecem o nível em que as necessidades, fisiológicas, comportamentais, sociais, psicológicas e ambientais de um animal são satisfatórias. Avaliando e melhorando a condição de vida de um animal ou de um grupo animal de diferentes espécies, em qualquer

situação, contribuindo na preparação e implantação de normas que busquem melhores condições na utilização de animais (CONCEA, 2018).

A cada dia cresce a preocupação do consumidor com a forma como os animais são criados, transportados e abatidos, pressionado a indústria ao desafio de um novo paradigma: proporcionar um manejo cuidadoso, respeitando a capacidade de sentir dos animais (senciência), melhorando não só a qualidade intrínseca dos produtos de origem animal, mas também a qualidade ética (LUDTKE *et al.*, 2012). Diante disto, o bem-estar animal na produção pode ter relevante impacto dentro das políticas de consumo interno e externo de um país (FRASER, 2019), o que justifica seu estudo e difusão.

Entretanto, de modo geral, o investimento em bem-estar animal, segundo as recomendações do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), da Organização Mundial da Saúde Animal (OIE do inglês) e para além do exigido pela legislação, só se justificaria, a partir de uma perspectiva econômica, se trouxesse aumento nos resultados financeiros do produtor. Logo, pergunta-se: como a promoção do bem-estar animal impacta nos rendimentos financeiros do produtor? A que nível o consumidor está exigente quanto ao consumo de produtos animais derivado do manejo ético? Por que o produtor tem dificuldade para a aplicação do bem-estar na produção?

O presente trabalho tem por objetivo, a partir de uma revisão bibliográfica e análise de dados secundários, responder aos questionamentos supracitados. Tendo por hipótese que a promoção de bem-estar animal gera impactos positivos ao aumentar a lucratividade da atividade de produção bovina de, pelo menos, três formas: a) garante ao produtor um produto diferenciado (que respeita o bem-estar animal e de melhor qualidade), trazendo, assim, vantagem competitiva e possibilitando cobrar preços mais elevados; b) pela divulgação por parte dos fornecedores de produtos de origem animal derivados de manejo ético que atrairá maior quantidade de consumidores e c) pela redução de custos do produtor com tratamentos de doenças.

Para testar essas hipóteses, a presente pesquisa limitou-se às atividades de produção bovina. A escolha se justifica devido a esta ser a espécie de maior produção mundial e ao fato do Brasil ser um de seus maiores exportadores (EMBRAPA, 2023). Ao identificarmos o seu predomínio na produção desses animais e a sua contribuição para a economia de um país, fazem necessários estudos que minimizem o gasto na produção e ao mesmo tempo aumente a sua produtividade, gerando maiores lucros e menores prejuízos.

O artigo divide-se em quatro seções: esta introdução, que inclui a fundamentação teórica; seguida da metodologia; resultados e discussões, divididos em cinco subseções; e, por fim, as considerações finais.

2 BEM-ESTAR ANIMAL

Segundo Mellor *et al.* (2009), bem-estar animal é um estado próprio do animal em um dado momento, representado pela somatória de todas as experiências emocionais ou afetivas vivenciadas por ele a partir de fatores internos e externos aos quais está sujeito. Para Broom e Johnson (2000), bem-estar animal é o estado físico e psicológico de um indivíduo em relação às suas tentativas de se adaptar ao meio em que vive. A maioria das definições englobam conceitos de bem-estar físico, mental e natural (CALDERÓN; GARCIA, 2015) Figura 1.

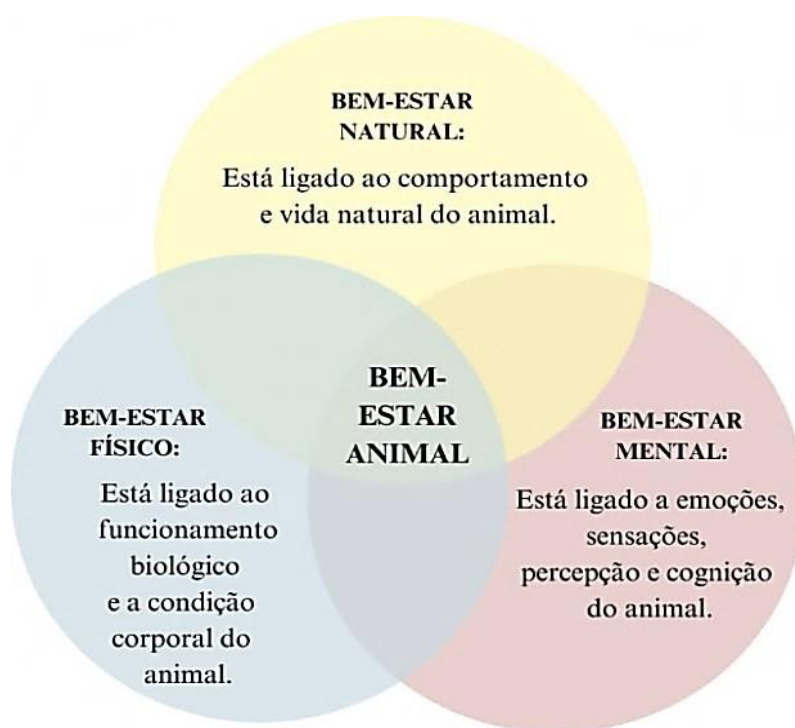


Figura 1- Divisão explicativa do conceito de bem-estar animal

Fonte: adaptado de Calderón, et al., (2015)

O bem-estar físico relaciona-se com o estado do corpo animal, mostrando-nos os cuidados dispensados a ele, interferindo na forma que se expressa o funcionamento biológico, podendo refletir doenças, o escore corporal e o nível de conforto físico. Ambientes insalubres,

pequenos e com déficit de enriquecimento ambiental podem afetar o bem-estar físico (MCMILLAN, 2005).

O bem-estar natural está relacionado diretamente com o nível de oportunidade que o animal tem de expressar seu comportamento natural. Podemos atribuir este conforto de acordo com o extinto biológico, ou seja, existe uma ligação direta com a sua vida natural. (BROOM; FRASER, 2007).

O bem-estar mental, por sua vez, relaciona-se com a saúde psicológica, que interfere na capacidade cognitiva, na sua consciência, ou seja, em todos os processos mentais. Os sentimentos (senciência), especificamente as emoções negativas, como o sofrimento (desprazer ou desagradabilidade) medo, angústia, tristeza, aflição, irritação e até mesmo o tédio afetam a saúde mental de um animal (DUNCAN; DAWKINS, 1983). Este bem-estar é prejudicado também quando existem alterações negativas cognitivas como a não solução de problemas, dificuldade de memorizar e aprender, a falta de construção de conceitos, distorções de expectativas, de intenções e de tomadas de decisões (CALDERÓN; GARCIA, 2015).

Com o intuito de inspecionar e observar, foi criado o conceito das “Cinco Liberdades”, onde é possível avaliar de forma qualitativa os aspectos físicos, mentais e naturais do bem-estar (FAWC, 2009), Figura 2.

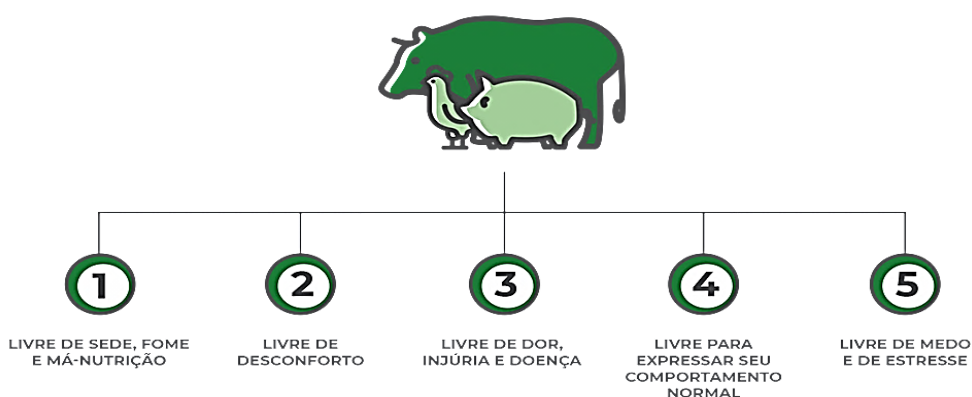


Figura 2- Cinco Liberdades dos Animais

Fonte: JBS, (2023)

A importância do bem-estar animal é um ponto crucial para o bom desempenho da atividade de produção animal, pois, o mercado consumidor busca além de garantir a segurança alimentar, alimentos com qualidade que está relacionado ao consumo com princípios éticos (FRASER, 2019). Portanto, bem-estar animal deixa de ser uma preocupação exclusivamente interna, devido ao mercado de exportação, pois, como acontece na Europa, alguns países estão

condicionando a compra de produtos de origem animal à certificação de bem-estar dos animais de produção de qualquer país de origem (DAWKINS, 2017).

A importância do bem-estar animal é um ponto crucial para o bom desempenho da atividade de produção animal, pois, o mercado consumidor busca além de garantir a segurança alimentar, alimentos com qualidade que está relacionado ao consumo com princípios éticos (FRASER, 2019). Portanto, bem-estar animal deixa de ser uma preocupação exclusivamente interna, devido ao mercado de exportação, pois, como acontece na Europa, alguns países estão condicionando a compra de produtos de origem animal à certificação de bem-estar dos animais de produção de qualquer país de origem (DAWKINS, 2017).

3 LEGISLAÇÕES E RECOMENDAÇÕES NO BRASIL

Através do Decreto nº 24.645 de julho de 1934 obtivemos no Brasil o início da legislação do bem-estar animal, este decreto foi o “pivô” para as demais medidas de proteções animais posteriores. A Constituição Federal Brasileira de 1988, no seu artigo nº 225, dá a competência para o poder público proteger a flora e a fauna, incluindo assim, a proibição de atividades que causam maus-tratos aos animais (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA, 2023).

A Coordenação de Boas Práticas e Bem-estar Animal é uma entidade responsável pelo desenvolvimento e o conhecimento técnico sobre o bem-estar animal, afim de promover o aprimoramento das leis do Brasil em conjunto com as demais unidades do Ministério da Agricultura (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA, 2023). Estão citados no “Anexo A” alguns dos artigos pertencentes ao Decreto nº 24.645 de julho de 1934, onde possui o significado de maus-tratos perante a lei, assim como a multa aplicada para esta ação.

Além de apontar os artigos descritos no “Anexo A”, O MAPA apoia recomendações preconizadas pela Organização Mundial de Saúde Animal (OIE) (MAPA 2008), esta é uma entidade intergovernamental de autoridade global em saúde animal, que tem como objetivo a divulgação de informações sobre doenças animais, melhorando a saúde animal a nível mundial. Juntos, esta organização e os seus membros de todo o planeta coordenam a resposta global às emergências de saúde animal, a prevenção de doenças zoonóticas, a promoção da saúde e do bem-estar animal e um melhor acesso aos cuidados de saúde animal (OIE, 2022). O MAPA valoriza as recomendações da OIE e possui sua própria legislação (MAPA, 2008).

Considerando as recomendações da OIE, em tradução livre da Sessão 7, Capítulo 7.1 do Código Terrestre de Saúde Animal de 2017, a Coordenação de Boas Práticas Animais do MAPA fez um apanhado com os principais pontos para se promover uma melhor relação entre homem e animal, afim de ressaltar o bem-estar, com título: Princípios Gerais para o Bem-estar dos Animais em Sistemas de Produção, presentes no boletim informativo por nome: Introdução às Recomendações para Bem-Estar Animal (CBPA, 2018). Nela está contido o Artigo 7.1.4, citado no “Anexo B”.

Quando se pesquisa sobre legislação, juntamente com bem-estar animal na produção de bovinos, logo vemos diversos arquivos sobre o abate humanitário. O Diário oficial da União em 23 de julho de 2021, na edição 138 da seção 1- Extra A, pertencentes a secretaria de Defesa Agropecuária do MAPA, publicou a Portaria número 365, de 16 de julho de 2021, onde existiu a aprovação de um Regulamento Técnico para o manejo de abate (PORTARIA Nº 365, 2021), citados no “Anexo C” trechos deste. Esta portaria ainda alerta aos produtores sobre as consequências do descumprimento de seu regulamento (descrito abaixo): Art. 55. O descumprimento do disposto nesta Portaria será apurado em processo administrativo próprio pelo serviço oficial de inspeção responsável pela fiscalização do estabelecimento e sujeita os responsáveis às sanções administrativas previstas na legislação, sem prejuízo das sanções de natureza cível ou penal cabíveis.

4 METODOLOGIA

Para a realização do presente trabalho, foram utilizados artigos científicos e livros obtidos através da pesquisa em diferentes bases de dados (Google Acadêmico, portal de Periódicos Capes e Scielo).

Para a busca, foram inseridas as palavras-chave: “bem-estar animal”, “bem-estar animal na lucratividade” e “produção de bovinos”. Foram encontrados sessenta materiais (artigos e livros). Após a leitura dos resumos desses, foram selecionados quarenta artigos para leitura na íntegra.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 O BEM-ESTAR ANIMAL E A MELHORA DO PRODUTO FINAL

O abate de bovinos tem sido praticado há décadas, porém, o estudo científico nesta área apenas tornou-se considerável quando se percebeu a sua importância na qualidade da carne (SOBRAL *et al.*, 2015). O estresse tem sido um dos principais mecanismos de avaliação do bem-estar animal, sendo definido como as reações em que o organismo do animal apresenta às forças prejudiciais que se manifestam por alterações comportamentais (associadas ao sistema nervoso autônomo), neuroendócrinas e adrenocorticais (MAFFEI, 2009). Animais estressados exibem um aumento da temperatura corporal levando a um aumento da frequência respiratória, e com uma rápida diminuição do pH muscular devido à glicólise ocorre desnaturação proteica e um rápido estabelecimento do rigor mortis, a combinação desses acontecimentos altera a conversão normal do músculo em carne que compromete a qualidade deste produto (LUCHIARI FILHO, 2000).

Para que a carne seja de alta qualidade, várias etapas do abate de bovinos devem ser controladas para cumprir as medidas de proteção animal como: transporte para o matadouro, curral de espera, atordoamento e sangria. Quando esses processos são mal executados, a reservas glicosídicas desses animais caem em virtude do estresse excessivo, ocasionando defeitos de origem tecnológica, como carnes PFE: pálida, flácida e exsudativa, e SFE: seca, firme e escura (PAZ, 2009).

Garcia (2009) relatou que práticas mais racionais na rotina além de reduzirem o estresse, melhoram a produtividade. Por outro lado, quando o animal passa por adversidades, ocorre diminuição da produção de leite ou do ganho de peso. Quanto mais amigável for a relação entre o ser humano e o animal, melhor para ambos. Quando há adoecimentos com frequência é sinal de erros de manejo sanitário. No caso das vacas leiteiras, por exemplo, a higiene precária na ordenha causa mastite, gera acidez e favorece a presença de microrganismos no leite, reduzindo a qualidade do produto e aumentando seu descarte.

5.2 PERCEPÇÃO DO CONSUMIDOR SOBRE BEM-ESTAR ANIMAL NA PRODUÇÃO

O avanço na ciência do bem-estar animal aumentou o senso crítico da necessidade da prevenção do sofrimento animal, incluindo o olhar atento do consumidor às boas práticas de produção e a preservação ambiental, desta forma, o bem estar animal agregou valor ao produto, favorecendo a produtividade (BRAGA *et al.*, 2018). Portanto, bem-estar animal deixa de ser uma preocupação interna devido ao mercado de exportação, como acontece na Europa, onde na

compra de produtos de origem animal é exigida certificação de bem-estar dos animais de produção de qualquer país de origem (DAWKINS, 2017).

Para Losada-Espinosa *et al.* (2018), o bem-estar animal transcorre a economia mundial ou as novas tendências do mercado sustentável e ou “verde”. Todavia, uma amplitude científica, se faz necessária para o crescimento e desenvolvimento da pecuária e de suas atividades. Neste contexto, a atividade agropecuária trabalha em função da produção e economia, sob uma perspectiva de criação, produção e reprodução (PORCHER, 2004). Dentro destas perspectivas de produção, o bem-estar animal proporciona maior lucratividade, pois, surge o perfil de consumidor ético, que deseja comprar alimentos de origem animal derivados de animais que estiveram em condições de bem-estar durante seu ciclo de vida até o abate.

Uma pesquisa feita por Queiroz *et al.* (2014), estudou a percepção dos consumidores sobre o bem-estar dos animais de produção em Fortaleza, Ceará. Os resultados mostraram que a maioria dos consumidores não possui conhecimento suficiente sobre as questões relacionadas ao bem-estar dos animais, porém acreditam que uma criação diferenciada pode resultar em melhorias no produto final. Estes consumidores estão dispostos a pagar mais por produtos de qualidade superior e estão interessados em produtos com certificação que garanta sua qualidade.

Já em outro estudo por nome “Consumo às cegas – Percepção do Consumidor sobre Bem-estar Animal”, produzido pela Ipsos Public Affairs (WORLD ANIMAL PROTECTION, 2016) em quatro países, incluído o Brasil, mostrou que apesar dos brasileiros concordarem sobre a importância do bem-estar animal, este fator não é determinante no momento de escolher o produto, assim como também foi percebido que esses entrevistados não possuem informações suficientes sobre o tema. Observou-se neste estudo que o bem-estar ocupa a 6ª posição entre as preferências dos brasileiros no momento da compra, sendo antecedido pelos critérios de qualidade (1ª), preço (2ª) e aparência (3ª) da carne.

Os resultados do estudo acima que mostra a colocação do bem-estar animal como últimos dos critérios para escolha do produto fez-nos pensar na possibilidade de isto está relacionado ao baixo marketing deste atributo encontrado em nossas pesquisas. Uma hipótese que pode ser mais estudada posteriormente.

O Instituto de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração (COPPEAD) da UFRJ entre 2010 e 2012, também analisou o posicionamento de consumidores brasileiros a respeito do bem-estar na produção de animais para consumo (PERIN, 2012). Foi observado que a maioria dos consumidores não tinham conhecimento sobre os padrões de manejo dos animais de produção, 70% consideraram importante um selo que garanta o bem-estar animal e 40%

afirmaram que informações sobre o sofrimento dos animais afetariam sua propensão ao consumo de carne. A mudança de opiniões ocorreu após serem expostas aos entrevistados imagens de maus-tratos em ambientes de produção, os mesmos mostraram-se propensos a pagar valores acima dos ditos anteriormente por eles para produtos com selo de bem-estar animal (PERIN, 2012).

5.3 O BEM-ESTAR NA PRODUÇÃO E O IMPACTO FINANCEIRO

O principal atributo financeiro que atrai os produtores para o uso do bem-estar animal atualmente é a demanda do mercado consumidor que vem se tornando cada vez mais exigente quanto ao consumo ético dos produtos bovinos, ainda que um correto manejo por si só traga melhor qualidade do produto final e aumente a produtividade animal (FRASER, 2019).

O manejo ético tem considerável impacto na prevenção da doença respiratória bovina (DRB). A DRB causa altas taxas de mortalidade em bovinos leiteiros e bezerros, sendo considerada a principal causa de morte em bovinos confinados nos EUA (USDA, 2015). Em um estudo realizado no Brasil durante dois anos demonstrou as taxas e estimativas de perdas pela DRB nos confinamentos de bovinos de corte. A DRB teve uma mortalidade de 0,21% (397/188.862) e morbidade de 6,13% (11.577/188.862), as perdas econômicas associadas à DRB foram significativas, sendo US\$ 14.334,00 para mortalidade e US\$ 16.315,40 para morbidade a cada 10.000 bovinos e as perdas econômicas anuais foram estimadas em US\$ 5,54 milhões para mortalidade e US\$ 6,31 milhões para morbidade, totalizando uma perda anual de US\$ 11,85 milhões (BAPTISTA *et al.*, 2017). Em outro estudo, o desempenho de 5.976 bovinos de confinamento foi avaliado, encontrado uma incidência de DRB de 8,17%, na qual, houve efeitos significativos na redução no rendimento da carcaça, na taxa de ganho de peso diário, e no escore de marmoreio da carne, assim como, os efeitos colaterais sobre os índices produtivos aumentaram à medida que o número de bovinos tratados para DRB aumentava (SCHNEIDER *et al.*, 2009).

Segundo Everton Adriano Andrade, coordenador de bem-estar animal da JBS Carnes, quando se fala sobre o lado do produtor, o conhecimento de que “tratar bem os animais é lucrativo” vem aumentando. Além das exigências do mercado internacional, fator importante para haver maior aplicação do bem-estar animal na produção, o produtor brasileiro têm obtido ganhos em relação à qualidade da carne, evitando por exemplo, hematomas nos animais,

sabendo que este defeito da carne num bovino de corte pode resultar em cerca de 500 gramas de produto descartado. As contusões nos cortes também diminui a atratividade da carne por parte dos consumidores (BARBOZA, 2021).

No Brasil há poucos selos unicamente dedicados ao bem-estar animal nos produtos das prateleiras dos supermercados (BARBOZA, 2021). Quando se fala em frangos e ovos, apenas as empresas Sadia® e Korin® possuem selo internacional de bem estar animal, o *Certified Humane*®. É importante destacar que o produto certificado é três vezes mais caro e ainda assim, a Korin® teve crescimento médio em vendas acima de 20% nos últimos anos. O diretor industrial dessa empresa, Luiz Carlos Demaitê Filho, em entrevista a site especializado, afirmou que “o bem-estar animal é bom para todos, inclusive para a lucratividade do negócio” (BARBOZA, 2021).

5.4 DIFICULDADES ENCONTRADAS PELOS PRODUTORES PARA APLICAÇÃO DO BEM-ESTAR ANIMAL NA PRODUÇÃO

As práticas que acarretam maiores custos ao produtor são a adequação da infraestrutura do estabelecimento e a aquisição de equipamentos. Por isso, com o objetivo de estimular a cultura da produtividade, o governo fornece através do Programa INOVAGRO, linhas de crédito para financiar as inovações nas propriedades rurais (BARBOZA, 2021).

Quando se fala em bem-estar animal, o produtor precisa adequar, construir instalações e adquirir máquinas e equipamentos, para facilitar essas ações, ele poderá através do Programa mencionado acima, adquirir empréstimos a taxas de juros de até 6% ao ano. Porém, muitos produtores relatam dificuldades burocráticas para a contratação deste financiamento, mesmo o Brasil obtendo o apoio ao produtor (PSE – percentagem da renda do agricultor que advém de medidas de apoio) bem abaixo de muitos países desenvolvidos (BARBOZA, 2021).

5.5 BEM-ESTAR ANIMAL PARA ALÉM DA LEGISLAÇÃO

5.5.1 Massagem como Método Alternativo para o Bem-estar Animal

Interações com humanos que geram estresses aos animais é capaz de promover significativo impacto negativo na produtividade do gado (WAIBLINGER *et al.*, 2006), resultando em sentimento de medo, podendo provocar mudanças no organismo animal e agressões de vacas contra tratadores (LINDAHL *et al.*, 2016). Tendo em vista esses atributos

negativos a existência de um bom relacionamento com humanos, resulta em benefícios para a saúde física e mental dos animais.

Uma forma de promover um contato harmonioso é desenvolvendo métodos de massagem destinados aos animais. Esta técnica possui ação psicológica, capaz de reduzir a ansiedade e aumentar o relaxamento (SHARP, 2012).

Um exemplo desta técnica é a massagem *Stroking* que consiste em a mão tocar o animal indo na direção pescoço-cauda e membros, com uma pressão gentil, mas firme, onde o objetivo é relaxamento, redução da tensão e do tônus muscular, visando principalmente acalmar o animal em um contexto estressante (CAMPANATI, 2012).

5.5.2 A Música como Método Alternativo para o Bem-Estar Animal

Um estudo feito por Machado (2016) analisou a influência da música em sala de ordenha e a produtividade leiteira de vacas da raça Holandês. A incidência da música afetou significativamente a produção de leite verificando-se um acréscimo da sua produção. Veja no gráfico a seguir a produção média de leite diário durante 20 dias para vacas que ouviram a música instrumental brasileira “Odeon” (composta por Ernesto Nazareth) no período da ordenha (77 DEL), onde produziram maiores quantidades de leite, comparado as vacas que não ouviram a música (121 DEL):

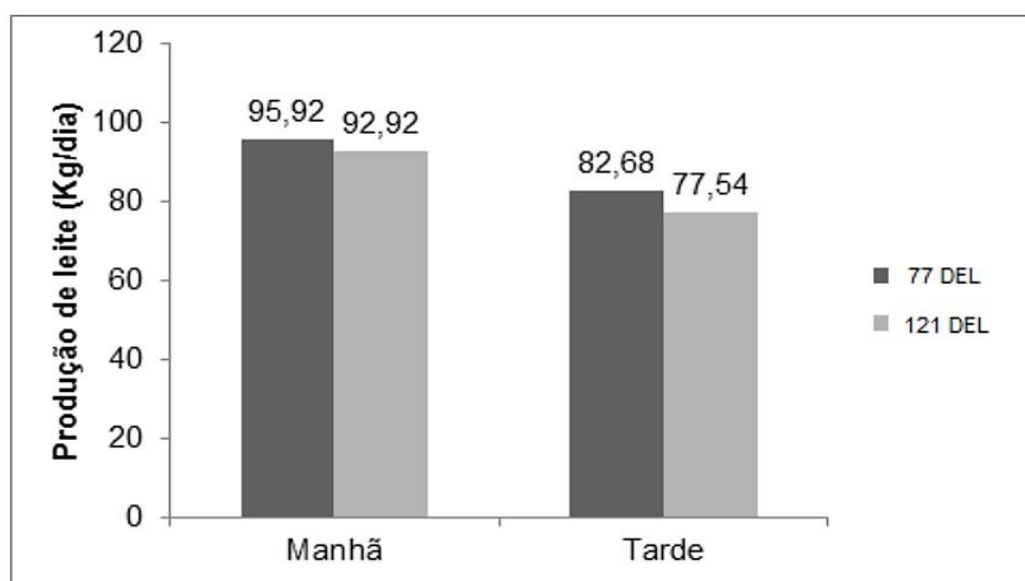


Gráfico 1. Produção de leite de vacas expostas e não expostas a música
Fonte: MACHADO (2016)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a pesquisa para confecção do artigo, foi notória a escassez de conteúdos recentes, dentre os últimos cinco anos. Assim como houve conteúdos semelhantes em mais de 30 fontes bibliográficas, dificultando o enriquecimento buscado por parte dos autores para este artigo de revisão de literatura.

Ao longo dos anos percebe-se que a indústria de abate de bovinos vem evoluindo juntamente com a ciência do bem-estar animal, sendo atualizada com o surgimento de novas legislações. Porém, ainda que se perceba importância da aplicação do bem-estar animal para a qualidade final dos produtos bovinos e a proteção humanitária desses animais, faz-se necessário o estudo desta ciência de forma ainda mais rigorosa por parte dos pesquisadores devido à complexidade e possíveis dificuldades dos manejos necessários que podem afetar assim, a lucratividade da produção.

Percebeu-se também a necessidade da propagação mais efetiva da ciência do bem-estar animal por parte das entidades governamentais que protegem o direito dos animais, assim como, se faz necessário o trabalho conjunto de Médicos Veterinários e Economistas, pois, para o alcance do desenvolvimento e aplicação da ciência do bem-estar animal, as ciências disciplinares trabalhando isoladamente, não serão suficientes.

REFERÊNCIAS

BAPTISTA, A. L.; REZENDE, A. L.; FONSECA, P. A.; MASSI, R. P. et al. Bovine respiratory disease complex associated mortality and morbidity rates in feedlot cattle from Southeastern Brazil. **Journal of Infection in Developing Countries**, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.3855/jidc.9296>. Acesso em: 1 ago. 2023.

BARBOZA, P. A. **O tratamento do bem-estar animal na política externa brasileira: da preocupação social à necessidade econômica**. Brasília: Fundação Alexandre de Gusmão (FUNAG), 2021.
Disponível em: https://funag.gov.br/biblioteca-nova/produto/1-361tratamento_do_bem_estar_animal_na_pol%C3%ADtica_externa_brasileira_de_preocupa%C3%A7%C3%A3o_social_a_necessidade_economica.
Acesso em: 9 ago. 2023.

BRAGA, J. S.; MACITELLI, F.; LIMA, V. A.; DIESEL, T. O modelo dos “Cinco Domínios” do bem-estar animal aplicado em sistemas intensivos de produção de bovinos, suínos e aves. **Revista Brasileira de Zootecias**, 2018.

Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/zoociencias/article/view/24771/13913>. Acesso em: 1 ago. 2023.

BRAGA, J. S.; MACITELLI, F.; LIMA, V. A.; DIESEL, T. O modelo dos “Cinco Domínios” do bem-estar animal aplicado em sistemas intensivos de produção de bovinos, suínos e aves. **Revista Brasileira de Zoociências**, 2018.

Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/zoociencias/article/view/24771/13913>. Acesso em: 1 ago. 2023.

BROOM, D.M.; FRASER, A. **Domestic Animal Behavior and Welfare**. 4 ed. UK: CABI International. 2007.

BROOM, D. M.; JOHNSON, K. G. **Stress and animal welfare**. Dordrecht: Springer, 2000. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/289768320_Stress_and_Animal_Welfare.

Acesso em: 2 ago. 2023.

CALDERÓN, M. N. A.; GARCIA, R. C. M. Bem-estar animal. In: JERICÓ, M. M.; ANDRADE NETO, J. P.; KOGIKA, M. M. (eds.). **Tratado de medicina interna de cães e gatos**. Seção C: Comportamento e Direito Animal. v. 2, p. 2282–2287. São Paulo: Roca, 2015.

CAMPANATI, C. **Massagem para cães e gatos**. 1. ed. São Paulo: MedVet, 2012. 182p.

CBPA. **Introdução às Recomendações para Bem-Estar Animal**, 7 ago 2018. Disponível em: <boletim informativo por nome: Introdução às Recomendações para Bem-Estar Animal>. Acesso em 15 set 2023.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUÇÃO ANIMAL (CBPA). **Introdução às recomendações para bem-estar animal**. Boletim informativo. Brasília, 7 ago. 2018.

Disponível em: <https://www.cbpa.org.br>. Acesso em: 15 set. 2023.

CONSELHO NACIONAL DE CONTROLE DE EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL (CONCEA). **Anexo de orientação técnica nº 12**. Brasília, 2018.

Disponível em: <https://www.ceua.ufv.br/wp-content/uploads/2018/05/ORIENTACAO-TECNICAN%C2%BA-12.pdf>.

Acesso em: 23 ago. 2023.

DAWKINS, M. S. **Animal Welfare and Efficient Farming: is Conflict Inevitable?** 2017.

Disponível em: < <https://www.publish.csiro.au/AN/pdf/AN15383>>. Acesso em: 13 ago. 2023.

DUNCAN, I. J. H.; DAWKINS, M. S. The problem of assessing “well-being” and “suffering” in farm animals. In: SMIDT, D. (ed.). **Indicators relevant to farm animal welfare**. Dordrecht: Springer, 1983. p. 13–24.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Gado de leite:** importância econômica. Brasília, s.d. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteCerrado/importancia.html>. Acesso em: 1 out. 2023.

FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL (FAWC). **Farm animal welfare in Great Britain:** past, present and future. London, 2009. Disponível em: [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/319292/Farm Animal Welfare in Great Britain - Past Present and Future.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/319292/Farm_Animal_Welfare_in_Great_Britain_-_Past_Present_and_Future.pdf). Acesso em: 14 ago. 2023.

FRASER, D. **Animal Behaviour, Animal Welfare and the Scientific Study of Affect.** 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.applanim.2009.02.020>>. Acesso em 3 nov. 2023.

GARCIA, R. A. **Bem-Estar Animal Impacta na Produtividade de Carne e Leite.** Entrevista para Embrapa. 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/noticia/46763771/bem-estar-animal-impacta-na-produtividade-de-carne-e-leite>>. Acesso em 29 jul. 2022.

JBS. **Sustentabilidade e bem-estar animal.** s.d. Disponível em: <https://jbs.com.br/sustentabilidade/bem-estar-animal/gestao/>. Acesso em: 10 jan. 2023.

KEELING, L. J.; RUSHEN, J.; DUNCAN, I. J. H. Understanding animal welfare. In: APPLEBY, M. C.; MENCH, J. A.; OLSSON, I. A. S.; HUGHES, B. O. (eds.). **Animal welfare.** 2. ed. Wallingford: CABI, 2011. cap. 2.

BRASIL. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.** Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente (Lei de Crimes Ambientais). Diário Oficial da União: Brasília, DF, 13 fev. 1998. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cma/images/stories/Legislacao/Leis/Lei_9605_98_Lei_de_Crimes_Ambientais.pdf. Acesso em: 24 ago. 2023.

LINDAHL, C., PINZKE, S.; HERLIN, A.; KEELING, L.J. Human-animal Interactions and Safety During Dairy Cattle Handling-comparing Moving Cows to Milking and Hoof Trimming. **Journal of Dairy Science**, v.99, n.3, p.2131–2141, 2016.

LOSADA-ESPINOSA, N.; VILLARROEL, M.; MARÍA, G. A.; MIRANDA-DE, L.; LAMA,

G. C. **Pre-Slaughter Cattle Welfare Indicators for use in Commercial Abattoirs With Voluntary Monitoring Systems:** A systematic review. *Meat Science*, 13834-48. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.12.004>>. Acesso em 3 ago. 2023.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da Carne Bovina**. São Paulo, 2000. Disponível em: <<https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=4734121>>. Acesso em: 23 jul.2023.

LUDTKE, C. B., DALLA COSTA, O. A., ROÇA, R. D. O., SILVEIRA, E. T. F. et al. **Bem-Estar Animal no Manejo Pré-Abate e a Influência na Qualidade Da Carne Suína e nos Parâmetros Fisiológicos do Estresse**. 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/hdSdmWQnFRw58ByzN7znXYq/>>. Acesso em: 20 ago. 2023.

MACHADO, A. T. **Vacas leiteiras e música clássica brasileira: um encontro inusitado**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal do Pampa, Uruguaiana, RS, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unipampa.edu.br/items/351ff958-e35f-468b-965e-e53509425929>. Acesso em: 26 jan. 2026.

MAFFEI, L. Reatividade animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/rbz/a/xXHYTZ7NTcKWk79hTxfFxGq/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 20 ago. 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Bem-estar animal: o Brasil se importa**. Brasília, 2008. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/SERVICOS/BEM_ESTAR_ANIMAL/BEM%20ESTAR%20ANIMAL_0.PDF. Acesso em: 20 ago. 2023.

MCMILLAN, F. D. **Mental health and well-being in animals**. Boston: Blackwell Publishing, 2005.

MELLOR, D.J.; PATTERSON-KANE, E.; STAFFORD, K.J. **The Sciences of Animal Welfare**. 2009. 212p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **A Legislação Brasileira Estabelece Medidas de Proteção aos Animais**. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/ptbr/assuntos/producao-animal/boas-praticas-de-producao-animal/legislacao>>. Acesso em 9 ago 2023.

OIE (World Organisation for Animal Health). Chapter 7.1: **Introduction to the Recommendations for Animal Welfare**. In: Terrestrial Animal Health Code, Volume 1. Disponível em:

<http://www.oie.int/index.php?id=169&L=2&htmfile=chapitre_aw_introduction.htm> . Acesso em 10 out. 2022.

PAZ, D. F. M. **Características Gerais da Carne Bovina e Defeitos Relacionados ao Declínio do pH post mortem**. Pelotas, 2009. Disponível em: <<https://quimicadealimentos.files.wordpress.com/2009/08/caracteristicas-gerais-dacarnebovina-e-defeitos.doc>> . Acesso em 20 de jul 2023.

PERIN, M. H. **Avaliação de sustentabilidade de empresas da indústria de proteína animal no Brasil com foco na questão do bem-estar animal**. 2012. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPEAD – Instituto de Administração, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: https://www.coppead.ufrj.br/wp-content/uploads/2021/07/Monique_Perin.pdf. Acesso em: 20 jul. 2023.

PORCHER, J. **Bem-Estar Animal**’, Repressão da Afetividade, Sofrimento dos Pecuáristas”. 2004. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/prod/a/ybYDrFT94MXqft4zctzMVnS/abstract/?lang=pt>>. Acesso 20 de agosto de 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Portaria nº 365, de 16 de julho de 2021**. Regulamento técnico de manejo pré-abate e abate humanitário e os métodos de insensibilização autorizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 19 jul. 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-365-de-16-de-julho-de-2021-334038845>. Acesso em: 15 jul. 2023.

QUEIROZ, M. L. de V. FILHO, J. A. D. B.; ALBIERO, D. D. de F. B. Melo, R. P. **Percepção dos Consumidores Sobre o Bem-Estar dos Animais de Produção em Fortaleza, Ceará**. 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rca/a/3Y3bGhvYbBpwMYFWC9qhQcP/?lang=pt>>. Acesso em: 27 out. 2022.

SCHNEIDER, M. J.; TAIT, R. G.; BUSBY JR., W. D.; REECY, J. M. An evaluation of bovine respiratory disease complex in feedlot cattle: impact on performance and carcass traits using treatment records and lung lesion scores. **Journal of Animal Science**, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1283>. Acesso em: 1 ago. 2023.

SHARP, B. Feline Physiotherapy and Rehabilitation: 2. Clinical application. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v.14, n.9, p.622–632, 2012.

SOBRAL, N. C.; ANDRADE, E. N.; ANTONUCCI, A. M. **Métodos de Insensibilização em Bovinos de Corte**. 2015.

SOBRAL, N. C.; ANDRADE, E. N.; ANTONUCCI, A. M. Métodos de insensibilização em bovinos de corte. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, 2015.

Disponível em:

http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/XnShy1O85gII6Lr_2015-1127-12-20-40.pdf.

Acesso em: 1 ago. 2023.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **Death loss in U.S. cattle and calves due to predator and nonpredator causes**. Washington, DC, 2015.

Disponível em:

https://www.aphis.usda.gov/animal_health/nahms/general/downloads/cattle_calves_deathloss_2015.pdf.

Acesso em: 1 ago. 2023.

WAIBLINGER S.; BOIVIN, X.; PEDERSEN, V. Assessing the Human-animal Relationship in Farmed Species: A critical review. **Applied Animal Behaviour Science**, v.101, n.3/4, p.185242, 2006.

WORLD ANIMAL PROTECTION. Consumo as Cegas. Percepção do Consumidor sobre Bem-Estar Animal. **Ipsos Public Affairs**. 2016. Disponível em:<

https://www.worldanimalprotection.org.br/sites/default/files/media/br_files/consumo_as_cegas_latam.pdf>. Acesso em 08 set 2023.

WORLD ANIMAL PROTECTION. **Consumo às cegas**: percepção do consumidor sobre bem-estar animal. Ipsos Public Affairs, 2016.

Disponível em:

https://www.worldanimalprotection.org.br/sites/default/files/media/br_files/consumo_as_cegas_latam.pdf. Acesso em: 8 set. 2023.

ANEXOS:

ANEXO A

- Art. 2º: Aquele que, em lugar público ou privado, aplicar ou fizer aplicar maus tratos aos animais, incorrerá em multa de 20\$000 a 500\$000 e na pena de prisão celular de 2 a 15 dias, quer o delinquente seja ou não o respectivo proprietário, sem prejuízo da ação civil que possa caber.

§ 1º A critério da autoridade que verificar a infração da presente lei, será imposta qualquer das penalidades acima estatuídas, ou ambas.

§ 2º: A pena a aplicar dependerá da gravidade do delito, a juízo da autoridade.

§ 3º: Os animais serão assistidos em juízo pelos representantes do Ministério Público, seus substitutos legais e pelos membros das sociedades protetoras de animais.

• Art. 3º Consideram-se maus tratos:

- I - praticar ato de abuso ou crueldade em qualquer animal;
- II - manter animais em lugares anti-higiênicos ou que lhes impeçam a respiração, o movimento ou o descanso, ou os privem de ar ou luz;
- III - obrigar animais a trabalhos excessivos ou superiores às suas forças e a todo ato que resulte em sofrimento para deles obter esforços que, razoavelmente, não se lhes possam exigir senão com castigo;
- IV - golpear, ferir ou mutilar, voluntariamente, qualquer órgão ou tecido de economia, exceto a castração, só para animais domésticos, ou operações outras praticadas em benefício exclusivo do animal e as exigidas para defesa do homem, ou no interesse da ciência;
- V - abandonar animal doente, ferido, extenuado ou mutilado, bem como deixar de ministrar-lhe tudo o que humanitariamente se lhe possa prover, inclusive assistência veterinária;
- VI - não dar morte rápida, livre de sofrimentos prolongados, a todo animal cujo extermínio seja necessário, parar consumo ou não;
- VII - abater para o consumo ou fazer trabalhar os animais em período adiantado de gestação;
- VIII. - atrelar, no mesmo veículo, instrumento agrícola ou industrial, bovinos com equinos, com muares ou com asininos, sendo somente permitido o trabalho em conjunto a animais da mesma espécie;
- IX - atrelar animais a veículos sem os apetrechos indispensáveis, como sejam balancins, ganchos e lanças ou com arreios incompletos incômodos ou em mau estado, ou com acréscimo de acessórios que os molestem ou lhes perturbem o funcionamento do organismo;
- X - utilizar, em serviço, animal cego, ferido, enfermo, fraco, extenuado ou desferrado, sendo que este último caso somente se aplica a localidade com ruas calçadas;
- XI - açoitar, golpear ou castigar por qualquer forma um animal caído sob o veículo ou com ele, devendo o condutor desprendê-lo do tiro para levantar-se;
- XII - descer ladeiras com veículos de tração animal sem utilização das respectivas travas, cujo uso é obrigatório;

- XIII - deixar de revestir com couro ou material com idêntica qualidade de proteção as correntes atreladas aos animais de tiro;
- XIV - conduzir veículo de tração animal, dirigido por condutor sentado, sem que o mesmo tenha arreios apropriados, com tesouras, pontas de guia e retranca;
- XV - prender animais atrás dos veículos ou atados às caudas de outros;
- XVI - fazer viajar um animal a pé, mais de 10 quilômetros, sem lhe dar descanso, ou trabalhar mais de 6 horas continuas sem lhe dar água e alimento;
- XVII - conservar animais embarcados por mais das 12 horas, sem água e alimento, devendo as empresas de transportes providenciarem, sobre as necessárias modificações no seu material, dentro de 12 meses a partir da publicação desta lei;
- XVIII - conduzir animais, por qualquer meio de locomoção, colocados de cabeça para baixo, de mãos ou pés atados, ou de qualquer outro modo que lhes produza sofrimento;
- XIX - transportar animais em cestos, gaiolas ou veículos sem as proporções necessárias ao seu tamanho e número de cabeças, e sem que o meio de condução em que estão encerrados esteja protegido por uma rede metálica ou idêntica que impeça a saída de qualquer membro do animal;
- XX - encerrar em curral ou outros lugares animais que não lhes seja possível moverem-se livremente, ou deixá-los sem água e alimento mais de 12 horas;
- XXI - deixar sem ordenhar as vacas por mais de 24 horas, quando utilizadas na explorado do leite;
- XXII - ter animais encerrados juntamente com outros que os aterrorizem ou molestem;
- XXIII - ter animais destinados á venda em locais que não reúnam as condições de higiene e comodidades relativas;
- XXIV - expor, nos mercados e outros locais de venda, por mais de 12 horas, aves em gaiolas; sem que se faça nestas a devida limpeza e renovação de água e alimento;
- XXV - engordar aves mecanicamente;
- XXVI - despelar ou depenar animais vivos ou entregá-los vivos á alimentação de outros;
- XXVII. - ministrar ensino a animais com maus tratos físicos;

- XXVIII - exercitar tiro ao alvo sobre patos ou qualquer animal selvagem exceto sobre os pombos, nas sociedades, clubes de caça, inscritos no Serviço de Caça e Pesca;
- XXIX - realizar ou promover lutas entre animais da mesma espécie ou de espécie diferente, touradas e simulacros de touradas, ainda mesmo em lugar privado;
- XXX - arrojear aves e outros animais nas casas de espetáculo e exhibi-los, para tirar sortes ou realizar acrobacias;
- XXXI - transportar, negociar ou caçar, em qualquer época do ano, aves insetívoras, pássaros canoros, beija-flores e outras aves de pequeno porte, exceção feita das autorizações para fins científicos, consignadas em lei anterior.

ANEXO B

1. Seleção genética deverá sempre levar em conta a saúde e bem-estar dos animais;
2. Os animais escolhidos para introdução em novos ambientes devem ser adaptados ao clima local e capazes de se adaptar a doenças locais, parasitas e nutrição;
3. O ambiente físico, incluindo o substrato (superfície de caminhada, superfície de repouso, etc.), deve ser adequado às espécies, de modo a minimizar o risco de lesões e transmissão de doenças ou parasitas aos animais;
4. O ambiente físico deve permitir um descanso confortável, movimentação segura e confortável, incluindo mudanças posturais normais, e a oportunidade para realizar tipos de comportamentos naturais que os animais são motivados a realizar;
5. Agrupamento social de animais deve ser gerenciado para permitir comportamento social positivo e minimizar lesões, angústia e medo crônico;
6. Para animais alojados, a qualidade do ar, a temperatura e a umidade devem suportar uma boa saúde animal e não serem aversivos. Onde condições extremas ocorrem, os animais não devem ser impedidos de usar seus métodos naturais de regulação térmica;
7. Os animais devem ter acesso à ração e água suficientes, adequados à idade e às necessidades dos animais, para manter a saúde e a produtividade normais e para evitar a fome prolongada, a sede, a desnutrição ou a desidratação;

8. Doenças e parasitas devem ser prevenidos e controlados, tanto quanto possível, por meio de boas práticas de manejo. Animais com sérios problemas de saúde devem ser isolados e tratados prontamente ou sacrificados humanamente se o tratamento não for viável ou a recuperação for improvável;
9. Quando procedimentos dolorosos não puderem ser evitados, a dor resultante deve ser controlada na medida em que os métodos disponíveis o permitirem;
10. O manuseio de animais deve promover uma relação positiva entre humanos e animais e não deve causar ferimentos, pânico, medo duradouro ou estresse evitável;
11. Proprietários e manipuladores devem ter habilidade e conhecimento suficientes para garantir que os animais sejam tratados de acordo com estes princípios.

ANEXO C

- CAPÍTULO V (DO RESPONSÁVEL PELO BEM-ESTAR ANIMAL):

Art. 17. Todo estabelecimento que desenvolva atividade de abate deve designar um responsável pelo bem-estar animal em sua unidade industrial.

Art. 18. O responsável pelo bem-estar animal deve ser capacitado no manejo pré-abate e abate humanitário das espécies animais abatidas na unidade industrial e dispor de autonomia para tomada de ações visando assegurar o bem-estar dos animais de abate e o cumprimento do contido na presente Portaria.

Parágrafo único. O estabelecimento de abate deve assegurar que todos operadores envolvidos no manejo pré-abate e abate, inclusive os motoristas dos veículos transportadores de animais, sejam capacitados nos aspectos de bem-estar dos animais de abate.

- CAPÍTULO VI (DO PROGRAMA DE AUTOCONTROLE EM BEM-ESTAR ANIMAL):

Art. 19. Os estabelecimentos de abate devem dispor de programa de autocontrole desenvolvido, implantado, mantido, monitorado e verificado por eles mesmos, contendo registros sistematizados e auditáveis que contemplem todas as etapas de manejo pré-abate e abate previstos nesta Portaria visando a proteção e o bem-estar dos animais.

Parágrafo único. Os procedimentos operacionais e parâmetros estabelecidos nos programas de autocontrole devem seguir os critérios estabelecidos em regulamentação técnica específica referente ao abate das diferentes espécies

animais ou, em sua ausência, o disposto em recomendações internacionais ou, ainda, em literatura científica referente ao bem-estar dos animais.

Art. 20. Os estabelecimentos de abate devem avaliar e monitorar, rotineiramente, os seguintes aspectos relativos ao bem-estar dos animais.



BIOCLIMATOLOGIA E BEM-ESTAR
ANIMAL NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Coletânea Científica – Artigos Completos –

Volume 3 – 2026

Editora Científica Semiárido Acadêmico (ECSA)

ISBN 978-65-01-80872-7 | Acesso Aberto

CAPÍTULO VII

**Enriquecimento ambiental com música na sala de ordenha: implicações
sobre o comportamento de vacas leiteiras**

**Environmental enrichment with music in the milking parlor: implications for the
behavior of dairy cows**

**Gelson da Costa Silva¹; Bonifácio Benício de Souza¹; Sônia Correia Assis da Nóbrega¹;
José Fábio Paulino de Moura¹; João Paulo da Silva Pires¹; Maycon Rodrigues da Silva¹;
José Antônio Pires da Costa Silva¹; Ariádne de Barros Carvalho¹; Talícia Maria Alves
Benício²**

¹ Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus Patos-PB, Brasil.

² Universidade Estadual do Tocantins (UNITINS), Brasil.

Autor correspondente: bonifacio.ufcg@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.65338/ecsa.v3.2026.c07>

RESUMO

O bem-estar de vacas-leiteiras é alterado por diversos fatores, tornando este tema considerável dentro das perspectivas da bovinocultura leiteira. É fato que a produção está diretamente associada ao gozo de conforto social e psíquico na sala de ordenha. Para que isto ocorra são necessários diferentes mecanismos para promover condições que reflitam no aumento da produtividade e lucratividade. Isto tem promovido e despertado pesquisadores que estão elaborando trabalhos com intuito de mensurar a influência do enriquecimento ambiental através da música para promoção de saúde. Este artigo teve como objetivo realizar uma revisão literária para promover um maior conhecimento sobre o enriquecimento ambiental através do uso da música na sala de ordenha e os respectivos comportamentos das vacas em fase de lactação.

Palavras-chave: bem-estar animal; produtividade; lucratividade; promoção de saúde.

ABSTRACT

The well-being of dairy cows is altered by several factors, making this topic considerable within the perspectives of dairy cattle farming. It is a fact that production is directly associated with the enjoyment of social and psychological comfort in the milking parlor. For this to occur, different mechanisms are needed to promote conditions that reflect increased productivity and profitability. This has promoted and awakened researchers who are developing work with the aim of measuring the influence of environmental enrichment through music to promote health. This article aimed to carry out a literary review to promote greater knowledge about environmental enrichment through the use of music in the milking parlor and the respective behaviors of lactating cows.

Keywords: animal welfare; productivity; profitability; health promotion.

INTRODUÇÃO

O Brasil possui um rebanho bovino com 224,6 milhões de cabeças, conseguindo grande destaque na pecuária mundial. Esses dados são referentes ao ano de 2021 divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022). Este levantamento demonstrou um crescimento contínuo por três anos consecutivos, tendo aumentado 3,1% em relação ao ano de 2016 que foi 218,2 milhões de cabeças registradas. Esse contínuo crescimento requer estratégias e manejos bem sucedidos para não haver decréscimo destes índices.

Quanto à produtividade de leite, este levantamento do IBGE narrou que houve uma estabilização quando comparado ao ano de 2020, gerando cerca de 35,3 bilhões de litros em 2021. Entre as regiões do país se destaca o Sul, onde a liderança permanece com Castro (PR), com 381,7 milhões de litros, contudo o Nordeste teve um crescimento na produção de 12,8%, apresentando 5,5 bilhões de litros de leite. Este ramo é de suma importância para a economia do Brasil, tendo seus efeitos também no meio social, pois está presente em 98% dos municípios brasileiros, caracterizando principalmente em pequenas e médias propriedades, gerando emprego para 4 milhões de pessoas, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2023).

Na bovinocultura de leite é sabido que existem diversas interações negativas com o meio ambiente, sendo responsáveis por desencadear redução na produção, bem como podem gerar patologias como as mastites clínica e subclínica que interferem diretamente na qualidade do

produto lácteo. O contraponto está no uso de mecanismos que permitam reduzir os efeitos destas interações, considerando uma qualidade no manejo e bem-estar social do rebanho. O investimento financeiro nessas práticas é mínimo em relação aos efeitos que elas produzem.

Considerada um assunto pouco estudado na área rural, sua prática pode ser utilizada com fins de melhorar a qualidade e quantidade de leite produzido nas fazendas, contudo não se pode esquecer das outras práticas de manejo já descritas na literatura científica. Outro fator importante a ser mencionado é o uso de música clássica para esse feito, pois já foram descritas em vários trabalhos científicos sobre a importância da aplicabilidade de seu uso. Mas o gênero forró pé de serra não há evidências científicas quanto ao uso na produção leiteira. Este artigo visa a descrição de uma revisão na literatura para adquirir conhecimento sobre o enriquecimento ambiental através do uso da música na sala de ordenha e os respectivos comportamentos das vacas em leiteiras.

2 BEM-ESTAR ANIMAL

A definição de bem-estar proposta por Hughes (1976) é aquela que considera o estado onde o animal está em harmonia com o meio ambiente, sendo completa a saúde física e mental. Entretanto, Broom (1986) caracteriza este tema como o estado mediante tentativas de adaptação neste ambiente, indicando que pode ter efeitos positivos ou negativos no bem-estar animal. Tannenbaum (1991), narrou que o bem-estar está diretamente ligado à qualidade de vida, contudo mostrou a diversidade de aspectos intrínsecos ao animal como garantidor desse feito.

A definição demonstrada por Broom (1986) é a mais utilizada (FOPPA *et al.*, 2014). Isto gerou a discussão de Broom e Johnson (1993) que demonstraram diversas situações, sendo importante mencionar a característica introspectiva de cada animal que reverbera na condição de bem-estar, havendo variações no processo, implicando que não é o fator aplicado que induz a situação. Entretanto, Broom e Molento (2004) disseram que pode haver melhoria do bem-estar animal quando lhe é oferecido fator estimulante, mas isso não é obrigatoriamente o estado emocional.

Veissier *et al.* (2007) disseram que o bem-estar animal (BEA) pode ser determinado através da observação do comportamento dos animais, o estado de ativação dos seus sistemas fisiológicos e o seu estado geral, sendo fatores importantes o alojamento e as condições das instalações. Corroborando com esses autores e indo mais adiante quanto ao pensamento crítico, a autora a seguir narra na sua dissertação as cinco liberdades para quantificar:

O bem-estar envolve fatores como liberdade nutricional (de não sentir fome ou sede), liberdade ambiental (de viver em ambientes adequados, com conforto), liberdade comportamental (de expressar seu comportamento natural), sanitária (de não estar exposto a doenças, injúrias ou dor) e liberdade psicológica (de não estar exposto a medo, ansiedade ou estresse) (SANTOS, 2020, p. 15).

Essas ponderações contribuem com a avaliação das expressões do animal quanto a fatores fisiológicos e comportamentais (BROOM; MOLENTO, 2004; MOLENTO, 2005; SOUZA *et al.*, 2007). Há uma série de recursos e estímulos necessários aos bovinos e, dependendo das circunstâncias, a ausência ou a baixa disponibilidade de recursos pode ter efeitos diretos sobre o bem-estar e produtividade desses animais (COSTA *et al.*, 2009). Além disso, os sentimentos subjetivos de um animal constituem uma parte extremamente importante de seu bem-estar (BROOM; MOLENTO, 2004).

Outra forma de analisar o BEA é através do modelo narrado por Mellor e Reid (1994), chamado de “Cinco Domínios”. Neste se pode avaliar esta condição de maneira sistemática, estruturada e abrangente. Os pontos-chave deste procedimento estão no caráter físico-funcional do animal, podendo ser destacados os domínios: nutrição, ambiente, saúde e comportamento, respectivamente. Existe atualmente um novo domínio 5 (mental) (MELLOR; BEAUSOLEIL, 2015; BRAGA *et al.*, 2018), que é obtido através da mensuração física, sendo que está diretamente associado a experiências afetivas.

Pode-se avaliar também o grau de BEA através de vários fatores biológicos intrínsecos ao animal, tais como produtividade, comportamentos anômalos, atividade da adrenal, grau de imunossupressão e incidência ou severidade de sofrimentos e doenças (BROOM; MOLENTO, 2004). O BEA deverá ser avaliado por profissional com conhecimento científico quanto às condições de sanidade, bem como a questão ambiental. Isto pode ser confirmado pelas palavras da autora, conforme texto a seguir:

Para identificar se os manejos que os animais estão submetidos atendem às condições de conforto e bem-estar, é necessário ter um bom conhecimento da biologia do animal e estar atento ao seu comportamento natural e na relação entre os animais e o ambiente (SANTOS, 2020, p. 16).

Reconhecer e corrigir os problemas relacionados com o BEA é relativamente simples em um contexto de situação crítica, porém se dificulta quando há melhoria nas condições (COSTA, 2003). Em contraponto está a opinião da autora descrito abaixo:

Entretanto, não há, ainda, conhecimento sobre a espécie suficiente para orientar todas essas ações para o aperfeiçoamento do BEA, com isso surgem dois grandes desafios para a ciência do BEA: identificar bons indicadores de estados positivos de BEA e encontrar soluções para resolver problemas menos evidentes (SANTOS, 2020, p. 16)

A avaliação do BEA é complexa, pois envolve aspectos relacionados às instalações, ao manejo e ao ambiente, podendo ser avaliado por meio de critérios comportamentais, fisiológicos, sanitários e produtivos. O comportamento é uma das principais ferramentas para a avaliação do bem-estar animal, pois representa a relação do animal com o ambiente em que vive (SANTOS *et al.*, 2020).

Nessa conjuntura, se faz jus mencionar que o BEA tem como base a vantagem de melhorar os índices produtivos. Jacinto (2011) narrou que é necessário observar o BEA com várias ferramentas, tais como o comportamental, fisiológico e produtivo. E por fim compreender a sua importância na saúde animal, na produtividade, na legislação ambiental e consumidor.

3 ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL

Segundo a Declaração de Cambridge mostrada abaixo, os animais são seres que possuem consciência e interagem com o meio ambiente e com os outros seres. Sendo assim, é correto afirmar que eles sofrem influência e influenciam o local onde se encontram (CALAMITA *et al.*, 2016).

A ausência de um neocórtex não parece impedir que um organismo experimente estados afetivos. Evidências convergentes indicam que animais não humanos têm os substratos neuroanatômicos, neuroquímicos e neurofisiológicos dos estados de consciência juntamente com a capacidade de exibir comportamentos intencionais. Consequentemente, o peso das evidências indica que os humanos não são os únicos a possuir os substratos neurológicos que geram a consciência. Animais não humanos, incluindo todos os mamíferos e aves, e muitas outras criaturas, incluindo os polvos, também possuem esses substratos neurológicos. (LOW *et al.*, 2012, p. 2)

Este tema está relacionado a atitude de implementar objetos no meio ambiente onde as vacas-leiteiras são criadas, com objetivo de dirimir os efeitos estressores e promover o BEA

(SANTOS *et al.*, 2020). Em 1960 começaram os estudos sobre o assunto enriquecimento ambiental (EA) (WEERD; DAY, 2009), através da avaliação de animais existentes em zoológicos, contudo, atualmente essa prática reverberou para animais mantidos em laboratório e destinados à produção (CAMPOS *et al.*, 2010).

Algumas décadas atrás, Newberry (1995) narrou que o EA tem como função melhorar as condições físicas, sociais, alimentares e outras situações, utilizando mecanismos que possam alterar de maneira favorável o ambiente. As alterações realizadas nesse ambiente, em sintonia com o comportamento típico e o habitat desses animais podem aumentar a prevalência e a qualidade do BEA, sendo que isto demonstra melhores índices de saúde, de comportamento e de desempenho reprodutivo (BOERE, 2001).

Santos *et al.* (2020) dizem que as vacas-leiteiras aumentam sua produtividade e melhoram as taxas reprodutivas com os principais benefícios do EA, bem como diz que esta técnica reduz o estresse, convergindo em diminuição da incidência de distúrbios comportamentais, garantindo uma melhor sanidade. Existem cinco categorias para a realização do EA, sendo elas: físico, sensorial, cognitivo, social e alimentar. Contudo, é importante que cada categoria mencionada seja capaz de contribuir com o BEA de maneira distinta, sem esquecer do conhecimento particular de cada espécie com fins na aplicabilidade do EA condizente (SILVA, 2016).

4 MÚSICA

Vários autores definem música conforme os seus pensamentos críticos reflexivos. Arcanjo (1918) define música como sendo uma combinação de sons que conservam entre si relações lógicas e ordenadas, com fins de evocar sentimentos ou traduzir impressões. Já para Priolli (1968) diz que ela é a arte dos sons, combinados de acordo com as variações de altura, proporcionados segundo a sua duração e ordenados segundo as leis da estética. Música é a arte de combinar sons simultânea e sucessivamente, com ordem, equilíbrio e proporção dentro do tempo (MED, 1996).

Sergio (2020) diz que das três conceituações de música mencionadas anteriormente, algo combinatório entre elas é que narram ser uma arte de combinar os sons, podendo objetivar a expressão de sentimentos de indivíduos, imitação da natureza e propor novas experiências sonoras. A música com suas diversas possibilidades, sejam por notas musicais, ritmos, sons contínuos e amplitudes, faz com que os indivíduos relaxem ao ouvi-la (MAIA *et al.*, 2013). Ela

conduz informações ao cérebro pelas fibras sensitivas, onde são processadas, providenciando assim a ativação em locais nos hemisférios cerebrais responsáveis por mudanças cognitivas e motoras (MOREIRA *et al.*, 2012).

De acordo com Calamita *et al.* (2017), o uso de música como EA é uma ferramenta de grande valia, pois se utilizada corretamente é um excelente método de reforço positivo, sendo benéfica para saúde animal, levando a ganhos na produção da propriedade e melhora nos índices zootécnicos. Santos (2020) narra que pouco são os estudos sobre a utilização de música na produção animal como fator sensorial no EA, principalmente em sistema de confinamento, sendo jus recomendar novos estudos. Nessa perspectiva, Silva (2016) considera que a música é uma forma simples e eficaz que pode reduzir comportamentos anormais e agonísticos, bem como manter os animais em estado de tranquilidade, inferindo diretamente na melhoria do BEA.

A música é um dos recursos utilizados quando se refere ao EA e tem se mostrado eficiente para vacas-leiteiras por ser rítmica e contínua apresentando efeito relaxante, tanto para os animais quanto para os trabalhadores, além de favorecer as reações positivas na interação humano-animal (SANTOS *et al.*, 2020). Ao tocar música na sala de ordenhas foi verificado que esta pode aumentar o BEA e a produtividade das vacas, reduzindo o estresse e o leite residual (LEMCKE *et al.*, 2021).

5 AUDIÇÃO BOVINA

Heneine (2008) define o som como energia mecânica propagada em meio material sob a forma de movimento ondulatório. Abaixo, os autores descrevem fisiologicamente como será o percurso dessas ondas até sensibilizar o animal.

As ondas quando atingem as estruturas da orelha dos animais domésticos provocam uma vibração na membrana timpânica localizada ao final da orelha externa, passando essa vibração para os ossículos presentes na orelha média, que levam essa vibração à parede do sáculo e ao líquido contido em seu interior estimulando as células ciliadas, já na orelha interna, as quais geram impulsos nervosos que atingem regiões específicas no encéfalo produzindo a percepção do som (FRANDSON; WILKE; FAILS, 2005).

A repetição do ciclo ondulatório sonoro é chamada frequência e se repete por um intervalo de tempo aferido por meio de ciclos por segundo, denominado Hertz (Hz) (SANTOS, 2020). Com isso, há uma relação direta quanto à frequência, pois os sons agudos possuem frequências maiores, enquanto sons graves menores (SERGIO, 2020). Entretanto, a literatura diz que os sons agudos tendem a provocar medo e agitação nos animais e os sons graves possibilitam o efeito calmante (BERGLUND *et al.*, 1999).

Voipio (1997) considera que os bovinos possuem uma faixa audível nas frequências de 25 Hz a 35 quilo-hertz (kHz), sendo importante dizer que esta espécie consegue capturar sons mais baixos quando comparado a outras espécies. Arave (1996) diz que o sistema auditivo deles é sensibilizado em sua amplitude em uma frequência de 8.000 Hz.

Em relação à intensidade de som, esta é igual a dez vezes o logaritmo em relação à base dez da razão entre a intensidade do som a ser medida e o nível de intensidade de algum som de referência, portanto, ela é aferida através da unidade de medida decibéis (dB) (BROUČEK, 2014). Os bovinos possuem limite de intensidade de som na faixa de 90 dB a 100 dB, mas limites acima do máximo pode provocar alterações patológicas no sistema auditivo (PHILLIPS, 2009).

6 RUÍDOS

Ruído é um som indesejado que pode ser crônico ou intermitente, caracterizado por registros de frequências, intensidades e formas de pressão sonora ao longo do tempo (BURN, 2008). Ele causa efeito no sistema nervoso central, contudo é intimamente dependente da situação psicossomática cerebral, pois em indivíduos em situação de descanso os mecanismos compensatórios são mais assertivos quando comparados ao estado de exaustão (BROUČEK, 2014).

Santos (2020) diz que a capacidade auditiva, a espécie, a raça, a idade e a condição fisiológica de cada animal, são condicionantes dos efeitos provocados pelos ruídos na produção e nos comportamentos dos animais expostos. Contudo, a frequência, a intensidade do som e a duração, são partícipes desse mecanismo sonoro. Convém dizer que as raças leiteiras são mais sensíveis ao ruído quando comparadas às outras (LANIER *et al.*, 2000).

A resposta comportamental dos animais aos ruídos emitidos é gerada na faixa de intensidade entre 85 dB a 90 dB. Ao ultrapassar esses limites pode ser verificado comportamentos de saída do local, parada ou intensa resposta de susto (MORGAN; TROMBORG, 2007). Em caso de grande exposição aos efeitos dos ruídos, poderá ocorrer

danificação da cóclea e do ouvido interno, induzindo uma cascata de efeitos auditivos ao longo de toda a cascata auditiva central (CASTELHANO-CARLOS; BAUMANS, 2009).

Um estudo realizado por Kauke e Savary (2010), descreveu a não interferência dos ruídos com intensidades de 70 dB e 80 dB na sala de ordenha. Isto confirmou a pesquisa de Kovalčík e Šottník (1971), que verificaram ruídos até 80 dB, afirmando não ter efeito negativo em vacas-leiteiras. Ainda nessa pesquisa foi possível dizer que o consumo de ração aumentou, a produção de leite permaneceu inalterada e os índices de taxa de liberação de leite melhoraram. Entretanto, ruídos na intensidade 105 dB, surgidos de forma repentina, geraram diminuição da quantidade de leite em ordenha do dia seguinte. Além disso, pode ocorrer interrupção da ejeção de leite durante a ordenha (ALGERS; EKESBO; STROMBERG, 1978).

Atualmente é perceptível que o ruído é um problema na pecuária leiteira, com carência de estudos relacionados aos impactos provocados na produção e no BEA (SANTOS, 2020). O uso de equipamentos com objetivo de intensificar a produção leiteira como: aspersores, ventiladores, disponibilizadores de ração, limpadores de excrementos e concentração de animais num ambiente, geram ruídos em maior intensidade que podem ser estressores para os animais (BROUČEK, 2014).

A literatura mostra que os ruídos produzidos de forma negativa em ambientes da pecuária, são fatores que desempenham prejuízos à sanidade animal, com especial atenção aqueles sons duradouros (BROUČEK, 2014), pois eles afetam diretamente a fisiologia reprodutiva e o consumo de energia (ESCRIBANO-DÍAZ *et al.*, 2013).

7 COMPORTAMENTO ANIMAL

Tudo que for perceptível nas reações dos animais no meio ambiente circundante é caracterizado como definição do comportamento animal e os fatores internos desses lugares geram variações (CARTHY, 1980). Del-Claro, Prezoto e Sabino (2003) definiram como sendo atitudes executadas pelo animal, vislumbradas ou não pelo ser humano, que o encanta indiscutivelmente. Numa discussão a autora do trecho abaixo aumenta o leque de possibilidades comportamentais.

Com o passar dos anos, o comportamento animal era entendido apenas como movimentação dos animais. Contudo, existem inúmeras manifestações que os animais apresentam que não podem ser caracterizadas como movimentos, mas que devem ser incluídas dentre a definição de comportamento, como exemplo emitir sons, produzir odores e a mudança de cores (MACHADO, 2016, p.44).

O conhecimento do comportamento de animais destinados à produção é de fundamental importância para a melhoria do desempenho produtivo (CERQUEIRA, 2013). Os indicadores comportamentais e fisiológicos são mecanismos utilizados para se avaliar o BEA (SANTOS, 2020), pois tem como estrutura a mudança do comportamento em ambiente natural para aqueles considerados anormais (PERISSINOTTO; MOURA; CRUZ, 2007). Em relação aos indicadores fisiológicos, estes estão associados à avaliação do estresse, pois quando este aumenta o BEA diminui (SANTOS, 2020). Esta mesma autora narra no trecho abaixo, alguns efeitos decorrentes destes indicadores:

Os indicadores fisiológicos são aqueles decorrentes da ativação do sistema nervoso autônomo, como alterações das frequências cardíaca e respiratória, atividades das adrenais e respostas imunológicas. Tais medidas estão associadas a respostas de curto prazo e são mensuráveis de maneira objetiva. Nos indicadores comportamentais, comportamentos anormais como as estereotípias, a automutilação, o canibalismo, a agressividade excessiva e a apatia são, em conjunto, características que demonstram bem-estar pobre nos animais (SANTOS, 2020).

Quando existem alterações no meio ambiente, ou mesmo no sistema somático e psicológico do animal, elas podem acarretar respostas fisiológicas que reverberam no comportamento, contudo, os efeitos podem ser favoráveis ou não, mas são determinantes do BEA (FERREIRA; SAMPAIO, 2010). Isto indica citar que os diversos tipos de sons podem agir como estímulos desencadeantes para as mais diversas alterações fisiológicas e comportamentais nos animais (CALAMITA *et al.*, 2017).

A mudança nesses indicadores internos do animal acontece devido à resposta rápida do eixo simpático-adrenal-medular desencadeada por estímulo estressante (MORBERG, 1987). Quando há alteração no comportamento animal, percebe-se que existe um mecanismo inicial de compensação em decorrência da situação de frustração ou mesmo de estresse (ZANONI;

HILGEMBERG; MOREIRA, 2017). Os indicadores externos (meio ambiente) geram condições adversas e estímulos nocivos que os animais respondem com respostas fisiológicas e comportamentais, devido à alteração da homeostase e reações aos fatores estressores (PAES *et al.*, 2012).

A música já foi utilizada por Uetake, Hurnik e Johnson (1997), que perceberam efeitos no comportamento das vacas, pois eles condicionaram vacas treinadas para identificar o início da ordenha através do uso de música na sala de ordenha, verificaram que as mudanças entre diferentes estados comportamentais e o número de vacas na área de espera aumentaram significativamente em dias com música. Entretanto, quando a música foi tocada em toda a área do celeiro, não foi possível definir atratividade desta (LEMCKE *et al.*, 2021).

8 MECANISMO DE ESTRESSE

É definido como um processo nervoso, endocrinológico e fisiológico na qual os seres vivos tentam se adaptar às condições alteradas do meio ambiente, com objetivo de manter a homeostasia (CUBAS, 1997). Quando imposto esse desafio por fatores ambientais, há também a predisposição de cada animal na capacidade de resposta fisiológica e comportamental (APPLEBY; HUGHES, 1997).

O estresse pode ser caracterizado por quantidade de respostas específicas inerentes ao organismo, provocado por diversos tipos de agentes denominados estressores (SELYE, 1959). Os efeitos são produzidos pelo organismo da interação entre resposta e agente, no intuito de minimizar os efeitos provocados pelos estressores (MORBERG, 2000). A percepção do estresse ativa o eixo hipotálamo-pituitária-adrenal que responde de maneira específica para cada estressor, com a participação do sistema nervoso central e periférico através dos circuitos neurais (BRANDÃO; GRAEFF, 2014).

Para que o eixo simpático-adrenal-medular seja ativado, se faz necessário que um estímulo estressante seja desenvolvido segundos antes (UVNÄS- MOBERG, 1997). Uma vez ativado, há a liberação de neurotransmissores adrenérgicos e noradrenérgicos pelos nervos somáticos e pela zona medular das glândulas adrenais (ORSINI; BONDAN, 2006). Transcorridos alguns minutos, haverá a liberação de glicocorticoides no córtex da glândula adrenal, fazendo com que a concentração sérica sanguínea de cortisol seja aumentada, permanecendo por horas a fio (HICKEY; DRENNAN; EARLEY, 2003). A ação destes dois

mecanismos provoca lipólise, glicólise e catabolismo proteico, com o principal objetivo de restabelecer a homeostase (LEFCOURT; ELSASSER, 1995).

Eloy (2007) classifica os vários agentes estressores quanto à sua qualidade em físicos e emocionais. Já em relação à duração, em agudo e crônico. Abaixo segue a descrição quanto à qualidade, segundo a mesma autora.

O estresse físico ou metabólico é aquele que altera o ambiente interno do organismo, sendo causado por anóxia, hipoglicemia, etc.; quando tem ação externa, poderá ter como causadores o calor e o frio, e também acontecer por ocasião do esforço físico, tais como em casos de exercício em excesso e lesão corporal. Os estressores considerados emocionais ou psicológicos são estímulos que afetam a emoção e resultam em medo, ansiedade e frustração (ELOY, 2007).

No caso de estresse agudo, têm-se mudanças com caráter de duração curta, porém com intensidade exagerada. Confirmando a definição de que esse tipo de duração é considerado um estado como o organismo se apresenta após uma diminuição repentina da previsão e/ou controle de alterações substanciais (ANDRADE; PINTO; OLIVEIRA, 2006). Existe ainda outro tipo, do ponto de vista de Lehugeur (2012), classificado como estresse moderado, substancial na perspectiva de sobrevivência dos animais, pois age como modulador de atenção nas situações de risco.

O estresse crônico é definido como um estado característico do organismo quando sofre alterações relevantes mediante baixa previsão e/ou não são controladas de maneira completa, por um período amplo e nesse, os conflitos permanecem sem resolução, porém tem natureza mais constante (ANDRADE; PINTO; OLIVEIRA, 2002). Esse tipo promove uma estimulação exagerada do sistema nervoso simpático que provoca no organismo diversas alterações endocrinológicas (CUNHA, 2020).

Devido às alterações crônicas, quando há uma exposição prolongada aos agentes estressores, ocorre uma secreção excessiva de cortisol (SOUZA, 2014), gerando assim fadiga e redução muscular proveniente da conversão excessiva dos aminoácidos em glicose e da redistribuição da gordura no organismo (NELSON; COX, 2002).

Selye (1976) classificou a resposta ao estresse em três fases: Fase de reação de alarme: primeira reação ao fator estresse, sua resistência diminui e se este for intenso, a morte poderá ocorrer; 2) Fase de resistência: ocorre após a fase do alarme, o animal se adapta e sua resistência aumenta; 3) Fase de exaustão: o estresse persistente afeta o organismo, que havia se ajustado, esgotando a energia de adaptação e, conseqüentemente, ressurgem os sinais de alarme, porém de forma irreversível, levando a morte do animal.

9 CONCLUSÃO

Dentro das perspectivas deste estudo tem-se como desfecho a possibilidade de satisfazer da melhor forma possível as necessidades básicas das vacas leiteiras nos quesitos fisiológicos e comportamentais, adotando-se gêneros musicais e verificando as interferências de fatores extrínsecos do meio ambiente, bem como sugerindo alternativas para a melhoria do seu bem-estar, como, por exemplo, a promoção da redução do estresse nos animais e a utilização de práticas rotineiras de enriquecimento ambiental através da música. Sendo este quesito importante para o melhor desempenho produtivo e social dos animais.

REFERÊNCIAS

- ALGERS, B.; EKESBO, I.; STRÖMBERG, S. The impact of continuous noise on animal health. **Acta Veterinaria Scandinavica. Supplementum**, n. 68, p. 1–26, 1978.
- ANDRADE, A.; PINTO, S. C.; OLIVEIRA, R. S. **Animais de laboratório: criação e experimentação**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2006.
- APPLEBY, M. C.; HUGHES, B. O. **Bem-estar animal**. Oxon: CAB International, 1997. 316 p.
- ARAVE, C. W. Avaliação da capacidade sensorial de animais usando tecnologia operante. **Journal of Animal Science**, v. 74, n. 8, p. 1996–2009, 1996.
- ARCANJO, S. **Lições elementares de teoria musical**. São Paulo: Ricordi, 1918.
- BERGLUND, B. et al. **Guidelines for community noise**. Geneva: World Health Organization, 1999. 159 p.
- BOERE, V. Comportamento e enriquecimento ambiental. In: FOWLER, M. E.; CUBAS, Z. S. **Biologia, medicina e cirurgia de animais silvestres sul-americanos**. Iowa: Iowa State University Press, 2001. p. 263–267.
- BRAGA, J. S. et al. O modelo dos “Cinco Domínios” do bem-estar animal aplicado em sistemas intensivos de produção de bovinos, suínos e aves. **Revista Brasileira de Zootecias**, v. 19, n. 2, 2018.
- BRANDÃO, M. L.; GRAEFF, F. G. **Neurobiologia dos transtornos mentais**. São Paulo: Editora Ateneu, 2014.
- BROOM, D. M.; MOLENTO, C. F. M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas. **Archives of Veterinary Science**, v. 9, n. 2, p. 1–11, 2004.

BROOM, D. M. Indicadores de bem-estar precário. **British Veterinary Journal**, v. 142, n. 6, p. 524–526, 1986.

BROOM, D. M.; JOHNSON, K. G. **Stress and animal welfare**. London: Chapman & Hall, 1993. 211 p.

BROUČEK, J. Effect of noise on performance, stress, and behaviour of animals. **Slovak Journal of Animal Science**, v. 47, n. 2, p. 111–123, 2014.

BURN, C. C. Como é ser um rato? Percepção sensorial de ratos e suas implicações para o projeto experimental e o bem-estar dos ratos. **Ciência Aplicada do Comportamento Animal**, v. 1–2, p. 1–32, 2008.

CALAMITA, S. C. et al. A música e seus diversos impactos sobre a saúde e o bem-estar dos animais. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 14, n. 3, p. 6–11, 2016.

CALAMITA, S. C. et al. Uso da música na abordagem terapêutica e cadeia produtiva pela medicina veterinária no mundo. **Revista Unimar Ciências**, v. 22, n. 1–2, 2017.

CAMPOS, J. A. et al. Enriquecimento ambiental para leitões na fase de creche advindos de desmame aos 21 e 28 dias. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 2, p. 272–278, 2010.

CARTHY, J. D. Observação e descrição do comportamento. In: CARTHY, J. D. **Comportamento animal**. 2. ed. São Paulo: EPU/Editora da Universidade de São Paulo, 1980. v. 14, p. 1–8.

CASTELHANO-CARLOS, M. J.; BAUMANS, V. The impact of light, noise, cage cleaning and in-house transport on welfare and stress of laboratory rats. **Laboratory Animals**, v. 43, n. 4, p. 311–327, 2009.

CERQUEIRA, J. O. L. **Avaliação de bem-estar animal em bovinos de leite na região norte de Portugal**. 2013. 342 p. Tese (Ciências Veterinárias) – Instituto de Ciências Biológicas Abel Salazar, Universidade do Porto, Porto, 2013.

COSTA, M. J. R. P. Comportamento e bem-estar de bovinos e suas relações com a produção de qualidade. In: **REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 41., 2003, Jaboticabal. Anais [...]. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias, 2003. p. 260–268.

COSTA, M. J. R. P. et al. Treinamento de pecuaristas em bem-estar animal: seu papel no desenvolvimento do setor leiteiro – a experiência brasileira. In: **CONFERÊNCIA 03 – SAÚDE ANIMAL E BEM-ESTAR ANIMAL**. Federação Internacional de Laticínios. Mundo Unido de Laticínios. Berlin, 2009.

CUBAS, Z. S. Cuidados veterinários com répteis em cativeiro. In: **Répteis do Brasil: manutenção em cativeiro**. São José dos Pinhais: Gráfica e Editora Amaro, 1997. p. 49–65.

CUNHA, E. Z. F. **Emoções e estresse de animais**. Ponta Grossa: Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais, 2020.

DEL-CLARO, K.; PREZOTO, F.; SABINO, J. **As distintas faces do comportamento animal**. Valinhos: Anhanguera Educacional, 2003. Edição especial. 18 p.

ELOY, A. M. X. **Estresse na produção animal**. Sobral: EMBRAPA, 2007. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPC/20885/1/cot87.pdf>. Acesso em: 30 maio 2023.

ESCRIBANO-DÍAZ, C. et al. Um circuito regulador dependente do ciclo celular composto por 53BP1-RIF1 e BRCA1-CtIP controla a escolha da via de reparo do DNA. **Molecular Cell**, v. 49, n. 5, p. 872–883, 2013.

FERREIRA, S. A.; SAMPAIO, I. B. M. Relação homem-animal e bem-estar do cão domiciliado. **Archives of Veterinary Science**, v. 15, n. 1, p. 22–35, 2010.

FOPPA, L. et al. Enriquecimento ambiental e comportamento de suínos. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 8, n. 1, p. 1–7, 2014.

FRANDSON, R. D.; WILKE, W. L.; FAILS, A. D. **Anatomia e fisiologia dos animais de fazenda**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

HENEINE, I. F. Biofísica básica. In: HENEINE, I. F. **Biofísica básica**. São Paulo: Atheneu, 2008. p. 235–336.

HICKEY, M.-C.; DRENNAN, M.; EARLEY, B. The effect of abrupt weaning of suckler calves on the plasma concentrations of cortisol, catecholamines, leukocytes, acute-phase proteins and in vitro interferon-gamma production. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 11, p. 2847–2855, 2003.

HUGHES, B. O. Behaviour as an index of welfare. In: **PROCEEDINGS OF THE FIFTH EUROPEAN POULTRY CONFERENCE**, 1976, Malta. Proceedings [...]. Malta, 1976. p. 1005–1018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Em 2021, o rebanho bovino bateu recorde e chegou a 224,6 milhões de cabeças. 2022. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/34983-em-2021-o-rebanho-bovino-bateu-recorde-e-chegou-a-224-6-milhoes-de-cabecas>. Acesso em: 9 mar. 2023.

JACINTO, D. M. **Bem-estar animal em explorações leiteiras: percepção dos produtores vs realidade**. 2011. 116 p. Dissertação (Medicina Veterinária) – Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, 2011.

KAUKE, M.; SAVARY, P. Lärm und Vibrationen im Melkstand: Auswirkungen auf das Tier. **Agrarforschung Schweiz**, v. 1, n. 3, p. 96–101, 2010.

KOVALCIK, K.; SOTTNIK, J. Effect of noise on the milking efficiency of cows. **Zivocisna Vyroba**, v. 16, n. 10/11, p. 795–804, 1971.

LANIER, J. L. et al. A relação entre reação a movimentos e sons repentinos e intermitentes e temperamento. **Revista de Ciência Animal**, v. 6, p. 1467–1474, 2000.

LEFCOURT, A. M.; ELSASSER, T. H. Adrenal responses of Angus × Hereford cattle to the stress of weaning. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 9, p. 2669–2676, 1995.

LEHUGEUR, C. M. **Bem-estar em ovinos no Rio Grande do Sul: termografia na avaliação de podridão dos cascos e estresse por calor**. 2012. 70 p. Dissertação (Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

LEMCKE, M.-C. et al. Impacto da música tocada em um sistema de ordenha automática na produção e no comportamento do leite das vacas – um estudo piloto. **Dairy**, v. 2, n. 1, p. 73–78, 2021.

LOW, P. et al. A Declaração de Cambridge sobre Consciência. Conferência Memorial Francis Crick sobre Consciência em Animais Humanos e Não Humanos, 2012. Disponível em: <http://fcmconference.org/img/FCMCProgram.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2023.

MACHADO, A. T. **Vacas leiteiras e música clássica brasileira: um encontro inusitado**. 2016. 44 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Zootecnia) – Universidade Federal do Pampa, 2016.

MAIA, A. P. A. et al. Enriquecimento ambiental como medida para o bem-estar positivo de suínos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, p. 2862–2877, 2013.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **Mapa do leite**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/mapa-do-leite>. Acesso em: 16 mar. 2023.

MED, B. **Teoria da música**. 4. ed. rev. e ampl. Brasília: Musimed, 1996. p. 33–34.

MELLOR, D. J.; BEAUSOLEIL, N. J. Extending the ‘Five Domains’ model for animal welfare assessment to incorporate positive welfare states. **Animal Welfare**, v. 24, n. 3, p. 241–253, 2015.

MELLOR, D. J.; REID, C. S. W. Concepts of animal well-being and predicting the impact of procedures on experimental animals. 1994. Disponível em: <https://org.uib.no/dyreavd/harmbenefit/Concepts%20of%20animal%20well-being%20and%20predicting.pdf>. Acesso em: 6 out. 2022.

MOBERG, G. P. Problems in defining stress and distress in animals. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 191, n. 10, p. 1207–1211, 1987.

MOBERG, G. P. Resposta biológica ao estresse: implicações para o bem-estar animal. In: MOBERG, G. P. **A biologia do estresse animal: princípios básicos e implicações para o bem-estar animal**. Wallingford: CABI, 2000. p. 1–21.

MOLENTO, C. F. M. Bem-estar e produção animal: aspectos econômicos. **Archives of Veterinary Science**, v. 10, n. 1, 2005.

- MOREIRA, S. V. et al. Neuromusicoterapia no Brasil: aspectos terapêuticos na reabilitação neurológica. **Brazilian Journal of Music Therapy**, n. 12, p. 18–26, 2012.
- MORGAN, K. N.; TROMBORG, C. T. Fontes de estresse em cativeiro. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 102, n. 3–4, p. 262–302, 2007.
- NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger: princípios de bioquímica**. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- NEWBERRY, R. C. Enriquecimento ambiental: aumentando a relevância biológica de ambientes cativos. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 2–4, p. 229–243, 1995.
- ORSINI, H.; BONDAN, E. F. Fisiopatologia do estresse em animais selvagens em cativeiro e suas implicações no comportamento e bem-estar animal. **Revista do Instituto de Ciências da Saúde**, v. 24, n. 1, p. 7–13, 2006.
- PAES, P. R. O. et al. O leucograma como indicador de estresse no desmame e no transporte rodoviário de bovinos da raça Nelore. **Semina: Ciências Agrárias**, p. 305–311, 2012.
- PERISSINOTTO, M.; DE MOURA, D. J.; CRUZ, V. F. Avaliação da produção de leite em bovinos utilizando diferentes sistemas de climatização. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 30, n. 1, p. 135–142, 2007.
- PHILLIPS, C. J. C. Housing, handling and the environment for cattle. In: PHILLIPS, C. J. C. **Principles of cattle production**. Wallingford: CABI, 2009. p. 95–128.
- PRIOLLI, M. L. M. **Princípios básicos da música para a juventude: teoria musical**. Rio de Janeiro: Casa Oliveira de Música, 1968.
- SANTOS, A. S. **Avaliação do bem-estar de vacas leiteiras criadas em sistema intensivo submetidas a enriquecimento ambiental com música**. 2020. Dissertação (Pós-Graduação em Saúde, Bem-Estar e Produção Animal Sustentável) – Universidade Federal da Fronteira do Sul, Realeza, 2020.
- SANTOS, T. L. S. et al. Enriquecimento ambiental para vacas leiteiras. 2020. Disponível em: <http://www.milkpoint.com.br/artigos/producao-de-leite/enriquecimento-ambiental-para-vacas-leiteiras-221719/>. Acesso em: 18 maio 2023.
- SELYE, H. **Stress: a tensão da vida**. 2. ed. São Paulo: Ibrasa, 1959.
- SERGIO, N. **Teoria musical: conceituação de música, som e suas propriedades**. São Paulo: Liceu Franco-Brasileiro, 2020.
- SILVA, F. R. S. **Efeito do enriquecimento sensorial auditivo (música) no bem-estar de matrizes suínas gestantes**. 2016. 178 p. Tese (Ciências) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016.
- SOUZA, B. B. et al. Parâmetros fisiológicos e índice de tolerância ao calor de bovinos da raça Sindi no semiárido paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 883–888, 2007.

SOUZA, M. S. V. B. **Revisitando o significado do estresse no contexto das organizações: uma breve revisão teórico-conceitual**. 2014. 31 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão de Pessoas e Coaching) – Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2014.

TANNENBAUM, J. Ethics and animal welfare: the inextricable connection. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 198, p. 1360–1376, 1991.

UETAKE, K.; HURNIK, J. F.; JOHNSON, L. Effect of music on the voluntary approach of dairy cows to an automatic milking system. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 53, n. 3, p. 175–182, 1997.

UVNÄS-MOBERG, K. Physiological and endocrine effects of social contact. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 807, p. 146–163, 1997.

VEISSIER, I.; BEAUMONT, C.; LÉVY, F. Les recherches sur le bien-être animal: buts, méthodologie et finalité. **INRAE Productions Animales**, v. 20, n. 1, p. 3–10, 2007.

VOIPIO, H.-M. How do rats react to sounds? **Scandinavian Journal of Laboratory Animal Science**, Suppl., v. 24, n. 1, p. 1–80, 1997.

WEERD, H. A. van de; DAY, J. E. Uma revisão do enriquecimento ambiental para suínos alojados em sistemas de alojamento intensivo. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 1, p. 1–20, 2009.

ZANONI, E.; HILGEMBERG, B.; MOREIRA, N. Estados comportamentais de equinos submetidos às provas de tambor e baliza. **Revista Acadêmica Ciência Equina**, v. 1, p. 27–35, 2017.



BIOCLIMATOLOGIA E BEM-ESTAR
ANIMAL NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Coletânea Científica – Artigos Completos –

Volume 3 – 2026

Editora Científica Semiárido Acadêmico (ECSA)

ISBN 978-65-01-80872-7 | Acesso Aberto

CAPÍTULO VIII

Influência da utilização de música na sala de ordenha sobre o comportamento de vacas leiteiras

Influence of music use in the milking parlor on the behavior of dairy cows

**Gelson da Costa Silva¹; Bonifácio Benício de Souza¹; Sônia Correia Assis da Nóbrega¹;
José Fábio Paulino de Moura¹; João Paulo da Silva Pires¹; Talícia Maria Alves Benício¹;
Maycon Rodrigues da Silva¹; José Antônio Pires da Costa Silva¹; Ariádne de Barros
Carvalho¹; João Vinícius Barbosa Roberto²**

¹ Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Patos, PB, Brasil.

² Faculdades Nova Esperança (FACENE–FAMENE), João Pessoa, PB, Brasil.

Autor correspondente: bonifacio.ufcg@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.65338/ecsa.v3.2026.c08>

RESUMO

O bem-estar animal (BEA) constitui um tema de elevada relevância científica e social, estando diretamente associado às condições ambientais, aos sistemas de manejo e às respostas comportamentais e fisiológicas dos animais de produção. Nesse contexto, a etologia aplicada surge como ferramenta fundamental para a avaliação do impacto de estímulos ambientais sobre o comportamento e o desempenho produtivo. Na pecuária leiteira, o uso de música como forma

de enriquecimento ambiental ainda é pouco explorado de maneira técnica, embora estudos recentes indiquem seu potencial na redução do estresse durante a ordenha e na melhoria das condições de bem-estar. O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência da utilização de diferentes gêneros musicais na sala de ordenha sobre o comportamento, os parâmetros fisiológicos e a produção de leite de vacas leiteiras em sistema semi-intensivo. O experimento foi conduzido com vacas da raça Holandesa, distribuídas em quatro situações experimentais, envolvendo períodos com música (forró pé de serra e música clássica) e sem música. Foram avaliados indicadores de bem-estar animal, incluindo comportamento, parâmetros fisiológicos, conforto térmico, sanidade e produção leiteira. Os resultados demonstraram que a introdução da música na sala de ordenha promoveu alterações positivas em determinados comportamentos associados ao BEA, especialmente nos padrões de ruminação e ingestão alimentar, sem provocar alterações fisiológicas adversas ou prejuízos à audição dos animais. Conclui-se que a utilização de música como enriquecimento ambiental durante a ordenha pode contribuir de forma positiva para o bem-estar de vacas leiteiras, constituindo uma alternativa viável de manejo em sistemas de produção.

Palavras-chave: condições ambientais; etologia; música; estresse.

ABSTRACT

Animal welfare (AW) is a highly relevant scientific and social issue, directly associated with environmental conditions, management systems, and the behavioral and physiological responses of production animals. In this context, applied ethology emerges as a fundamental tool for assessing the effects of environmental stimuli on animal behavior and productive performance. In dairy farming, the use of music as a form of environmental enrichment is still rarely explored in a technical manner, although recent studies suggest its potential to reduce stress during milking and improve welfare conditions. This study aimed to evaluate the influence of different musical genres used in the milking parlor on the behavior, physiological parameters, and milk production of dairy cows raised under a semi-intensive system. The experiment was conducted with Holstein cows distributed across four experimental situations, including periods with music (forró pé de serra and classical music) and without music. Animal welfare indicators were assessed, including behavior, physiological parameters, thermal comfort, health, and milk yield. The results indicated that the introduction of music in the milking parlor promoted positive changes in specific behaviors related to animal welfare, particularly those associated with rumination and feeding patterns, without causing adverse physiological effects or auditory damage. It is concluded that the use of music as environmental

enrichment during milking can positively contribute to the welfare of dairy cows, representing a feasible management strategy in dairy production systems.

Keywords: environmental conditions; ethology; music; stress.

INTRODUÇÃO

O Brasil possui um rebanho bovino com 224,6 milhões de cabeças, conseguindo grande destaque na pecuária mundial. Esses dados são referentes ao ano de 2021 divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022). Este levantamento demonstrou um crescimento contínuo por três anos consecutivos, tendo aumentado 3,1% em relação ao ano de 2016 que foi 218,2 milhões de cabeças registradas.

Quanto à produtividade de leite, este levantamento mostrou que houve uma estabilização quando comparado ao ano de 2020, gerando cerca de 35,3 bilhões de litros em 2021. Entre as regiões do país se destaca o Sul, contudo o Nordeste teve um crescimento na produção de 12,8%, apresentando 5,5 bilhões de litros de leite.

Apesar deste crescimento, existem pesquisas que utilizam métodos científicos capazes de influenciar o comportamento e a fisiologia das vacas, visando a melhoria dos índices produtivos de leite. Nesse ínterim, a utilização de música como meio de enriquecimento ambiental tem sido tema de estudos, pois as vacas são animais sencientes e se relacionam com outros indivíduos e com as condições ambientais, gerando assim fatores intrínsecos de convívio.

Além disso, a rotina de ordenha é reconhecida como um momento sensível dentro do sistema de produção, no qual estímulos do ambiente (ruídos, presença humana, mudanças de manejo e condições térmicas) podem repercutir diretamente nas respostas comportamentais e fisiológicas dos animais. Dessa forma, estratégias de manejo que favoreçam um ambiente mais previsível e menos aversivo tendem a contribuir para a redução de reações de medo e agitação, fortalecendo a interação homem-animal e favorecendo a eficiência da atividade. Nesse cenário, o enriquecimento ambiental ganha relevância por oferecer estímulos capazes de modular o comportamento e ampliar as condições de conforto, sem demandar intervenções estruturais complexas. Assim, a avaliação científica desses estímulos torna-se essencial para subsidiar recomendações técnicas aplicáveis à pecuária leiteira, inclusive em realidades de manejo semi-intensivo.

Os estímulos externos provocantes de estresse podem ser minimizados com o uso de gêneros musicais indicados por estudos científicos prévios. Estes estudos já demonstraram

resultados eficientes através do aumento de produção, da redução do estresse durante o manejo e do tempo de ordenha. O objetivo desta pesquisa foi angariar maior aprendizagem a respeito da importância de gêneros musicais no bem-estar e na produção de leite.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local e animais

A realização desta pesquisa aconteceu numa propriedade (Figura 1) com sistema semi-intensivo de atividade leiteira, localizada no município de Currais Novos, na região Seridó do Estado do Rio Grande do Norte, onde a partir do dia 15 de janeiro de 2023 houve o período de adaptação de trinta dias e logo em seguida foram transcorrido quarenta dias ininterruptos do experimento.

A propriedade contava com vinte e duas vacas da raça holandesa, com idades entre dois a cinco anos, em lactação no período de elaboração desta pesquisa. Os animais se alimentavam de ração, feno e silagem dispostas diariamente em duas porções, bem como tinha acesso ao pasto. O tipo de mão de obra utilizada era familiar, entretanto, todos seguiam orientação do responsável técnico, o Médico Veterinário, que indicava todo manejo quanto à reprodução e sanidade.

Nesta propriedade existia um estábulo para a ordenha com dimensões de dez metros de largura e vinte e um metros de comprimento, bem como havia um curral de espera com vinte metros de largura e trinta metros de comprimento. Nas mesmas dimensões citadas anteriormente, existia um curral para descanso pós-ordenha, disposto de cama de areia profunda. Toda matéria orgânica (fezes) produzida pelos animais era recolhida duas vezes ao dia no intervalo entre ordenha.



Figura 1- Localização da propriedade em Currais Novos - RN, Brasil

Fonte: Google Earth (2023)

Para que não houvesse interferência humana nos resultados, nem possíveis alterações nos parâmetros fisiológicos das vacas, houve um período de trinta dias de adaptação dos animais com a presença do pesquisador.

2.2 Tipo de ordenha

O tipo de ordenha era estritamente manual, efetuada nos horários de cinco e dezessete. A média da produção diária de leite era de vinte e quatro litros, sendo a base para quantificação durante o período de pesquisa.

2.3 Avaliação do BEA

Nesse experimento foram utilizados os protocolos da Welfare Quality (2009) e dos autores Hammerschmidt e Molento (2014) como arcabouço para analisar o BEA dos animais. Os indicadores foram: nutrição, sanidade, conforto térmico, comportamento, quantidade de leite produzido e parâmetros fisiológicos. Estes foram determinantes para mostrar a atuação dos

gêneros musicais no grau de BEA durante a ordenha. A tabela 1 mostra os indicadores, medidas correspondentes e critérios para aferição.

Tabela 1. Demonstração dos indicadores, medidas e critérios de avaliação do BEA.

Indicadores	Medidas	Crítérios
Nutrição	Escore corporal e quant. de água	Fome e sede
Saúde	Claudicação, lesões de pele, tosse, secreção nasal, secreção ocular, respiração dificultada, diarreia, secreção vulvar, contagem de células somáticas do leite, mortalidade, distocia, vacas baixas.	Injúria e doença
Conforto térmico	Índice de temperatura e umidade (ITU)	Desconforto térmico
Comportamento	Expressão, interrelação com humanos e emoção	Comportamento agonístico, distanciamento humano e qualidade comportamental
Quant. de leite	Produção leiteira	Aumento da quantidade
Parâmetros fisiológicos	Frequência Cardíaca (FC), Frequência Respiratória (FR) e temperatura retal	Estresse e psicopatias

Fonte: Adaptado de Hammerschmidt e Molento (2014).

2.4 Avaliação do escore corporal

Para a avaliação do escore de condição corporal (ECC) das vacas deste trabalho, foi utilizada uma escala de variação considerando o número um como extremamente magra e o cinco extremamente gorda. Para que seja titulada como animal dentro dos padrões da normalidade, este índice deve estar entre 3 e 3,5. O índice dois significa que a vaca está magra e o quatro gorda. Na Figura 2 estão demonstrados os índices da escala do ECC.



Figura 2 - Escore de condição corporal das vacas leiteiras
Fonte: Viana (2020)

2.5 Avaliação do escore de claudicação

A figura 3 demonstra o método de avaliação da claudicação utilizado nesta pesquisa, com escore de variação que limita valores de um a cinco. Este método subjetivo verifica o alinhamento do dorso e a marcha, propondo esses valores. No escore um temos a vaca em condições de normalidade. Com o aumento desses valores, há proporcionalmente aumento da gravidade da claudicação. A avaliação sistemática desse escore permite identificar precocemente alterações locomotoras que podem comprometer o bem-estar animal, a produtividade e a permanência dos animais no sistema de produção. Além disso, a claudicação é reconhecida como um importante indicador indireto de conforto, manejo e condições das instalações, sendo amplamente utilizada em estudos de bem-estar animal em bovinos leiteiros.

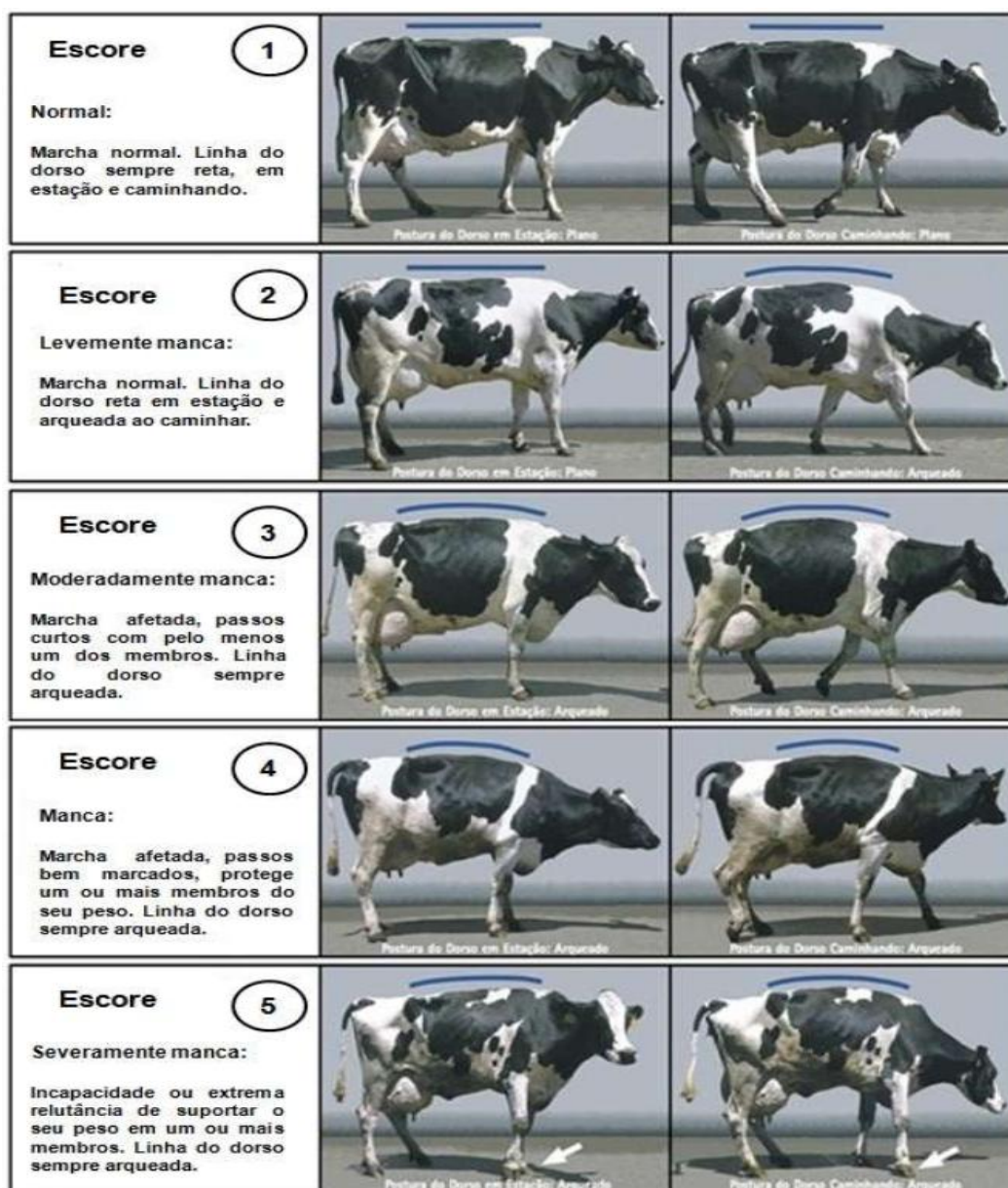


Figura 3 - Escore de claudicação de vacas leiteiras
Fonte: Sprecher et al. (1997).

2.6 Contagem de Células Somáticas

Para a avaliação do reflexo da sanidade do rebanho, quanto à produção leiteira, se fez necessária a realização da avaliação da Contagem de Células Somáticas (CCS) através da citometria de fluxo, no equipamento Somacount, bem como foi feito o teste da caneca de fundo preto como métodos para diagnóstico das mastites. Ambas ações foram coletadas duas vezes a cada situação do experimento e suas médias ponderadas descritas em planilha. Com isto também foi possível verificar se havia perda de produção e possível infecção nas vacas do

experimento. A tabela 2 possui essa correlação para analisar os dados e compará-los com os produzidos por pesquisadores (National Mastitis Council, 2001).

Tabela 2. Estimativa de infecções e perdas na produção leiteira em relação a Contagem de Células Somáticas do Tanque de Expansão.

CCSTQ (1.000 cél/ml)	Porcentagem de quartos infectados no rebanho (%)	Porcentagem de perda na produção (%)
200	6	0
500	16	6
1000	32	18
1500	48	29

Fonte: National Mastitis Council (2001).

2.7 Avaliação do comportamento

A avaliação do comportamento animal foi realizada durante todo o período experimental, especificamente na fase de execução da atividade produtiva, contemplando o momento da ordenha. Para garantir a fidedignidade das observações comportamentais, foi necessário manter uma distância mínima de dez metros em relação aos animais na sala de ordenha, com o objetivo de reduzir a interferência humana na rotina produtiva e evitar alterações artificiais no comportamento das vacas. Todos os dados inerentes a esse quesito foram registrados de forma sistemática em planilhas padronizadas, possibilitando a organização e posterior análise das informações coletadas.

As observações foram conduzidas de maneira contínua, respeitando as condições normais de manejo adotadas no sistema de produção. Mediante as informações obtidas, foi possível mensurar os comportamentos das vacas leiteiras durante a ordenha com base nos etogramas descritos na Tabela 3, propostos por Endres e Barberg (2007), e na Tabela 4, conforme Pilatti (2017), os quais permitiram a categorização e quantificação das respostas comportamentais observadas.

Tabela 3. Etograma I

Tipo	Detalhes
Afugentar	Quando uma vaca chega a menos de 0,5 m de outro fazendo com que o outro animal se afaste sem qualquer contato físico.
Empurrar	Quando uma vaca empurra com o corpo outra, fazendo-a se mover.
Cabeçada	Golpe rápido com a cabeça em outra vaca, em geral, sem causar o deslocamento dos animais.
Lamber	Lamber outro animal.

Fonte: Endres e Barberg (2007)

Tabela 4. Etograma II

Tipo	Detalhes
Ócio em pé	Animal em pé, sem realizar qualquer atividade (ruminando, comendo, etc.).
Ócio deitado	Animal deitado, sem realizar qualquer atividade (ruminando, comendo).
Ruminando em pé	Animal em pé, regurgitando ou remastigando os alimentos.
Ruminando deitado	Animal deitado, regurgitando ou remastigando os alimentos.
Comendo	Animal ingerindo alimento nas baias de alimentação.
Ingerindo água	Animal ingerindo água nos bebedouros.
Andando	Deslocamento do animal, na área de descanso ou pista de alimentação.
Ofegação	Forma de dissipar o calor corporal. O animal apresenta boca aberta e salivação intensa.
Monta	Quando uma vaca apresenta comportamento de monta em outro animal.
Brincar com outro animal	Quando a vaca de forma pacífica corre saltitando ou usa a cabeça para brincar com outro animal.
Brincar com a cama	Quando o animal joga a cama para cima com um dos membros anteriores.

Fonte: Adaptado por Pilatti (2017).

2.8 Música

Como a região possui na sua cultura um gênero musical forró pé de serra característico do povo nordestino, presente rotineiramente nas propriedades de produção leiteira durante a ordenha, sendo estes fatores cruciais para escolha na pesquisa como parâmetro musical na sala de ordenha. Para a concretização deste feito foram utilizadas músicas interpretadas por Santanna (2017), o Cantador. Nelas estavam em sintonia um arranjo de instrumentos típicos da região como: zabumba, triângulo, chocalho e sanfona.

Outro gênero utilizado na pesquisa foi a música clássica, devido à capacidade de qualificação do BEA, narrado por vários conteúdos científicos. As peças musicais tiveram por base a utilização de piano de cauda, mediante um compilado de obras-primas originárias de autores renomados, como: Chopin, Debussy e Beethoven (Classical Masterpieces, 2023). Ambos os vídeos obtidos da plataforma digital Youtube possuíam duração prolongada, contudo estes foram convertidos de arquivo .mp4 para áudio .mp3, com objetivo de facilitar a execução no equipamento durante as sessões na sala de ordenha. O tempo da intervenção foi de quarenta dias ininterruptos.

2.9 Equipamentos

Para avaliar e mensurar os parâmetros fisiológicos das vacas em lactação, foram utilizados um estetoscópio da marca Littmann do tipo classic II, para aferir a Frequência Cardíaca (FC) e a Frequência Respiratória (FR); um cronômetro com a finalidade de ditar o tempo de execução das frequências e temperatura; um termômetro digital apropriado para animais de grande porte, com objetivo de verificar o grau de temperatura retal.

Na pesquisa foi utilizado o decibelímetro da marca Datalogger, modelo DEC-490, (Figura 4) com faixa de aferição entre 30 e 130 decibéis. A sala de ordenha foi submetida a avaliação da intensidade sonora prévia, com fins de demonstrar os ruídos ambientais, fornecendo assim a média dos níveis máximo e mínimo.

A aferição da intensidade do som foi efetuada para quantificar e verificar se estava condizente com a capacidade auditiva das vacas, permitindo assim, a certeza de que os gêneros musicais estavam sendo ouvidos sem provocar danos. Para isto, foram escolhidos cinco pontos de posição do decibelímetro na sala de ordenha, contando as quatro extremidades e o centro para avaliar as médias das intensidades de som das situações sem músicas. Durante a execução da pesquisa, também foram aferidas nos mesmos moldes da anterior, as médias das intensidades sonoras com o uso de cada gênero musical.



Figura 4. Equipamento para aferição da intensidade sonora.
Fonte: Arquivo pessoal.

Foi utilizada uma caixa de som da marca JBL, modelo Charge 3 mini, com dispositivo USB para conectar um pen-drive contendo os gêneros musicais escolhidos. Esta permaneceu numa altura de dois metros na parte medial do lado direito da sala de ordenha.

Com auxílio de um termo-higrômetro digital da marca Inconterm, foi possível verificar a umidade relativa do ar e temperatura durante o período prévio da execução dos trabalhos diários, com fins de analisar o conforto térmico. Este equipamento foi posicionado ao centro da sala de ordenha, numa altura de noventa centímetros. Às quatro e meia da manhã e às dezesseis horas e trinta minutos, estes dados eram coletados para cálculo do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) médio diário.

De acordo com a equação proposta por Buffington *et al.* (1983): $ITU = 0,8 Tbs + UR (Tbs - 14,3) / 100 + 46,3$, onde Tbs é a temperatura ambiente e UR a umidade relativa do ar, foi possível descrever essas médias. Para a análise dos dados, foi necessário utilizar a classificação proposta pelo Dr. Frank Wiersma da Universidade do Arizona, citado por Bento e Toledo Filho (2007). Ele citou as seguintes faixas: estresse ameno entre 72-79, estresse moderado entre 80-89 e estresse severo entre 90-98.

2.10 Delineamento experimental e análise estatística

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram confeccionados pelo pesquisador e devidamente assinados pelo responsável da fazenda, um termo de autorização para execução dos trabalhos e um documento esclarecendo as etapas de execução.

O manejo dos animais foi acompanhado inicialmente por um período de trinta dias, com intuito de garantir uma maior adaptação dos animais à presença do pesquisador. Depois desse tempo, o pesquisador já era conhecido pelos animais na rotina de ordenha, garantindo assim mínimas perturbações na relação homem-animal.

O experimento foi desenvolvido em quatro situações diferentes com duração de dez dias cada. Na situação um (S1), as vacas receberam o gênero musical “Forró pé de serra” durante toda a ordenha. Na situação dois (S2), elas permaneceram todo período de dez dias sem enriquecimento ambiental, ficando submetidas a intensidade sonora derivados de ruídos ambientais. Na situação três (S3), a música clássica foi imposta. Se faz jus mencionar que em S1 e S3 houve a repetição dos sons diariamente pelo período de dez dias em cada situação. Nos últimos dez dias da pesquisa houve a retirada do enriquecimento ambiental, caracterizando assim a situação quatro (S4) com as mesmas características de S2. Todas as informações foram descritas em planilhas ao final de cada situação, com fins de mensurar estatisticamente os resultados.

O software utilizado para os cálculos estatísticos do experimento foi o R-Studio. O teste H de Kruskal-Wallis foi realizado em amostras não paramétricas, tendo um intervalo de confiança de 95%, ou seja, nível de significância $\alpha=0,05$. O teste ANOVA para as variáveis contínuas também foi utilizado, contudo, quando este mostrou médias significativamente diferentes, se fez necessário a aplicação do teste de Tukey.

A média aritmética diária da quantidade de leite produzido pelas vinte e duas vacas do experimento foi calculada em dois momentos. No primeiro, no final do período de adaptação dos animais à presença do autor e durante a execução dos gêneros musicais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O enriquecimento ambiental foi utilizado neste estudo através da implantação de gêneros musicais nas S1 e S3 com fins de analisar o bem-estar animal de vacas leiteiras em

sistema semi-intensivo e ordenha manual. Para isto, os animais demonstraram sensibilidade auditiva ao perceber o EA das situações experimentais.

Foi observado o BEA das vacas quanto ao ato de ingerir alimentos nos ambientes de ordenha. Esperava-se que elas se alimentassem durante a ordenha, entretanto, o resultado foi divergente, pois esse procedimento ocorreu no curral de espera. Isto pode ter relação com a disponibilidade de ração nos cochos deste local. Enquanto havia o manejo de preparo do animal para ordenha, este se posicionava nos cochos para alimentação sem necessidade de imposição do manejador. O consumo de ração, conforme mostrado na tabela 5, foi significativamente positivo em sua totalidade, devido às porções serem disponibilizadas e consumidas somente nos locais de ordenha.

O resultado da tabela 5 demonstra maior consumo de ração (95,45%) durante a ordenha das 17 horas. Em relação a ingestão de água, isto ocorreu no curral pós ordenha, corroborando com os achados de Perissinotto *et al.* (2005) que disseram que a maior procura pelos bebedouros ocorreu após a ordenha. Portanto considera esse consumo como satisfatório quando comparado com as narrativas de Degaspari e Piekarski (1998) que dizem ser necessários quatro a cinco litros de água consumida para cada litro de leite produzido. Outro ponto importante de ser mencionado foi a ruminação da maioria dos animais durante a ordenha, fato importante na avaliação do BEA.

A alimentação e ingestão de água das vacas ocorreram de forma eficiente, pois a ração disponibilizada nos cochos foi totalmente consumida durante o procedimento de ordenha. Na primeira ordenha, conforme Tabela 5, foi observado baixo consumo de ração, sendo que isto pode ter relação com a temperatura do período matutino. Contudo, não foi fator preponderante para interferir na produção de leite ou sanidade animal. Na Tabela 8, foram observados os tipos de comportamentos ruminando em pé e deitado que caracterizam um BEA positivo.

Tabela 5. Níveis de consumo de ração conforme período de ordenha.

Níveis	Ordenha às 05 horas	Níveis	Ordenha às 17 horas
Alto	19 (86,37%)	Alto	21 (95,45%)
Baixo	3 (13,63%)	Baixo	1 (4,55%)
Total	22 (100%)	Total	22 (100%)

Fonte: Dados da dissertação do primeiro autor.

O manejo nutricional das vacas refletiu diretamente na estabilidade do escore corporal dos animais. Conforme Gráfico 1, os resultados mostraram que durante todo período de implantação das situações experimentais, as vacas não apresentaram diferenças estatísticas ($p>0,05$) quanto ao ECC médio, mantendo-se os índices dentro da normalidade.

Não houve diferença estatística ($p>0,05$) nos resultados referentes ao escore de claudicação das vacas do experimento durante todas as situações. Demonstrando valores no escore variando entre um e dois, contudo, não foi considerada estatisticamente animais com claudicação. O gráfico 2 mostra os resultados em conformidade com as situações do experimento.

O manejo nutricional contribuiu significativamente para a obtenção de ECC (Figura 2) normal. Em relação ao escore de claudicação (Figura 3), as vacas demonstraram valores que indicaram não haver esse problema, como está demonstrado no Gráfico 2. Isso pode ser fruto de bom manejo e higiene das instalações, bem como da prevenção através do casqueamento rotineiro. Além dos fatores de manejo, as condições ambientais e as estruturas das instalações são aspectos de extrema importância no desenvolvimento das doenças de casco (GUIMARÃES; DINIZ; SOUZA, 2018). Esses conglomerados de fatores foram determinantes também para não visualizar lesões dermatológicas durante o experimento.

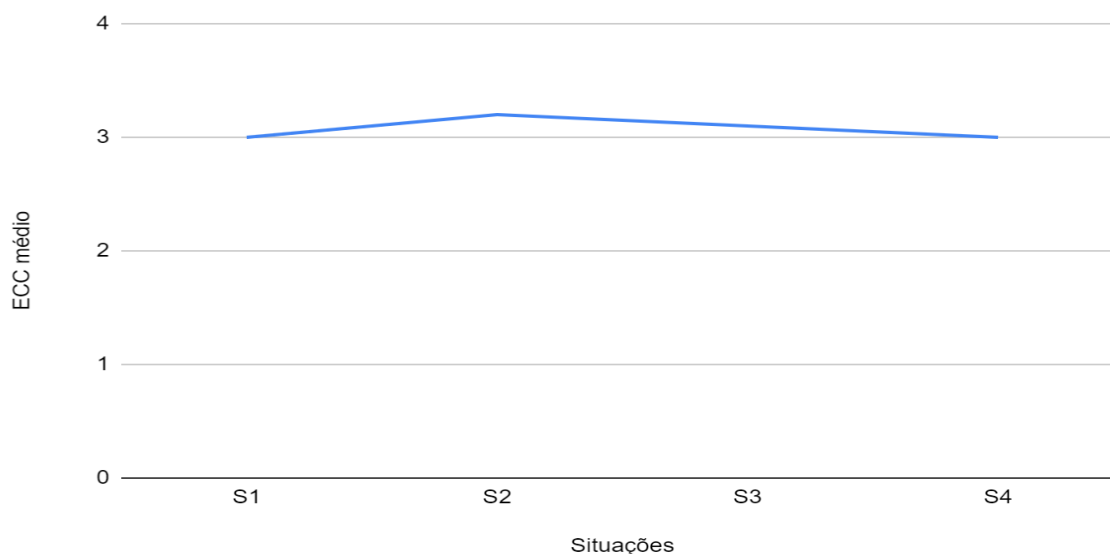


Gráfico 1. Escore de Condição Corporal médio em cada situação.
Fonte: Dados da dissertação do primeiro autor.

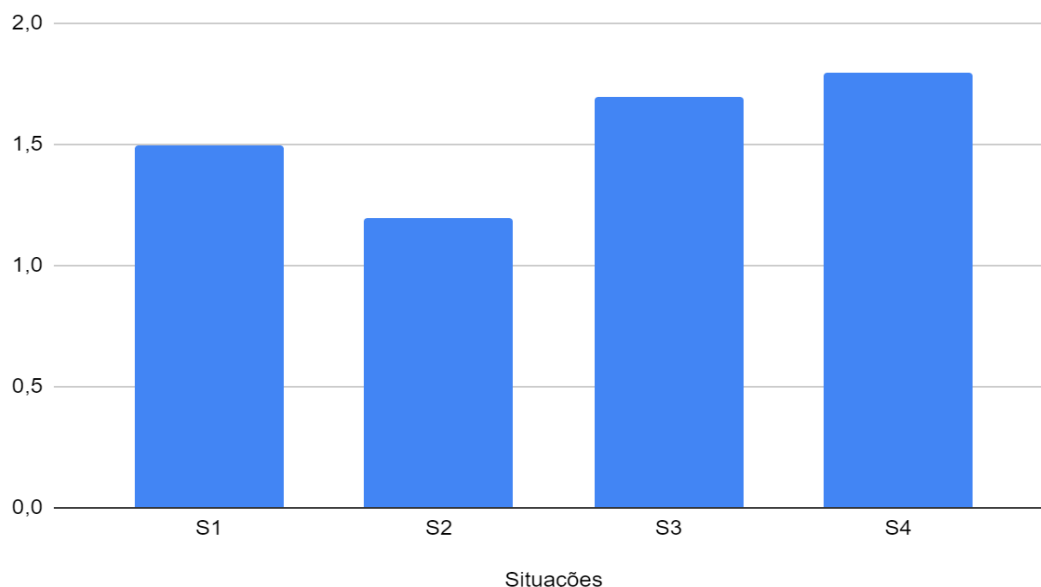


Gráfico 2. Frequência do escore de claudicação nas situações do experimento

Fonte: Dados da dissertação do primeiro autor.

As estimativas de CCS em 1000 células por mililitro e percentuais de infecção e perda de produção foram realizadas durante as situações experimentais, porém os dados não mostraram diferença estatística ($p>0,05$), conforme pode ser observado no gráfico 3, referente às médias ponderadas de valores de CCS nas situações. É importante enfatizar que as porcentagens de infecção foram abaixo de seis e a perda de produção foi nula, garantindo assim a sanidade das glândulas mamárias.

A sanidade das glândulas mamárias foi constatada através de avaliação da caneca de fundo preto e pela média de CCS (Gráfico 3), contudo, não foram evidenciadas qualquer alteração infecciosa que gerasse diminuição na produção de leite. Isto pode estar relacionado diretamente a higiene das instalações, bem como limpeza e desinfecção das tetas no pré-dipping.

Não foram observadas durante a pesquisa quaisquer alterações quanto a secreção nasal, ocular e vulvar, bem como tosse, dispneia, diarreia, distocia, morte e vacas baixas. Portanto, durante todo o experimento as vacas se mantiveram com a sanidade intacta, sem necessidade de intervenção médica veterinária. Os resultados são frutos de um manejo adequado.

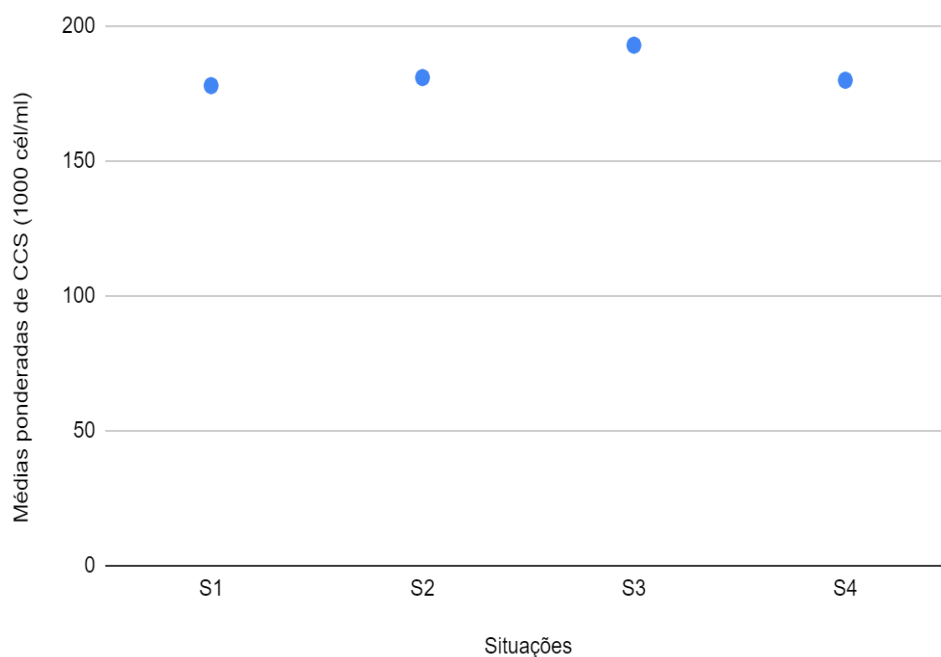


Gráfico 3. Médias de CCS em 1000 células por ml nas situações experimentais

Fonte: Dados da dissertação do primeiro autor.

Os resultados referentes aos valores das médias diárias de ITU são mostrados no gráfico 4, seguindo o panorama de dez dias para cada situação experimental. Na análise estatística não ocorreu diferença estatística entre as médias de ITU.

O ITU relativo ao período experimental, conforme gráfico 4, apresentou-se variando na faixa entre valores maiores de 60 e menores de 80, isto pode indicar situação de estresse térmico ameno, porém é salutar fazer inferências que as vacas estavam adaptadas a essa situação bioclimatológica. Não podendo ser motivo de depreciação dos valores quantitativos da produção leiteira.

Num estudo realizado por Bento e Toledo Filho (2007) para avaliar o ITU em vacas leiteiras no município de Pilar - Alagoas, eles verificaram que na maior parte do dia havia estresse ameno, entretanto, às 05:00 horas da manhã as vacas não apresentaram indicativo de estresse térmico. Redigiram ainda que nos momentos de baixas temperaturas não houve índices de estresse moderados, visto que o maior ITU foi menor que 80.

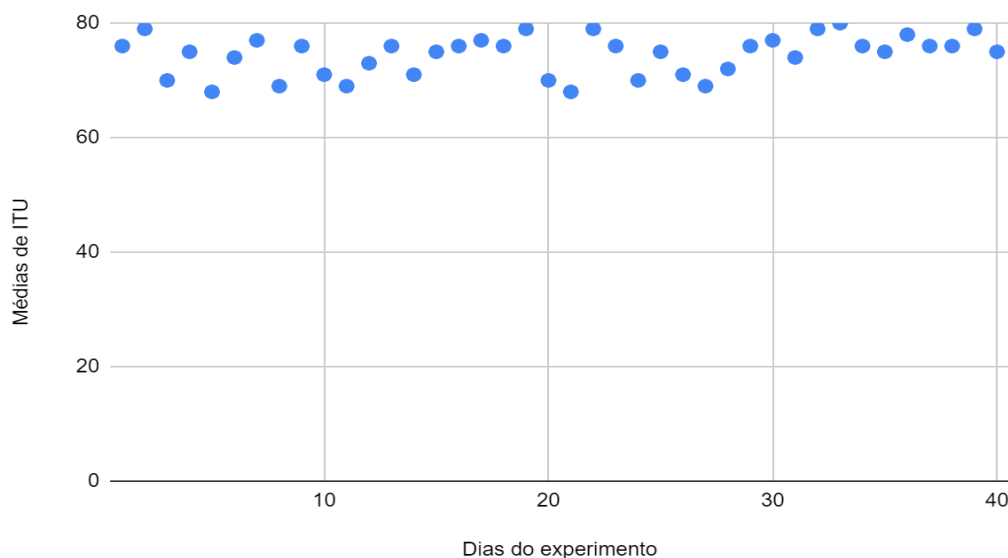


Gráfico 4. Médias de ITU nos dias do experimento
 Fonte: Dados da dissertação do primeiro autor.

Os resultados das médias da produção diária de leite nas situações experimentais em conformidade com o protocolo dos dez dias para cada, estão demonstrados no gráfico 5, sendo importante frisar que houve diferença estatística ($p < 0,05$) em S2 e S4.



Gráfico 5. Média da produção diária de leite em litros durante o experimento
 Fonte: Dados da dissertação do primeiro autor.

A produção de leite das vinte e duas vacas em lactação no período experimental, mostrada no gráfico 5, teve alterações nas médias, pois em S2 e S4 percebeu-se baixa, enquanto em S1 e S3 as médias se mantiveram, quando em comparação com os valores prévios ao experimento.

Uma explicação plausível foi a impossibilidade de realizar uma associação da produção de leite com as situações experimentais, devido a fatores intrínsecos às vacas, pois elas estavam em

diferentes estágios de lactação, idades e números de lactações (ZANELA, 2015), bem como, a curva de lactação de primíparas e múltiparas, que auxiliaria na identificação de quedas na produção de leite (DA ROSA, 2019).

Lemcke *et al.* (2021) verificaram que ao tocar música na sala de ordenha havia um aumento do bem-estar e da produtividade, reduzindo o estresse e o leite residual. Zhao (2020) realizou estudo com quarenta vacas holandesas submetidas a vários gêneros musicais para saber se haveria melhora no desempenho produtivo. Com o gênero música clássica houve um acréscimo de 13% na média produtiva. Contudo, esses resultados não condizem com os valores encontrados nesta pesquisa, pois não foi constatado aumento da produção de leite com os dois gêneros musicais, houve apenas diminuição nas situações sem música.

O resultado da média e do desvio padrão dos parâmetros fisiológicos estão descritos na tabela 6, contudo não houve diferença estatística ($p > 0,05$) desses dados em relação às situações experimentais.

Tabela 6. Média e Desvio Padrão dos parâmetros fisiológicos nas situações.

Parâmetros	Situações			
	S1	S2	S3	S4
FC	75,3± 7,76	76,1± 6,78	75± 7,35	78± 7,69
FR	37,9± 6,39	38,1± 6,25	38,5± 5,98	38± 6
TR	38,2± 0,36	38± 0,25	38,1± 0,31	38± 0,27

FC: Frequência Cardíaca; FR: Frequência Respiratória; TR: Temperatura Retal

Fonte: Dados da dissertação do primeiro autor.

Os resultados das médias da FC no estudo proposto por Dias (2012), com três grupos de vacas leiteiras em Bom Jesus-PI, demonstraram faixa entre 69,55 e 78,4 batimentos por minuto. Contudo, Rossarolla (2007) narra outra faixa entre 60 e 70 batimentos por minuto como valores fisiológicos da FC em bovinos adultos. Se for considerado este último autor como referência para comparação, tem-se uma FC aumentada em todas as situações do experimento. Mas devido ao local de realização experimental de Dias (2012) ser no Nordeste, deve-se considerar os valores descritos na tabela 6 como normais. Isto pode ter relação com as condições bioclimatológicas pertinentes.

Em estudo realizado por Ferraza *et al.* (2017) em vacas não lactantes, eles descreveram TR média de 39,8°C e máxima de 40,6°C. Burfeind *et al.* (2011) realizaram também estudos com

vacas holandesas no período pós-parto para definir TR média e máxima; e obtiveram 39,5°C e 41,4°C, respectivamente.

Observando os valores médios e desvio padrão para TR descritos na tabela 6, narra-se que os resultados estão abaixo dos valores descritos anteriormente, sendo assim considerados normais em S1, S2, S3 e S4. Contudo, essa informação condiz com os achados do autor Souza, *et al.* (2017), que encontraram, durante a pesquisa em Barbalha-CE, temperatura média de 38,4°C e desvio padrão 0,3. Pereira *et al.* (2008) consideram normais os valores de TR na faixa entre 37,9°C e 39,3°C.

Para Terra (2006) os valores considerados normais para a FR dos bovinos adultos estão na faixa de 24 a 36 Movimentos Respiratórios por Minuto (MR/M), contudo essa faixa pode sofrer variações que aumentam a amplitude para valores entre 12 e 36 MR/M. Entretanto, para Feitosa e Leydson (2008) esse aumento está entre 10 a 30 MR/M.

A tabela 6 mostrou que neste experimento as médias durante as situações se mantiveram nessa maior amplitude, mas que consideradas normais. Isto pode estar relacionado ao estresse ameno presente durante todo período. Outro fator preponderante é a relação entre esse aumento da FR e a introdução da S1 e S3, bem como sugerir que as vacas nas S2 e S4 perceberam a ausência musical e começaram a ouvir ruídos estressores, contribuindo assim para o aumento da FR.

Os resultados dos quinze tipos de comportamentos avaliados durante as situações experimentais estão demonstrados nas tabelas 07 e 08. As análises estatísticas das informações narradas na tabela 7 mostram que não houve diferença ($p>0,05$) para esses tipos de comportamentos durante o experimento.

O teste de Tukey foi aplicado em todas as diferenças estatísticas ($p<0,05$) encontradas na tabela 8. Os resultados para os tipos de comportamentos ócio em pé, ruminando em pé, ruminando deitado, comendo e andando, demonstraram diferenças estatísticas. Existem fatores que prejudicam o comportamento dos bovinos leiteiros, dos quais o clima, a alimentação e o sistema de produção adotado, são os que têm ação direta segundo Brâncio *et al.* (2003). Fischer *et al.* (2002) descreveram que durante as atividades diárias dos bovinos existiam três tipos de comportamento que consideraram como básico: a alimentação, a ruminação e o ócio. Contudo, sua duração e distribuição podem ser condicionados através de condições inerentes à dieta, ao manejo, às condições climáticas e às atividades do rebanho. Os tipos de comportamentos que apresentaram maior incidência em todas as situações do experimento foram: ócio em pé, ruminando em pé, ruminando deitado, comendo e andando (Tabela 8).

Tabela 7. Resultados das frequências relativas (%) e significância dos tipos de quatro comportamentos nas situações experimentais.

Tipos	S1	S2	S3	S4	P
Afugentar	0,89±0,43	0,8±0,37	0,15±0,13	1,1±0,48	0,531
Empurrar	4,53±1,45	5,87±1,7	5,51±1,43	4,1±0,91	0,823
Cabeçada	0,9±0,44	0,7±0,35	0,18±0,17	0,9±0,44	0,501
Lamber	1,06±0,32	1,42±0,5	2,5±0,56	1,25±0,4	0,142

Fonte: Dados da dissertação do primeiro autor.

No experimento houve uma maior frequência relativa nas situações sem música S2 e S4 referente ao tipo de comportamento ócio em pé. Estes resultados diferentes podem estar demonstrando que ao iniciar os gêneros musicais S1 (Forró pé de serra) e S3 (Música clássica) as vacas perceberam instintivamente o primeiro contato auditivo.

Segundo Van Soest (2018), apesar de ser passível de variações, a ruminação acontece por cerca de oito horas ao dia de forma fracionada, com duração de aproximadamente cinquenta segundos a cada ciclo. Já para Hall (2002) os bovinos no sistema de criação extensivo demoram num dia cerca de seis a sete horas ruminando, contudo, realizam esse papel num período de quarenta e cinco minutos, com comportamentos variando nos tipos em pé e deitado.

Nesse estudo, os tipos de comportamentos ruminando em pé e deitado tiveram frequências relativas maiores em S1 e S3. Isto pode ser efeito considerável quanto ao BEA, caracterizando positivamente a capacidade quanto ao uso de música como EA na sala de ordenha. Kaufman *et al.* (2016) disseram que os métodos de determinação do tempo de ruminação podem presumir o BEA e detectar a chance de doenças previamente através do comportamento ruminal. Os autores Higino e Tarso (2019) descreveram que a utilização de parâmetros de comportamento ruminal com intuito de avaliar a saúde dos rebanhos, surge como ferramenta promissora diante dos desafios atuais na produção de ruminantes, além de ser um marcador de inovação.

Houve um aumento nas frequências relativas no tipo de comportamento comendo, durante as S1 e S3 quando comparadas às S2 e S4 sem música. Essa atitude demonstrou a possibilidade das vacas terem sentido falta da música gerando inibição do consumo ou ter aguçado a percepção em relação aos ruídos ambientais que geraram efeitos estressores sonoros. Hanh (1999) disse que o organismo utiliza uma soma de diversos mecanismos de defesa contra

um estímulo estressor externo (Ruídos), com intuito de manter a homeostase. E segundo Baccari (1998), isto gera respostas comportamentais, fisiológicas e imunológicas.

Tabela 8. Resultados das frequências relativas (%) e significância de onze tipos de comportamentos nas situações experimentais.

Tipos	S1	S2	S3	S4	P
Ócio em pé	8,13±1,45	12,96±1,53	11,39±2,29	13,99±2,33	0,005
Ócio deitado	13,29±2,35	9,96±2,55	17,95±2,96	12,97±2,36	0,221
Ruminando em pé	13,87±2,27	10,87±2,03	13,01±1,25	7,97±1,21	0,004
Ruminando deitado	13,01±1,63	8,25±1,66	14,03±2,43	10,94±2,03	0,006
Comendo	41,06±3,58	26,96±2,63	40,83±2,08	31,98±3,63	0,008
Ingerindo água	0,97±0,64	1,36±0,45	1,37±0,47	2,97±0,69	0,155
Andando	1,36±0,42	4,99±1,19	4,03±0,76	3,36±0,97	0,031
Ofegação	0	0	0	0	0
Monta	0	0	0	0	0
Brincar com outro animal	0,17±0,17	0	0,17±0,17	0	0,575
Brincar com a cama	0	0	0	0	0

Fonte: Dados da dissertação do primeiro autor.

O comportamento andando teve frequência relativa menor na S1, quando comparado às demais situações. Isto também pode estar relacionado à introdução de música na sala de ordenha, a qual pode ter promovido maior tranquilidade e redução da necessidade de deslocamento dos animais. Nas S2, S3 e S4 houve aumento das frequências desse comportamento, pois as vacas procuravam a fonte sonora por meio da locomoção, principalmente durante as mudanças de faixas musicais na S3, indicando maior estímulo comportamental nessas situações.

As médias das intensidades de som aferidas em decibéis nos cinco pontos de posição do decibelímetro, durante as diferentes situações experimentais na sala de ordenha, estão descritas nas Tabelas 9 e 10.

De modo geral, verifica-se que os valores médios de pressão sonora apresentaram distribuição relativamente uniforme entre os pontos avaliados, com variações atribuídas à posição espacial dos animais e da fonte sonora no ambiente de ordenha. Nas situações experimentais analisadas, tanto com quanto sem a introdução de música, os níveis de

intensidade sonora mantiveram-se dentro de faixas compatíveis com ambientes produtivos controlados. Contudo, os resultados das médias obtidas não foram estatisticamente capazes de desencadear alterações auditivas nas vacas do experimento, não indicando prejuízos à sensibilidade auditiva dos animais. Assim, os valores registrados permaneceram dentro de limites considerados seguros para a espécie, permitindo a análise dos efeitos comportamentais sem comprometimento do bem-estar animal.

Tabela 9. Média das intensidades de som em decibéis nos cinco pontos de posição na sala de ordenha durante S2 e S4.

Pontos de posição	Médias em dB nas situações	
	S2	S4
Extremidade 1	64	63
Extremidade 2	60	61
Centro	60	59
Extremidade 3	64	62
Extremidade 4	62	57

Fonte: Dados da dissertação do primeiro autor.

A análise específica dos dados apresentados na Tabela 9 evidencia que, nas situações S2 e S4, caracterizadas pela ausência de estímulo musical, os níveis médios de pressão sonora mantiveram-se relativamente baixos e homogêneos entre os diferentes pontos de posicionamento do decibelímetro. As variações observadas entre extremidades e região central da sala de ordenha foram discretas, refletindo principalmente o funcionamento rotineiro dos equipamentos, a movimentação dos animais e as atividades operacionais inerentes ao manejo de ordenha. Esses resultados indicam um ambiente acústico estável, compatível com condições normais de produção, sem a ocorrência de picos sonoros abruptos que pudessem atuar como agentes estressores para os animais. A uniformidade dos valores registrados reforça a adequação do ambiente de ordenha quanto ao controle do ruído basal, constituindo uma condição de referência importante para a comparação com as situações experimentais que envolveram a introdução de estímulos sonoros adicionais.

Tabela 10. Média das intensidades de som em decibéis nos cinco pontos de posição na sala de ordenha durante S1 e S3.

Pontos de posição	Médias em dB nas situações	
	S1	S3
Extremidade 1	81	79
Extremidade 2	83	81
Centro	89	91
Extremidade 3	76	80
Extremidade 4	79	81

Fonte: Dados da dissertação do primeiro autor.

Foi observado que as médias de intensidade do som nas S1 e S3 divergiram em intensidades com as S2 e S4, pois houve um discreto aumento, conforme as tabelas 09 e 10. Contudo, este dado era esperado devido à inclusão de música com capacidade de abranger a audição de todas as vacas do experimento, sem que houvesse dano aos aparelhos auditivos.

4 CONCLUSÃO

O consumo de ração, o manejo e o ITU não afetaram significativamente a produção de leite que se manteve na média verificada previamente. Além disso, houve também uma associação à boa saúde das glândulas mamárias das vacas. A FC, TR e FR tiveram valores considerados normais para a região experimental, entretanto foi considerada a presença de estresse ameno sem alterações significativas na adaptação bioclimatológica.

Portanto, a utilização de gêneros musicais como enriquecimento ambiental durante o processo de ordenha das vacas leiteiras em regime semi-intensivo, melhorou de forma positiva o BEA. A ruminação em pé e deitado foram os comportamentos marcadores de sanidade das vacas. Os comportamentos ócio em pé, comendo e andando foram tipos marcantes da interferência da música na percepção auditiva das vacas na sala de ordenha. Contudo, serão necessários outros estudos para corroborar com os achados desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- BACCARI, F. J. Adaptação de sistemas de manejo na produção de leite em clima quente. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 1998. p. 24–67.
- BENTO, F. M. H.; TOLEDO FILHO, M. R. Análise do conforto térmico para vacas leiteiras através do índice de temperatura e umidade (ITU) para o município de Pilar-AL. In: XV CONGRESSO DE AGROMETEOROLOGIA, 2007. **Anais...** 2007.
- BRÂNCIO, P. A. et al. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo. Comportamento ingestivo de bovinos. **REVISTA BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, v. 32, p. 1045–1053, 2003.
- BUFFINGTON, D. E. et al. Shade management systems to reduce heat stress for dairy cows in hot, humid climates. **TRANSACTIONS OF THE ASAE**, v. 26, n. 6, p. 1798–1802, 1983.
- BURFEIND, O. et al. Validade das alterações pré-parto na temperatura vaginal e retal para prever o parto em vacas leiteiras. **JOURNAL OF DAIRY SCIENCE**, v. 94, p. 5053–5061, 2011.
- CLASSICAL MASTERPIECES. O melhor do piano – mais famosas peças de piano: Chopin, Debussy, Beethoven. YouTube, 2023. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=f3sySfZNiqw>. Acesso em: 26 jan. 2023.
- DEGASPARI, S. A. R.; PIEKARSKI, P. R. B. **Bovinocultura leiteira: planejamento, manejo e instalações**. Curitiba: [s.n.], 1998. p. 207–209.
- DIAS, T. P. et al. Efeito da exposição à radiação solar sobre parâmetros fisiológicos e estimativa de declínio na produção de leite de vacas mestiças (Holandês × Gir) no sul do estado do Piauí. **COMUNICATA SCIENTIAE**, v. 4, p. 299–305, 2012.
- ENDRES, M. I.; BARBERG, A. E. Comportamento de vacas leiteiras em sistema alternativo de alojamento com cama. **JOURNAL OF DAIRY SCIENCE**, v. 90, n. 9, p. 4192–4200, 2007.
- FEITOSA, F. L. F.; LEYDSON, F. Exame físico geral ou de rotina. In: **SEMIOTECNIA VETERINÁRIA: A ARTE DO DIAGNÓSTICO**. 2. ed. São Paulo: Roca, 2008. p. 65–86.
- FERRAZZA, R. A. et al. Respostas termorregulatórias de vacas holandesas expostas ao estresse térmico induzido experimentalmente. **JOURNAL OF THERMAL BIOLOGY**, v. 69, p. 68–80, 2017.
- FISCHER, V. et al. Padrões da distribuição nictemeral do comportamento ingestivo de vacas leiteiras no início e no final da lactação. **REVISTA BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, v. 31, p. 2129–2138, 2002.
- GOOGLE. Google Earth website. 2023. Disponível em: <http://earth.google.com>. Acesso em: 2023.

GUIMARÃES, B.; DINIZ, J.; SOUZA, R. Ocorrência de afecções podais e claudicação em bovinos leiteiros alojados em diferentes sistemas de confinamento. **SINAPSE MÚLTIPLA**, v. 7, n. 2, p. 121–125, 2018.

HAHN, G. L. Respostas dinâmicas do gado às cargas térmicas. **JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE**, v. 77, supl. 2, p. 10–20, 1999.

HALL, S. J. G. Behaviour of cattle. In: **THE ETHOLOGY OF DOMESTIC ANIMALS: AN INTRODUCTORY TEXT**. Wallingford: CABI Publishing, 2002. cap. 9, p. 131–143.

HAMMERSCHMIDT, J.; MOLENTO, C. F. M. Protocol for expert report on animal welfare in case of companion animal cruelty suspicion. **BRAZILIAN JOURNAL OF VETERINARY RESEARCH AND ANIMAL SCIENCE**, v. 51, n. 4, p. 282–296, 2014.

HIGINO, B. S. S.; TARSO, S. G. S. O rúmen como marcador de saúde: revisão de literatura. **MEDICINA VETERINÁRIA (UFRPE)**, v. 13, n. 3, p. 309–317, 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Em 2021, o rebanho bovino bateu recorde e chegou a 224,6 milhões de cabeças. 2022. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/>. Acesso em: 9 mar. 2023.

KAUFMAN, E. I. et al. Associação do tempo de ruminação com cetose subclínica em vacas leiteiras em transição. **JOURNAL OF DAIRY SCIENCE**, v. 99, p. 5604–5618, 2016.

LEMCKE, M.-C. et al. Impacto da música em sistema de ordenha automática no comportamento e produção de leite. **DAIRY**, v. 2, n. 1, p. 73–78, 2021.

NATIONAL MASTITIS COUNCIL. **RECOMMENDED MASTITIS CONTROL PROGRAM**. Madison: NMC, 2001. Disponível em: <http://www.nmconline.org/docs/NMC10steps.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2023.

PEREIRA, J. C. et al. Desempenho, temperatura retal e frequência respiratória de novilhas leiteiras. **REVISTA BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, v. 37, p. 328–334, 2008.

PERISSINOTTO, M. et al. Influência do ambiente no consumo de água de bebida de vacas leiteiras. **REVISTA BRASILEIRA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL**, v. 9, p. 289–294, 2005.

PILATTI, J. A. et al. **O comportamento diurno e o bem-estar de vacas em sistema compost barn**. 2017. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2017.

ROSA, P. P. et al. Eficiência produtiva de vacas leiteiras primíparas e múltiparas: revisão. **REVISTA CIENTÍFICA RURAL**, v. 21, n. 2, p. 406–420, 2019.

ROSSAROLLA, G. et al. **Comportamento de vacas leiteiras da raça Holandesa em pastagem de milheto com e sem sombra**. 2007. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

SANTANNA. 20 super sucessos. YouTube, 2017. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=nS8X4I_hbJc. Acesso em: 25 jan. 2023.

SOUZA, M. S. R. et al. Efeito da composição genética e turno sobre temperaturas retal e vaginal de vacas Girolando. In: VII Congresso Brasileiro de Biometeorologia, Ambiente, Comportamento e Bem-Estar Animal, 2017, Crato. **Anais...** Crato: UFCA, 2017.

SPRECHER, D. J. et al. A lameness scoring system that uses posture and gait to predict reproductive performance. **THERIOGENOLOGY**, v. 47, n. 6, p. 1179–1187, 1997.

TERRA, R. L. História, exame físico e registro dos ruminantes. In: **TRATADO DE MEDICINA INTERNA DOS GRANDES ANIMAIS**. São Paulo: Manole, 2006. v. 3, cap. 1, p. 3–14.

VAN SOEST, P. J. **NUTRITIONAL ECOLOGY OF THE RUMINANT**. 2. ed. New York: Cornell University Press, 2018. 476 p.

VIANA, E. P. Principais distúrbios metabólicos que acometem as vacas leiteiras no pós-parto. Esteio Gestão Agropecuária, 2020. Disponível em: <https://esteiogestao.com.br/>. Acesso em: 23 mar. 2023.

WELFARE QUALITY®. **ASSESSMENT PROTOCOL FOR CATTLE**. Lelystad: Welfare Quality Consortium, 2009. 142 p.

ZANELA, M. B. et al. Leite instável não ácido (LINA): do campo à indústria. In: VI Congresso Brasileiro de Qualidade do Leite, 2015, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2015. p. 1–16.

ZHAO, X. Different music on milk performance of dairy cows. **REVISTA CIENTÍFICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS**, v. 30, n. 4, p. 2126–2135, 2020.



BIOCLIMATOLOGIA E BEM-ESTAR
ANIMAL NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Coletânea Científica – Artigos Completos –
Volume 3 – 2026

Editora Científica Semiárido Acadêmico (ECSA)

ISBN 978-65-01-80872-7 | Acesso Aberto

CAPÍTULO IX

Adversidades e inovações no uso de gorduras na nutrição de ruminantes

Adversities and innovations in the use of fats in ruminant nutrition

Claudiney Felipe Almeida Inô¹; Bonifácio Benicio de Souza¹; Maycon Rodrigues da Silva¹; Fabíola Franklin de Medeiros¹; Danilo Leite Fernandes²; Talícia Maria Alves Benício⁴; Luiz Henrique de Souza Rodrigues¹; Fábio Santos do Nascimento³; Pedro Lucas Pinheiro de Melo¹; Mirna Isabel Silva de Medeiros¹.

¹ Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Programa de Pós-Graduação em Ciência e Saúde Animal, Patos – PB, Brasil.

² Instituto Federal do Ceará (IFCE), Crato – CE, Brasil.

³ Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife – PE, Brasil.

⁴ Universidade Estadual do Tocantins (UNITINS), Palmas – TO, Brasil.

Autor correspondente: claudiney.felipe@estudante.ufcg.edu.br

DOI: <https://doi.org/10.65338/ecsa.v3.2026.c09>

RESUMO

O uso de gorduras na alimentação de ruminantes tem se mostrado uma prática promissora para aumentar a produção de energia e melhorar a eficiência alimentar. No entanto, a inclusão de gorduras na dieta dos ruminantes pode trazer alguns desafios e adversidades. A suplementação de gorduras pode modificar os padrões de fermentação no rúmen, afetando a ingestão de matéria seca (IMS) e a digestibilidade dos nutrientes. A inclusão de gorduras na dieta pode aumentar a produção de metano e amônia, o que pode ser prejudicial ao meio ambiente e à saúde dos

animais. Os efeitos das gorduras na nutrição de ruminantes podem variar significativamente dependendo da fonte lipídica utilizada e das condições experimentais. A suplementação de gorduras pode alterar o perfil de ácidos graxos no leite, o que pode ter implicações na qualidade dos produtos lácteos e na saúde do consumidor. Esta revisão destaca os impactos negativos da gordura na função ruminal. Apesar dessas adversidades, a suplementação lipídica ainda é uma prática promissora que pode trazer benefícios significativos se bem gerida.

Palavras-chave: aceitação da dieta; fermentação ambiental; impacto ambiental; palatabilidade.

ABSTRACT

The use of fats in ruminant feed has shown to be a promising practice to increase energy production and improve feed efficiency. However, the inclusion of fats in the diet of ruminants can bring some challenges and adversities. Fat supplementation can modify fermentation patterns in the rumen, affecting dry matter intake (DMI) and nutrient digestibility. The inclusion of fats in the diet can increase the production of methane and ammonia, which can be harmful to the environment and the health of the animals. The effects of fats on ruminant nutrition can vary significantly depending on the lipid source used and the experimental conditions. Fat supplementation can alter the fatty acid profile in milk, which can have implications for the quality of dairy products and consumer health. This review highlights the negative impacts of fat on rumen function. Despite these adversities, lipid supplementation is still a promising practice that can bring significant benefits if managed well.

Keywords: diet acceptance; environmental fermentation; environmental impact; palatability.

INTRODUÇÃO

O uso de gordura na alimentação de ruminantes tem impactos significativos na fermentação ruminal, influenciando diretamente a saúde e a eficiência digestiva desses animais. A tentativa de otimizar o uso de gordura no rúmen pode prejudicar os microrganismos presentes nesse ambiente, fundamentais para o processo fermentativo (IBRAHIM et al., 2021). Além disso, a adição de gordura às dietas de ruminantes não apenas interfere nas atividades microbianas, mas também desencadeia processos de hidrólise e bio-hidrogenação do óleo no rúmen, o que pode alterar a composição e a disponibilidade de nutrientes essenciais (KUMAR, 2017). É crucial encontrar um equilíbrio adequado para maximizar os benefícios nutricionais sem comprometer a microbiota ruminal, essencial para a digestão e a produtividade dos animais.

Ao incluir suplementos de gordura na alimentação de ruminantes, é fundamental garantir que esses não afetem negativamente a população de bactérias no rúmen, essenciais para a digestão eficiente. Uma estratégia eficaz para evitar que a gordura seja metabolizada no rúmen é protegê-la, permitindo que ela passe intacta para o intestino delgado, onde será absorvida e utilizada como fonte de energia (Da FREIRIA et al., 2022).

A utilização de gorduras protegidas pelo rúmen (GPR) é uma solução relevante, pois essas gorduras são insolúveis e resistentes à ação microbiana e aos processos de bio-hidrogenação, permanecendo estáveis mesmo em condições típicas do ambiente ruminal. Dessa forma, ao escapar da fermentação no rúmen, a GPR oferece uma fonte adicional de energia no intestino delgado (WULANDARI et al., 2024). Além disso, o uso de GPR pode aumentar o aporte energético da dieta sem comprometer a atividade das bactérias celulolíticas, que são vitais para a degradação da fibra alimentar (PUSHP e NIRWAN, 2024). Essa abordagem promove um equilíbrio entre eficiência energética e manutenção da saúde ruminal.

Diversos pesquisadores já investigaram o uso de GPR em animais ruminantes, mas os resultados desses estudos mostram grande variação e falta de consenso, evidenciando as incertezas sobre o impacto da proteção da gordura no desempenho produtivo dos ruminantes. Estudos semelhantes realizados com o GPR frequentemente apresentam dados discrepantes. Por exemplo, Silva et al. (2018) observaram que o uso do GPR resultou em um ganho médio diário (GMD) de 1,07 kg/dia, um desempenho consideravelmente superior ao obtido com gordura desprotegida, que apresentou um GMD de 0,98 kg/dia.

Por outro lado, os resultados de Warner et al. (2015) diferem significativamente, mostrando que o GMD associado ao GPR foi de 1,25 kg/dia, enquanto a gordura desprotegida atingiu um GMD ainda maior, de 1,64 kg/dia. Essa disparidade nos dados sugere que fatores como a composição das dietas, manejo nutricional e características dos animais podem influenciar os efeitos observados, sendo necessário aprofundar os estudos para compreender plenamente o papel das gorduras protegidas no desempenho dos ruminantes.

A utilização de gordura na alimentação de ruminantes enfrenta limitações devido ao potencial efeito tóxico que essas gorduras podem exercer sobre a microbiota ruminal, comprometendo o desempenho animal. Esse impacto é particularmente acentuado quando a fonte de gordura possui altos teores de ácidos graxos insaturados, como destacado por Messana et al. (2013). O National Research Council (NRC, 2007) aponta que níveis superiores a 8% de gordura total na dieta podem reduzir a ingestão de matéria seca (IMS) em animais confinados, o que pode prejudicar o desempenho geral.

Para mitigar esse problema, diversas estratégias estão sendo exploradas para diminuir a interação entre a gordura e a microbiota ruminal, como relatado em estudos realizados por Urbano et al. (2016), Freitas Júnior et al. (2018) e Bhatt et al. (2020). Esses esforços incluem a busca por soluções inovadoras que permitam o uso eficiente de gorduras na dieta, garantindo o equilíbrio entre a maximização da energia fornecida e a proteção da saúde ruminal, essencial para o sucesso produtivo dos ruminantes.

Isso pode incluir a análise de problemas como os efeitos tóxicos das gorduras na microbiota ruminal, a redução do consumo de matéria seca e os impactos sobre o desempenho animal, ao mesmo tempo, a revisão busca destacar estratégias emergentes, como o uso de GPR, para mitigar esses problemas e melhorar a eficiência nutricional, com base nos estudos mais recentes. Assim, a intenção é sintetizar o conhecimento existente, identificar lacunas na pesquisa e sugerir direções futuras para a aplicação sustentável e eficiente de gorduras na dieta de ruminantes. Neste contexto, o objetivo dessa revisão bibliográfica é explorar os desafios e as soluções inovadoras relacionados ao uso de gorduras na nutrição de ruminantes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Limitações e Desafios

A utilização de gorduras na dieta de ruminantes apresenta algumas limitações e desafios, como a potencial interferência na fermentação ruminal e a bio-hidrogenação das gorduras livres, que pode reduzir a eficiência na utilização dos ácidos graxos (AG).

Além disso, a inclusão excessiva de gorduras pode afetar negativamente a digestibilidade da fibra, o que pode comprometer a saúde e o desempenho dos animais. A escolha adequada do tipo e da quantidade de gordura, assim como o uso de gorduras protegidas, é crucial para mitigar esses desafios e otimizar os benefícios nutricionais e produtivos.

2.1.1 Impactos negativos sobre a fermentação ruminal

A utilização de gordura na alimentação de ruminantes pode impactar negativamente a fermentação ruminal. A otimização do uso de gordura no rúmen pode afetar adversamente os microrganismos ruminais (IBRAHIM et al., 2021). Além disso, a inclusão de gordura nas dietas de ruminantes não só interfere na atividade microbiana do rúmen, mas também inicia a degradação da gordura através da hidrólise e bio-hidrogenação do óleo no rúmen (KUMAR,

2017). Inicialmente, a atividade ruminal decompõe a gordura dietética em ácidos graxos insaturados (AGI) livres e glicerol (JENKINS, 1993).

A gordura desprotegida pode ser particularmente prejudicial no rúmen, especialmente para as bactérias fibrolíticas (Da FREIRIA et al., 2022). A interação entre gordura e fermentação ruminal é complexa, envolvendo a distribuição de gordura nas membranas celulares microbianas (PRACHUMCHAI e CHERDTHONG, 2023). Esse processo pode causar interrupções na membrana e nas atividades celulares, levando à aderência das células microbianas à superfície das plantas de ração e afetando a ativação e eficácia das enzimas hidrolíticas microbianas (JENKINS, 1993).

Por outro lado, o uso de óleos protegidos no rúmen tem mostrado ter um impacto mínimo na fermentação ruminal (ALVARADO-GILIS et al., 2014). No entanto, o pH do rúmen tende a diminuir gradualmente com a inclusão de AG na dieta ao longo do tempo, mas permanece dentro de uma faixa normal (LIN et al., 2018). Estudos adicionais observaram que a suplementação com ácidos linoleico e linolênico mantém o pH do rúmen entre 6,46 e 6,56 após 24 horas de incubação, mostrando semelhanças com os resultados observados neste estudo.

2.1.2 Problemas de palatabilidade e aceitação da ração

A IMS pelos ruminantes pode ser afetada dependendo do nível e tipo de suplementação de gordura. Dietas que excedem 6-7% de gordura na MS podem prejudicar negativamente a fermentação microbiana no rúmen (NRC, 2001). Além disso, a redução da IMS pode ocorrer devido à digestibilidade reduzida da FDN, ao maior tempo de retenção no intestino e às diferenças na palatabilidade das fontes de gordura (ZACHUT et al., 2010).

A gordura não serve como fonte de energia para microrganismos anaeróbicos e pode atuar como uma substância tóxica, causando alterações em vias metabólicas vitais (FIORENTINI et al., 2013). O uso de GP na dieta dos ruminantes pode interferir na ingestão, assim como afetar negativamente a digestibilidade e o balanço de nitrogênio (DUTTA et al., 2008).

Em dietas para cordeiros, a inclusão de gorduras pode influenciar o equilíbrio ruminal, mas dietas com até 7 g/100 g de MS têm pouco ou nenhum efeito sobre as atividades microbianas e outras características do rúmen (MAIA et al., 2006).

Os efeitos das fontes de óleo no desempenho animal são variados, principalmente devido aos impactos negativos dos lipídios na população microbiana do rúmen e na

digestibilidade das fibras. Assim, certas fontes de óleo podem diminuir a ingestão de pasto, aumentar a excreção de nitrogênio na urina (PAVAN et al., 2007) e reduzir as respostas dos animais aos suplementos.

2.1.3 Limites de inclusão de gorduras na dieta

A inclusão de gorduras na dieta de ruminantes deve ser cuidadosamente controlada, pois níveis elevados podem afetar negativamente a IMS e a fermentação ruminal. A suplementação de gordura acima de 6-7% na MS pode prejudicar a microbiota ruminal e reduzir a IMS (NRC, 2001; BEAUCHEMIN et al., 2007). Estudos indicam que a suplementação de gordura pode inicialmente diminuir a IMS, mas, a longo prazo, pode aumentar (RABIEE et al., 2012).

Inicialmente, o interesse pela inclusão de óleos na dieta de ruminantes estava relacionado à toxicidade para protozoários e aos efeitos de defaunação, que melhoram a produtividade ao remover seletivamente protozoários do rúmen (WILLIAMS e COLEMAN, 2012). No entanto, a suplementação de óleo pode interferir na comunidade microbiana e na fermentação ao formar um revestimento nas células bacterianas e partículas de ração, dificultando a degradação (VARGAS et al., 2020 a).

A gordura pode ter um efeito tóxico na microbiota ruminal, especialmente quando se trata de AGI (MESSANA et al., 2013). Segundo o NRC (2007), níveis superiores a 8% de gordura total na dieta podem reduzir a IMS em ruminantes confinados. Para mitigar esses efeitos, alternativas estão sendo pesquisadas para reduzir a interação das gorduras com a microbiota ruminal (URBANO et al., 2016; FREITAS JÚNIOR et al., 2018; BHATT et al., 2020).

A GP pode ser uma solução eficaz, pois permite maior absorção intestinal e aumento da digestibilidade, conforme observado com o óleo de palma (BEHAN et al., 2019). Estudos mostram que a inclusão de lipídios não altera significativamente a IMS ou a digestibilidade dos nutrientes (BEHAN et al., 2019). A inclusão de GP melhorou a digestibilidade dos nutrientes em cordeiros em fase de crescimento (HADDAD e YOUNIS, 2004).

Apesar da possível redução na digestibilidade da proteína bruta (PB) e da FDN com a inclusão de fontes lipídicas, não foram observadas diferenças significativas nos valores médios de digestibilidade (SILVA et al., 2007). Esses resultados são provavelmente devido à proporção de lipídios nas dietas não exceder o limite máximo recomendado de 3% de óleo suplementar em dietas baseadas em forragem (HESS et al., 2008).

2.2 Impactos Ambientais

A inclusão de gorduras na dieta de ruminantes pode ter impactos ambientais positivos, especialmente na redução das emissões de metano, um potente gás de efeito estufa produzido durante a fermentação ruminal. Estudos indicam que a suplementação de gordura, como óleos vegetais e gorduras protegidas, pode diminuir significativamente a produção de metano em até 20%. Esta redução contribui para uma produção animal mais sustentável e ambientalmente amigável, ao mesmo tempo em que melhora a eficiência alimentar e a produtividade dos ruminantes.

A suplementação de óleos na dieta de ruminantes, especialmente ácidos graxos poli-insaturados (AGPI), tem mostrado reduzir a emissão de metano entérico (CH_4) (BEAUCHEMIN et al., 2008; PATRA et al., 2017). Óleos como os de linhaça (BAYAT et al., 2017), semente de girassol (BAYAT et al., 2017; VARGAS et al., 2020 c) e canola (BEAUCHEMIN e MCGINN, 2006), demonstraram ter um efeito depressivo na metanogênese ruminal. Fontes de óleo com AGL no rúmen possuem efeitos antimicrobianos que podem alterar a produção de AGV (ZHANG et al., 2008) e reduzir a produção de metano (DUARTE et al., 2017). No entanto, essas fontes sofrem extensa lipólise e bio-hidrogenação por microrganismos ruminais (BAUMAN et al., 2000).

Os sais de cálcio dos AG são degradados em menor extensão no rúmen (WU et al., 1991) e exercem menos toxicidade sobre os microrganismos (DOREAU e FERLAY, 1995), o que pode manipular as composições de AG em um nível fisiológico. Embora a aplicação de AG puros seja prática no nível experimental, o uso de óleos ricos em AG pode ser uma solução mais viável e prática para os produtores.

A suplementação com óleo também ajuda a reduzir a emissão de metano por meio do processo de defaunação, que reduz a população de protozoários ciliados no rúmen, diminuindo a metanogênese (JALČ et al., 2006). Esta redução pode ser ainda maior com dietas suplementadas com óleo, já que quantidades significativas de hidrogênio são usadas para a bio-hidrogenação de AGI em vez de serem convertidas em metano. Estratégias nutricionais, como a suplementação de gordura, são eficazes para reduzir as emissões de metano, tornando a produção animal mais sustentável.

Óleos como o de coco mostraram diminuir a concentração de acetato e aumentar a de propionato, devido à menor população de arqueas metanogênicas. A suplementação com AG essenciais pode reduzir a metanogênese entérica, mas é necessário equilibrar para evitar efeitos negativos na fermentação ruminal. De modo geral, a suplementação com óleos e AG essenciais

pode ser uma estratégia potente para mitigar as emissões de metano em ruminantes, contribuindo para uma produção mais sustentável e eficiente.

Os efeitos inibitórios dos óleos na metanogênese ruminal tendem a se associar à redução de protozoários ciliados e, portanto, afetam o comportamento mutualista da transferência interespecífica de hidrogênio (H_2) entre protozoários e metanogênicos (HOOK et al., 2010).

Além disso, com as dietas suplementadas com óleo, espera-se que quantidades consideráveis de H_2 sejam usadas para bio-hidrogenação de AGI em AGS (VARGAS et al., 2020 b) e, assim, desviadas da metanogênese (TOPRAK, 2015).

Estratégias nutricionais podem ser eficazes na redução da emissão de CH_4 de ruminantes, e a suplementação de gordura é uma das estratégias de alimentação mais potentes (BEAUCHEMIN et al., 2022). Ingredientes comuns de ração usados na nutrição de vacas leiteiras fornecem gordura na forma de triglicerídeos, que são hidrolisados no rúmen em ácidos graxos não esterificados e glicerol (MOATE et al., 2008).

Gordura e AG reduzem o CH_4 entérico por múltiplos mecanismos: 1) AG não são fermentados no rúmen e, portanto, a substituição de matéria orgânica fermentável reduz o CH_4 entérico (BEAUCHEMIN et al., 2022); 2) Os AG são tóxicos para certos micróbios do rúmen, especialmente bactérias fermentadoras de fibras, protozoários e metanogênicos (SILVA et al., 2016); 3) Os AGU são bio-hidrogenados no rúmen, removendo H_2 , de outra forma disponível, para reduzir CO_2 a CH_4 (BEAUCHEMIN et al., 2022); 4) os triglicerídeos podem alterar a fermentação ruminal em direção ao propionato (BEAUCHEMIN et al., 2022).

Pavan et al. (2007) observaram uma diminuição na ingestão e digestibilidade da dieta em bovinos mantidos em pastagens suplementadas com óleo sem milho, enquanto o GMD aumentou à medida que o óleo foi incluído nas dietas devido à melhoria da eficiência energética ou à diminuição da produção de metano no rúmen (McGINN et al., 2002).

2.3 Tecnologias e Inovações

As tecnologias e inovações na utilização de gorduras na dieta de ruminantes incluem a aplicação de GPR, que minimizam os efeitos negativos sobre a fermentação ruminal e melhoram a digestibilidade dos nutrientes. Também há o desenvolvimento de suplementos lipídicos que visam aumentar a eficiência energética e a absorção de AGI no intestino. Além disso, pesquisas avançadas exploram o uso de diferentes fontes de óleo e AG, bem como técnicas para otimizar a composição de gordura na alimentação, visando reduzir emissões de

metano e melhorar a saúde e produtividade dos animais. Essas inovações contribuem para uma produção animal mais eficiente e sustentável.

2.3.1 Novas fontes de gorduras para ruminantes.

A utilização de alimentos alternativos na nutrição de ruminantes tem ganhado destaque, e entre esses, as gorduras protegidas se mostram promissoras. Essas gorduras são adicionadas à dieta de cordeiros com resultados positivos, pois aumentam o nível energético da alimentação sem incrementar a quantidade de carboidratos não estruturais (SILVA et al., 2002).

De acordo com Franco (2007), as fontes lipídicas comerciais contêm aproximadamente 6,52 Mcal/kg de energia, predominantemente na forma de AGI, como os ácidos linoleico e linolênico. Esse valor energético é superior ao do milho, justificando o uso estratégico e em pequenas quantidades desses suplementos na dieta dos ruminantes.

2.3.2 Estratégias para proteção de gorduras na dieta

A adição de suplementos de gordura à ração de ruminantes deve ser feita com cuidado para evitar efeitos adversos na população bacteriana do rúmen. Para prevenir a digestão da gordura no rúmen, é essencial que a gordura seja protegida, direcionando-a ao intestino delgado sem passar pelo rúmen (Da FREIRIA et al., 2022).

As GPR são desenvolvidas para resistir à fermentação microbiana e à bio-hidrogenação, permanecendo insolúveis mesmo em condições de pH típicas do rúmen. Essas gorduras protegem a atividade bacteriana celulolítica, aumentando a energia da dieta sem prejudicar a fermentação ruminal (PUSHP e NIRWAN, 2024).

As gorduras que escapam da fermentação no rúmen são então absorvidas no intestino delgado, onde servem como uma valiosa fonte de energia (WULANDARI et al., 2024). Essa estratégia é crucial para maximizar a eficiência energética e a digestibilidade dos nutrientes na dieta dos ruminantes.

2.3.3 Métodos para melhorar a eficiência da utilização de gorduras

Em dietas de confinamento, a utilização da GPR costuma proporcionar melhores resultados em termos de desempenho e características de carcaça dos animais quando comparada às fontes de óleo livre (FIORENTINI et al., 2014). Isso se deve aos menores

impactos negativos no metabolismo ruminal e à maior ingestão de energia (JENKINS et al., 2008), embora os resultados possam variar dependendo do tipo de fonte lipídica.

O conceito da GPR envolve o uso de um tipo insolúvel de gordura que resiste à fermentação microbiana e à bio-hidrogenação, permanecendo insolúvel mesmo nas condições típicas de pH do rúmen (BEHAN et al., 2019). A principal finalidade deste método é evitar a digestão da gordura no rúmen e, em vez disso, garantir que ela seja digerida diretamente no intestino delgado, onde pode ser mais eficientemente absorvida e utilizada pelo animal (BEHAN et al., 2019).

5 CONCLUSÕES

O uso de gorduras na alimentação de ruminantes apresenta tanto desafios quanto oportunidades. O impacto tóxico de altas quantidades de ácidos graxos insaturados e o efeito negativo sobre a microbiota ruminal reforçam a necessidade de estratégias que mitiguem esses efeitos adversos, como o uso de GPR, mostrando-se uma alternativa promissora, oferecendo energia adicional sem comprometer a saúde ruminal ou o desempenho produtivo.

Os dados inconsistentes entre os estudos apontam para a influência de variáveis, como a composição da dieta, manejo nutricional e características individuais dos animais, indicando que ainda há lacunas de conhecimento. Assim, é essencial aprofundar as pesquisas para compreender plenamente os impactos e maximizar os benefícios do uso de gorduras na nutrição de ruminantes, buscando um equilíbrio entre eficiência energética, saúde ruminal e produtividade animal.

REFERÊNCIAS

ALVARADO-GILIS, C. A. *et al.* Proteção de ácidos graxos poliinsaturados contra bio-hidrogenação ruminal: experimentos piloto para três abordagens. **Journal of Animal Science**, v. 93, p. 3101–3109, 2014.
DOI: <https://doi.org/10.2527/jas.2014-8015>.

BAUMAN, D. E. *et al.* Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 1–15, 2000.

BAYAT, A. R. *et al.* Dietary forage to concentrate ratio and sunflower oil supplement alter rumen fermentation, ruminal methane emission, and nutrient utilization in lactating cows. **Translational Animal Science**, v. 1, p. 277–286, 2017.

BEAUCHEMIN, K. A. *et al.* Nutritional management for enteric methane abatement: A review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 48, p. 21–27, 2008.

BEAUCHEMIN, K. A.; MCGINN, S. M. Methane emissions from beef cattle: Effects of fumaric acid, essential oil, and canola oil. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 1489–1496, 2006.

BEAUCHEMIN, K. A.; MCGINN, S. M.; PETIT, H. V. Methane abatement strategies for cattle: Lipid supplementation of diets. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 87, p. 431–440, 2007.

BEAUCHEMIN, K. A. *et al.* Invited review: Current enteric methane mitigation options. **Journal of Dairy Science**, v. 105, p. 9297–9326, 2022.

BEHAN, A. A. *et al.* Effects of supplementation of rumen protected fats on rumen ecology and digestibility of nutrients in sheep. **Animals**, v. 9, p. 1–8, 2019.

BHATT, R. S. *et al.* Dietary supplementation of extruded linseed and calcium soap for augmenting meat attributes and fatty acid profile of *longissimus thoracis* muscle and adipose tissue in finisher malpura lambs. **Small Ruminant Research**, v. 184, 2020.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2020.106062>.

DA FREIRIA, L. B. *et al.* Different fat sources in supplements for beef cattle at pasture. **Tropical Animal Health and Production**, v. 54, p. 1–10, 2022.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-022-03169-9>.

DOREAU, M.; FERLAY, A. Effects of dietary lipids on nitrogen metabolism in the rumen: A review. **Livestock Production Science**, v. 43, p. 97–110, 1995.

DUTTA, T. K.; AGNIHOTRI, M. K.; RAO, S. B. N. Effect of supplemental palm oil on nutrient utilization, feeding economics, and carcass characteristics in post-weaned Muzafarnagari lambs under feedlot condition. **Small Ruminant Research**, v. 78, n. 1–3, p. 66–73, 2008.

FIORENTINI, G. *et al.* Effect of lipid sources with different fatty acid profiles on the intake, performance, and methane emissions of feedlot Nellore steers. **Journal of Animal Science**, v. 92, p. 1613–1620, 2014.

FIORENTINI, G. *et al.* Digestibility, fermentation and rumen microbiota of crossbred heifers fed diets with different soybean oil availabilities in the rumen. **Animal Feed Science and Technology**, v. 181, p. 26–34, 2013.

FRANCO, M. Gordura protegida é boa fonte de energia. **DBO**, v. 321, p. 45, 2007.

FREITAS JÚNIOR, J. E. *et al.* Ruminal biohydrogenation and abomasal flow of fatty acids in lactating cows fed diets supplemented with soybean oil, whole soybeans, or calcium salts of fatty acids. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 9, p. 7881–7891, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13666>.

HADDAD, S. G.; YOUNIS, H. M. The effect of adding ruminally protected fat in fattening diets on nutrient intake, digestibility, and growth performance of Awassi lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 113, n. 1–4, p. 61–69, 2004.

HESS, B. W.; MOSS, G. E.; RULE, D. C. A decade of developments in the area of fat supplementation research with beef cattle and sheep. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 188–204, 2008.

IBRAHIM, N. A. *et al.* Effects of vegetable oil supplementation on rumen fermentation and microbial population in ruminant: A review. **Tropical Animal Health and Production**, v. 53, p. 1–11, 2021.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02863-4>.

JALČ, D. *et al.* The effect of a high concentrate diet and different fat sources on rumen fermentation in vitro. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 15, p. 137–140, 2006.

JENKINS, T. C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p. 3851–3863, 1993.

JENKINS, T. C. *et al.* Board-invited review: Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 397–412, 2008.

KUMAR, M. By-pass fat in animal feeding: A review. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 5, p. 2251–2255, 2017.

LIN, L. Bias caused by sampling error in meta-analysis with small sample sizes. **PLoS ONE**, v. 13, e0204056, 2018.

MAIA, F. J. *et al.* Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: produção, composição e perfil dos ácidos graxos do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 1504–1513, 2006.

MCGINN, S. M.; KOENIG, K. M.; COATES, T. Effect of diet on odorant emissions from cattle manure. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 435–444, 2002.

MESSANA, J. D. *et al.* Rumen fermentation and rumen microbes in Nellore steers receiving diets with different lipid contents. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, p. 204–212, 2013.
DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982013000300008>.

MOATE, P. J. *et al.* Kinetics of ruminal lipolysis of triacylglycerol and biohydrogenation of long-chain fatty acids: New insights from old data. **Journal of Dairy Science**, v. 91, p. 731–742, 2008.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and New World camelids**. Washington, DC: National Academies Press, 2007.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington, DC: National Academies Press, 2001.

PAVAN, E.; DUCKETT, S. K.; ANDRAE, J. G. Corn oil supplementation to steers grazing endophyte-free tall fescue. I. Effects on in vivo digestibility, performance, and carcass traits. **Journal of Animal Science**, v. 85, p. 1330–1339, 2007.

PRACHUMCHAI, R.; CHERDTHONG, A. Black soldier fly larva oil in diets with roughage to concentrate ratios on fermentation characteristics, degradability, and methane generation. **Animals**, v. 13, p. 2416, 2023.

PATRA, A. *et al.* Rumen methanogens and mitigation of methane emission by anti-methanogenic compounds and substance. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 8, p. 13, 2017.

PUSHP, M. K.; NIRWAN, S. S. Effects of bypass fat on milk production and biochemical parameters calcium and phosphorous in dairy cattle. **Journal of Veterinary Science and Animal Husbandry**, v. 9, p. 186–188, 2024.

RABIEE, A. R. *et al.* Effect of fat additions to diets of dairy cattle on milk production and components: A meta-analysis and meta-regression. **Journal of Dairy Science**, v. 95, p. 3225–3247, 2012.

SILVA, F. F. *et al.* Consumo, desempenho, características de carcaça e biometria do trato gastrointestinal e dos órgãos internos de novilhos Nelore recebendo dietas com diferentes níveis de concentrado e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 4, p. 1849–1864, 2002.

SILVA, M. M. C. *et al.* Suplementação de lipídios em dietas para cabras em lactação: consumo e eficiência de utilização de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 1, p. 257–267, 2007.

SILVA, R. A. *et al.* Effects of different forms of soybean lipids on enteric methane emission, performance and meat quality of feedlot Nellore. **Journal of Agricultural Science**, v. 156, p. 1–10, 2018.

DOI: <https://doi.org/10.1017/S002185961800045X>.

TOPRAK, N. N. Do fats reduce methane emission by ruminants? A review. **Animal Science Papers and Reports**, v. 33, p. 305–321, 2015.

URBANO, S. A. *et al.* Corn germ meal in replacement of corn in Santa Ines sheep diet: carcass characteristics and tissue composition. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 10, n. 2, p. 165–171, 2016.

VARGAS, J. E. *et al.* Dietary supplemental plant oils reduce methanogenesis from anaerobic microbial fermentation in the rumen. **Scientific Reports**, v. 10, p. 1–9, 2020a.

VARGAS, J. E.; ANDRÉS, S.; LÓPEZ-FERRERAS, L.; LÓPEZ, S. Effects of supplemental plant oils on rumen bacterial community profile and digesta fatty acid composition in a continuous culture system (RUSITEC). **Anaerobe**, v. 61, p. 102143, 2020b.

VARGAS, J. E. *et al.* Dietary supplemental plant oils reduce methanogenesis from anaerobic microbial fermentation in the rumen. **Scientific Reports**, v. 10, p. 1613, 2020c.

WARNER, C. M. *et al.* A comparison of supplemental calcium soap of palm fatty acids versus tallow in a corn-based finishing diet for feedlot steers. **Journal of Animal Science and Technology**, v. 57, p. 25, 2015.

DOI: <https://doi.org/10.1186/s40781-015-0053-5>.

WILLIAMS, A. G.; COLEMAN, G. S. **The rumen protozoa**. New York: Springer, 2012.

WULANDARI, C. T. *et al.* Protected fat-protein response in the diet to fatty acid profile of rumen fluid. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 1341, 2024.

DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1341/1/012071>.

WU, Z.; OHAJURULA, O. A.; PALMQUIST, D. L. Ruminal synthesis, biohydrogenation, and digestibility of fatty acids by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3025–3034, 1991.

ZACHUT, M. *et al.* Effects of increased supplementation of n-3 fatty acids to transition dairy cows on performance and fatty acid profile in plasma, adipose tissue, and milk fat. **Journal of Dairy Science**, v. 93, p. 5877–5889, 2010.

ZHANG, C. M. *et al.* Effect of octadeca carbon fatty acids on microbial fermentation, methanogenesis and microbial flora in vitro. **Animal Feed Science and Technology**, v. 146, p. 259–269, 2008.



BIOCLIMATOLOGIA E BEM-ESTAR
ANIMAL NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Coletânea Científica – Artigos Completos –

Volume 3 – 2026

Editora Científica Semiárido Acadêmico (ECSA)

ISBN 978-65-01-80872-7 | Acesso Aberto

CAPÍTULO X

Aspectos da utilização de gorduras na nutrição de ruminantes

Aspects of the use of fats in ruminant nutrition

Claudiney Felipe Almeida Inô¹; Bonifácio Benício de Souza¹; Maycon Rodrigues da Silva¹; Fabíola Franklin de Medeiros¹; Danilo Leite Fernandes²; Talícia Maria Alves Benício³; Amanda Fernanda Silva de Lima¹; Mariana Ferreira Torres¹; Mirna Isabel Silva de Medeiros¹; Luiz Henrique de Souza Rodrigues¹; Thiago Filipi dos Santos¹

¹ Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Programa de Pós-Graduação em Ciência e Saúde Animal, Patos – PB, Brasil.

² Instituto Federal do Ceará (IFCE), Crato – CE, Brasil.

³ Universidade Estadual do Tocantins (UNITINS), Palmas – TO, Brasil.

Autor correspondente: claudiney.felipe@estudante.ufcg.edu.br

DOI: <https://doi.org/10.65338/ecsa.v3.2026.c10>

RESUMO

Esta revisão aborda o papel complexo das gorduras na nutrição de ruminantes. A inclusão de gorduras nas dietas desses animais oferece diversos benefícios, como maior densidade energética, melhor eficiência alimentar e aprimoramento da qualidade do produto. Diferentes fontes de gordura, como gorduras animais e óleos vegetais, foram estudadas, com cada uma apresentando perfis nutricionais distintos. Embora as gorduras possam melhorar o desempenho animal, quantidades excessivas podem prejudicar a fermentação ruminal e reduzir a ingestão de ração. Além disso, o processo de bio-hidrogenação no rúmen pode alterar o perfil de ácidos graxos das gorduras alimentares. Para contornar a degradação ruminal, foram desenvolvidas

gorduras protegidas, que permitem uma utilização mais eficiente dos ácidos graxos no intestino delgado. Esta revisão destaca a importância de considerar cuidadosamente o tipo, a quantidade e a forma de suplementação de gordura, visando otimizar o desempenho animal e a qualidade do produto. Pesquisas futuras devem focar no desenvolvimento de estratégias para melhorar a eficiência da utilização de gorduras em ruminantes e aprofundar a compreensão das interações complexas entre gorduras alimentares, microbiota ruminal e desempenho animal.

Palavras-chave: alimentação animal; densidade energética; estratégias nutricionais; lipídios.

ABSTRACT

This review addresses the complex role of fats in ruminant nutrition. The inclusion of fats in ruminant diets offers several benefits, such as increased energy density, improved feed efficiency, and improved product quality. Different fat sources, such as animal fats and vegetable oils, have been studied, each presenting distinct nutritional profiles. Although fats can improve animal performance, excessive amounts can impair ruminal fermentation and reduce feed intake. Furthermore, the biohydrogenation process in the rumen can alter the fatty acid profile of dietary fats. To circumvent ruminal degradation, protected fats have been developed, which allow for more efficient utilization of fatty acids in the small intestine. This review highlights the importance of carefully considering the type, amount, and form of fat supplementation to optimize animal performance and product quality. Future research should focus on developing strategies to improve fat utilization efficiency in ruminants and deepen the understanding of the complex interactions between dietary fats, ruminal microbiota, and animal performance.

Keywords: animal feed; energy density; nutritional strategies; lipids.

INTRODUÇÃO

A nutrição adequada desempenha um papel fundamental na saúde e produtividade dos ruminantes. Animais como bovinos, ovinos e caprinos possuem um sistema digestivo singular, capaz de converter materiais fibrosos, como pastagens e forragens, em nutrientes essenciais. Um manejo nutricional bem estruturado não apenas favorece o crescimento e a produção, mas também aumenta a eficiência alimentar, contribuindo para a redução dos custos de produção e o impacto ambiental (BACH, 2012).

Uma dieta balanceada para ruminantes deve suprir todos os nutrientes necessários para o bom funcionamento do organismo, incluindo energia, proteínas, vitaminas e minerais. A

energia é frequentemente o nutriente limitante nas dietas desses animais, sendo crucial para sustentar os processos metabólicos e a produção de carne, leite e lã. Para garantir a ingestão adequada de energia, é fundamental incluir uma combinação de forragens de alta qualidade e concentrados na dieta (NASCIMENTO et al., 2020).

Entre os componentes energéticos da dieta, as gorduras desempenham um papel primordial. Elas são fontes concentradas de energia, fornecendo mais do que o dobro das calorias por unidade de peso em comparação com carboidratos e proteínas. A inclusão de gorduras na dieta pode aumentar a densidade energética da ração, especialmente em situações nas quais a ingestão de matéria seca (MS) é limitada, como durante períodos de estresse térmico ou em animais de alta produção (VARGAS et al., 2020).

Além disso, as gorduras influenciam a digestão e o metabolismo no rúmen. Elas podem alterar a fermentação ruminal, afetando a produção de ácidos graxos voláteis (AGVs), que são uma importante fonte de energia para os ruminantes. No entanto, o excesso de gordura na dieta pode prejudicar a função ruminal, diminuindo a digestibilidade da fibra e a eficiência alimentar (FACIOLA e BRODERICK, 2013). Assim, é crucial equilibrar a quantidade e o tipo de gordura na dieta para otimizar a saúde e a performance dos animais (WELD e ARMENTANO, 2017).

Além de fornecer energia, as gorduras dietéticas têm influência sobre a composição do leite e da carne dos ruminantes. A inclusão de ácidos graxos (AG) específicos pode melhorar o perfil lipídico do leite, tornando-o mais saudável para o consumo humano. Por exemplo, a adição de óleo de linhaça à dieta pode elevar os níveis de ácidos graxos ômega-3 no leite. De maneira semelhante, a qualidade da carne também pode ser impactada pela dieta, afetando a composição de gordura intramuscular e a palatabilidade do produto final (JENKINS et al., 2008).

Inovações na nutrição de ruminantes incluem o uso de gorduras protegidas, que são formuladas para resistir à degradação no rúmen e serem digeridas no intestino (BEHAN et al., 2019). Essas gorduras podem fornecer energia de maneira mais eficiente, com menor impacto sobre a fermentação ruminal. Além disso, o uso de subprodutos da indústria de alimentos, como óleos vegetais reciclados (JARAMILLO et al., 2010), oferece fontes de gordura sustentáveis e economicamente viáveis para a alimentação animal.

A escassez de pesquisas sobre diferentes níveis de gordura nas dietas de ruminantes (BEAUCHEMIN et al., 2022) representa um obstáculo significativo para a modelagem e otimização dos efeitos dessa variável sobre as emissões entéricas e a produtividade animal. Nesse contexto, o objetivo desta revisão bibliográfica é compilar e analisar o conhecimento

atual sobre os efeitos das gorduras na saúde, produtividade e bem-estar dos ruminantes, bem como seu impacto ambiental.

2 TIPOS DE GORDURAS UTILIZADAS

A dieta dos ruminantes pode incluir diferentes tipos de gorduras, como gorduras animais e óleos vegetais. As gorduras animais, provenientes de tecidos e órgãos de animais como vacas, porcos e frangos, são fontes importantes de energia, mas contêm altos níveis de ácidos graxos saturados (AGS), que podem afetar a saúde dos animais e a fermentação ruminal. Por outro lado, os óleos vegetais, extraídos de sementes e frutos de plantas como soja, palma, girassol e oliva, são considerados mais seguros e têm um perfil de AG mais favoráveis. Estes óleos podem melhorar a densidade energética da dieta e são preferidos devido ao seu impacto positivo na saúde animal e na qualidade dos produtos derivados dos ruminantes.

Além das formas livres de gorduras, as gorduras protegidas, como os sabões de cálcio de AG, são utilizadas para minimizar os efeitos negativos no rúmen e melhorar a digestibilidade pós-ruminal. Estudos demonstraram que a suplementação com gorduras protegidas pode aumentar a digestibilidade das fibras e a ingestão de matéria seca (IMS), beneficiando a produção de leite e a saúde geral dos ruminantes. No entanto, a bio-hidrogenação no rúmen ainda representa um desafio, exigindo um equilíbrio cuidadoso na inclusão de gorduras na dieta para otimizar os benefícios nutricionais e produtivos.

2.1 Gorduras animais

A gordura animal é um componente significativo da nutrição de ruminantes, encontrada em tecidos e órgãos de animais como vacas, carneiros, porcos, frangos e peixes oleosos. Estas gorduras existem em várias formas, incluindo banha, sebo, gordura de frango, manteiga e óleo de peixe, e consistem em uma mistura de AG insaturados e saturados, tornando-se uma fonte energética importante (SHARMA et al., 2013).

Historicamente, as gorduras animais têm sido amplamente utilizadas na indústria alimentícia. Enquanto uma ingestão elevada de gordura animal pode aumentar o risco de doenças cardíacas e obesidade, pesquisas indicam que o consumo moderado pode não ter impactos negativos significativos na saúde (FOROUHI et al., 2018).

A banha, produzida a partir do tecido adiposo de porcos, contém quantidades significativas de colesterol e AGS, que podem ser prejudiciais à saúde humana, causando condições como hipercolesterolemia e doença cardíaca coronária (ABIDIN et al., 2023). Devido ao seu custo mais baixo, a banha é frequentemente utilizada como adulterante em óleos vegetais caros e em óleo de fígado de bacalhau. Além disso, as características químicas do óleo de palma são semelhantes às da banha devido à presença de ácidos palmítico e oleico (HUSSAIN et al., 2023).

O sebo, derivado do tecido adiposo de carneiros e bovinos, é uma gordura versátil com um alto ponto de fumaça, ideal para frituras. No entanto, devido ao seu alto teor de gordura saturada, o consumo excessivo de sebo pode levar a problemas de saúde como colesterol alto e doenças cardíacas, sendo recomendável o consumo moderado (RICHARDS et al., 2005).

A gordura de frango, extraída da pele e dos tecidos adiposos do frango, é amplamente usada na culinária, conferindo sabor, umidade e textura suave aos alimentos. Esta gordura também é utilizada como adulterante em vários óleos vegetais, como óleo de coco e óleo de girassol, devido às suas propriedades únicas (XU et al., 2015).

O óleo de peixe, obtido de espécies como bacalhau e salmão, varia em conteúdo de AG entre espécies e até mesmo dentro da mesma espécie. O óleo de fígado de bacalhau é particularmente rico em AG ômega-3, essenciais para a saúde humana, oferecendo benefícios como a redução da inflamação e a melhoria da saúde cardíaca e cerebral. Estes AG também são importantes para a saúde ocular, a prevenção de certos tipos de câncer e a melhoria do humor e da saúde mental (INDARTI et al., 2005).

Gorduras ou lipídios são componentes energéticos cruciais na dieta de ruminantes. Embora a gordura animal seja comumente utilizada, ela apresenta menor valor energético, menor digestibilidade e um alto teor de AGS quando comparada aos óleos vegetais ou de peixe (LAURIDSEN et al., 2007). No entanto, em razão de surtos de doenças animais, como a encefalopatia espongiforme bovina na União Europeia, foram impostas restrições rigorosas ao uso de produtos de origem animal na ração. Ainda assim, é possível utilizar a gordura animal, desde que produzida sob procedimentos rigorosos (JEDREJEK et al., 2016).

2.2 Gorduras vegetais

Por outro lado, os óleos vegetais têm se destacado como fontes seguras e dominantes de gordura no mercado, superando as gorduras animais em popularidade (RITCHIE, 2024). Devido ao aumento da demanda dos consumidores por carne produzida de forma segura, houve

um crescimento na utilização de óleos vegetais, óleos de peixe e óleos de algas na formulação de rações animais (BAKER et al., 2016; KOMPRDA et al., 2021).

Tanto as gorduras de origem animal quanto vegetal são viáveis na indústria de fabricação de rações. No entanto, a digestibilidade dos AG e a influência no desempenho de crescimento e na eficiência alimentar dos animais podem variar conforme a fonte e a composição desses AG (LAURIDSEN et al., 2007). Isso mostra que a escolha da fonte de gordura deve ser cuidadosamente considerada para otimizar os resultados nutricionais e produtivos.

Os óleos vegetais, derivados de diversas fontes como sementes, frutas e nozes, são amplamente utilizados na alimentação de ruminantes. Alguns óleos vegetais contêm altos níveis de gorduras saturadas e trans, que podem contribuir para problemas de saúde, incluindo doenças cardíacas. Óleos como os de palma e coco são exemplos de tais gorduras, enquanto óleos de oliva, girassol, mostarda, cártamo, gergelim e farelo de arroz são mais pobres em gorduras saturadas (OGORI, 2020). A escolha desses óleos deve ser feita com cuidado, favorecendo aqueles com menos gorduras não saudáveis e consumindo-os com moderação.

Os óleos de soja e palma, obtidos das sementes de soja e dos frutos da palmeira, respectivamente, são comuns na dieta de ruminantes. O óleo de palma bruto e o óleo de palmiste, extraídos do fruto e do caroço da palmeira, têm usos distintos (OBIBUZOR et al., 2012). O óleo de semente de algodão, produzido a partir das sementes de algodão, é conhecido por sua cor marrom-avermelhada e sabor forte, sendo um subproduto dependente da indústria têxtil (OGORI, 2020).

O óleo de canola, derivado de uma variedade específica de colza, é uma adição relativamente nova na nutrição animal. Óleos de girassol e cártamo são extraídos das respectivas sementes dessas plantas. O azeite de oliva, obtido dos frutos da oliveira, varia em qualidade e preço, com o azeite extravirgem sendo o mais caro e frequentemente adulterado (SALAH e NOFAL, 2021).

Óleos de amendoim, mostarda e milho são extraídos das sementes de amendoim, mostarda e gérmen de milho. Eles são ricos em gorduras insaturadas saudáveis. O óleo de amendoim, ou óleo de amendoim, é similarmente obtido. O óleo de coco, extraído da copra (polpa seca do coco), é sólido à temperatura ambiente, mas torna-se líquido acima de 25 °C, classificando-o como uma gordura (OGORI, 2020).

Óleos de gergelim e linhaça são derivados das sementes de gergelim e linhaça. Eles são ricos em AG ômega-6, essenciais para a saúde humana. O óleo de gergelim é notável por seu aroma e sabor únicos, além de conter antioxidantes como sesamol e sesamina, que protegem

contra danos oxidativos e reduzem a inflamação. O óleo de linhaça oferece benefícios como a melhora da saúde cardíaca e a redução de inflamação e do risco de certos tipos de câncer (MUJTABA et al., 2020; YUAN et al., 2020).

O óleo de farelo de arroz é extraído da camada externa do grão de arroz e contém vitamina E e gama orizanol, que protegem contra danos dos radicais livres e reduzem a inflamação (FRATERRIGO GAROFALO et al., 2021). Óleos de nozes e sementes de uva são obtidos das respectivas sementes, cada um com uma composição única de AG (AKIN et al., 2019; LI et al., 2015). Óleos de argan e abacate, extraídos do caroço da árvore de argan e da polpa do abacate, são ricos em vitamina E, antioxidantes e AG essenciais (LUMAKSO et al., 2015; MOHAMMED et al., 2021).

2.3 Gorduras protegidas e não protegidas

Os óleos podem ser usados como suplementos na dieta de ruminantes, seja na forma livre, como o óleo de palma, ou na forma de gorduras protegidas, como os sabões de cálcio de AG do óleo de palma (SUKSOMBAT et al., 2016; BIANCHI et al., 2018). Em geral, as formas livres ou desprotegidas de óleo que passam pelo rúmen são suscetíveis à lipólise e bio-hidrogenação pelas bactérias do rúmen, resultando em uma passagem marginal do óleo para o intestino delgado do hospedeiro. Acredita-se amplamente que as gorduras protegidas, também conhecidas como gorduras de desvio do rúmen, reduzem possíveis interferências na fermentação microbiana do rúmen, com a dissociação completa da gordura ocorrendo apenas no abomaso.

Contudo, Plascencia e Zinn (2018) observaram que o sabão de cálcio de AG (Megalac) foi extensivamente bio-hidrogenado no rúmen. Essas pesquisas sugerem que as gorduras protegidas não são completamente invulneráveis no rúmen. Entretanto, ainda há relatos positivos sobre a digestão resultante da suplementação com gordura protegida (GP), que pode ser atribuída à digestão pós-ruminal compensatória no intestino grosso (PLASCENCIA e ZINN, 2018).

Bhatt et al. (2013) testaram três níveis de gordura protegida no rúmen (GPR) em ovelhas alimentadas com forragem e concentrado ad libitum. Enquanto o grupo controle não recebeu suplementação, os grupos T2 e T3 receberam concentrados contendo 20 e 40 g de gordura de passagem ruminal por kg de concentrado, respectivamente. Ambas as suplementações mostraram um aumento na digestibilidade de proteína, lipídios e fibras.

Outro estudo conduzido por Macedo et al. (2016) comparou vacas leiteiras lactantes que não receberam suplementação com aquelas que receberam 250 g de sabão de cálcio de óleo de soja por dia, em pastagem com baixo (3 kg/dia) ou alto (7 kg/dia) nível de concentrado. Embora não houvesse diferenças significativas no consumo de MS, a ingestão de gordura aumentou significativamente nos grupos suplementados. No entanto, a ingestão de gordura não afetou os parâmetros ruminais e a síntese microbiana.

3 EFEITOS DAS GORDURAS NA DIGESTÃO E METABOLISMO

A inclusão de gorduras na dieta de ruminantes tem efeitos significativos na digestão e no metabolismo. As gorduras fornecem uma fonte concentrada de energia, essencial para a produção de leite e carne. No rúmen, as gorduras livres são suscetíveis à lipólise e bio-hidrogenação, o que pode alterar a fermentação ruminal e a produção de AGVs. No entanto, gorduras protegidas, como os sabões de cálcio de AG, podem minimizar esses efeitos negativos, permitindo uma melhor digestão pós-ruminal e absorção de nutrientes. A suplementação com gorduras pode aumentar a digestibilidade das fibras, melhorar a IMS e otimizar a saúde e produtividade dos ruminantes, embora a bio-hidrogenação continue sendo um desafio a ser gerenciado.

4 IMPACTO DAS GORDURAS NO RÚMEN

A composição da população microbiana no rúmen é influenciada por diversos fatores, incluindo a dieta, a frequência de alimentação, o ambiente, a saúde dos animais e a raça, esses microrganismos desempenham um papel crucial na digestão, pois fermentam os componentes da ração ingerida pelos ruminantes (McDONALD et al., 2010).

A qualidade e os tipos de ingredientes fornecidos na alimentação dos ruminantes podem modificar tanto a composição quanto a quantidade dos produtos resultantes da fermentação. Essas variações têm impacto direto na saúde e na eficiência produtiva dos animais, evidenciando a importância de um manejo nutricional adequado (HENDERSON et al., 2015).

5 ABSORÇÃO E METABOLISMO DOS ÁCIDOS GRAXOS

Nas últimas décadas, houve um aumento significativo no interesse da pesquisa pela suplementação de AG na dieta de ruminantes. Esse interesse é impulsionado pelo desejo de influenciar diversos processos fisiológicos e alterar a composição de AG nos produtos derivados dos ruminantes, como carne e leite (VAHMANI et al., 2015).

Alguns AG, como o ácido linoleico (C18:2n-6) e o ácido linolênico (C18:3n-3), desempenham funções biológicas essenciais e oferecem benefícios à saúde tanto para humanos quanto para animais. Esses AG são reconhecidos como essenciais para os animais, o que justifica o crescente foco em sua inclusão na nutrição de ruminantes (LANIER e Cor, 2015; VAHMANI et al., 2015).

6 INFLUÊNCIA NA PRODUÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS VOLÁTEIS

Estudos observaram que a suplementação de óleo de palma pode reduzir significativamente a concentração de acetato e a população de *Fibrobacter succinogenes* em concentrações a partir de 7,5%. Essa redução na concentração de AGV indica que a fermentação ruminal é inibida pela presença do óleo, que forma um revestimento físico no digesta ruminal, protegendo-o da ação de enzimas bacterianas e extracelulares (KONGMUN et al., 2011).

Os principais AGV resultantes do catabolismo são acetato, propionato e butirato (IBRAHIM et al., 2021). A meta-análise demonstrou que a suplementação com GPR aumentou significativamente os níveis de acetato e isovalerato, enquanto reduziu isobutirato e não afetou significativamente o propionato. Isso sugere que o GPR pode aumentar a celulose no rúmen, resultando em maior produção de acetato (SCHAUFF e CLARK, 1992). Além disso, a adição de GPR pode elevar a produção de acetatos e propionato, além de reduzir a presença de arqueas e protozoários metanogênicos, sem efeitos adversos sobre as bactérias fibrolíticas (AMANULLAH et al., 2022).

Após 24 horas de incubação, juntamente com os AG C18:2n-6 e C18:3n-3, a maioria dos outros AG também foi afetada pelos tratamentos dietéticos. Estudos anteriores por Honkanen et al. (2012) e Amanullah et al. (2021), indicaram que essas alterações podem ser devidas a taxas diferentes de lipólise e/ou bio-hidrogenação entre os tratamentos. A menor concentração total de AGS, especialmente C18:0, juntamente com a maior concentração de C18:1 cis-9 e ácidos graxos monoinsaturados (AGM) no tratamento com sal de cálcio, indicaram um menor grau de bio-hidrogenação com esse tratamento (BAUMAN et al., 2000).

No processo de bio-hidrogenação dos AG C18:2 e C18:3, diferentes isômeros cis e trans de intermediários C18:1 são produzidos, convertendo-se finalmente em C18:0 (BAUMAN et al., 2000; HONKANEN et al., 2012). No presente estudo, uma dieta suplementada com sal de cálcio apresentou a menor concentração de C18:0 e a maior concentração de C18:1 cis-9 ao longo de 24 horas de incubação, indicando que os sais de cálcio podem resistir à bio-hidrogenação no rúmen até certo ponto por (WU et al., 1991). Essa resistência é aumentada

quando os lipídios são fornecidos na forma de sais de cálcio, reduzindo significativamente a liberação de ácidos graxos livres (lipólise) (MOATE et al., 2004).

Uma maior proporção de AG n-6 para n-3 em óleos de coco e sais de cálcio, comparada aos óleos de linhaça, após 24 horas de incubação, sugere uma incorporação potencial desses AG em níveis fisiológicos pela suplementação dietética. Apesar da bio-hidrogenação extensiva atuar como um obstáculo, as concentrações aumentadas de AG n-6 e n-3 após 24 horas de incubação indicam uma possível incorporação eficiente na dieta dos ruminantes. Modelos cinéticos de primeira ordem mostraram que a taxa de desaparecimento do ácido linoleico diminuiu com o aumento da disponibilidade do substrato, conforme observado por (HONKANEN et al., 2012).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de gorduras na dieta de ruminantes é uma estratégia promissora para melhorar a produtividade e a eficiência alimentar dos animais. As gorduras fornecem uma fonte concentrada de energia, essencial para a produção de leite e carne, e podem melhorar a digestibilidade das fibras.

No entanto, há desafios, como a necessidade de evitar a interferência na fermentação ruminal e a consideração dos limites de inclusão de gorduras para manter a saúde e o desempenho dos animais. Além disso, é importante continuar investigando as interações entre diferentes tipos de gorduras e a microbiota ruminal para aprimorar a eficiência alimentar e a saúde dos animais.

REFERÊNCIAS

ABIDIN, S. A. S. Z. et al. Halal concerns on lard in food products and its detection methods. **Halalpsphere**, v. 3, (ed. 2), p. 79-90, 2023.

AKIN, G. et al. Chemometric classification and quantification of cold pressed grape seed oil in blends with refined soybean oils using attenuated total reflectance–mid infrared (ATR–MIR) spectroscopy. **LWT**, v. 100, p. 126-137, 2019.

AMANULLAH, S. M. Effects of essential fatty acid supplementation on in vitro fermentation indices, greenhouse gas, microbes, and fatty acid profiles in the rumen. **Frontiers Microbiology**, v. 12, p. 401, 2021.

BACH, A. Indicadores-chave para medir o desempenho da vaca leiteira HPS Beever, AD M (Eds.), **Anais...** do Simpósio da FAO: Otimização da eficiência do uso de ração em sistemas de produção de ruminantes, Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação e

Associação Asiática-Australiana de Sociedades de Produção Animal, Bangkok, Tailândia, p. 33-44, 2012.

BAKER, E. J. et al. Metabolism and functional effects of plant-derived omega-3 fatty acids in humans. **Progress in Lipid Research**, v. 64, p. 30-56, 2016.

BAUMAN, D. E.; GRIINARI, J. M. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. **Journal Animal Science**, v. 77, p. 1–15, 2000.

BEAUCHEMIN, K. A. et al. Invited review: Current enteric methane mitigation options. **Journal Dairy Science**, v. 105, p. 9297-9326, 2022.

BEHAN, A. A. Effects of supplementation of rumen protected fats on rumen ecology and digestibility of nutrients in sheep. **Animals**, v. 9, p. 1-8, 2019.

BHATT, R. S.; SAHOO, A.; SHINDE, A. K.; KARIM, S. A. Change in body condition and carcass characteristics of cull ewes fed diets supplemented with rumen bypass fat. **Livestock Science**, v. 157, p. 132–140, 2013.

BIANCHI, A. E. et al. Effect of the addition of protected fat from palm oil to the diet of dairy sheep. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 47, p. 265–276, 2018.

FACIOLA, A. P.; BRODERICK, G. A. Effects of feeding lauric acid on ruminal protozoa numbers, fermentation, and digestion and on milk production in dairy cows. **Journal of Animal Science**, v. 91, p. 2243–2253, 2013.

FOROUHI, N. G. et al. Evidence, controversies, and consensus for guidance. **BMJ**, v. 361, 2018. DOI: 10.1136/bmj.k2139.

FRATERRIGO GAROFALO, S.; TOMMASI, T.; FINO, D. A short review of green extraction technologies for rice bran oil. **Biomass Conversion and Biorefinery**, v. 11, p. 569–587, 2021.

HENDERSON, G. et al. Rumen microbial community composition varies with diet and host, but a core microbiome is found across a wide geographical range. **Scientific Reports**, v. 5, p. 14567, 2015.

HONKANEN, A. M. et al. Characterization of the disappearance and formation of biohydrogenation intermediates during incubations of linoleic acid with rumen fluid in vitro. **Journal of Dairy Science**, v. 95, p. 1376–1394, 2012.

HUSSAIN, M. N. et al. Analysis of lard in palm oil using long-wave near-infrared (LW-NIR) spectroscopy and gas chromatography-mass spectroscopy (GC–MS). **Food Analytical Methods**, v. 16, n. 2, p. 349–355, 2023.

IBRAHIM, N. A. et al. Effects of vegetable oil supplementation on rumen fermentation and microbial population in ruminant: A review. **Tropical Animal Health and Production**, v. 53, p. 1–11, 2021.

INDARTI, E. et al. Direct FAME synthesis for rapid total lipid analysis from fish oil and cod liver oil. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 18, n. 2–3, p. 161–170, 2005.

JARAMILLO, D. P. et al. Effect of the inclusion of artichoke silage in the ration of lactating ewes on the properties of milk and cheese characteristics during ripening. **Journal of Dairy Science**, v. 93, p. 1412–1419, 2010.

JEDREJEK, D. et al. Animal by-products for feed: characteristics, European regulatory framework, and potential impacts on human and animal health and the environment. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 25, p. 189–202, 2016.

JENKINS, T. C. et al. Board-invited review: Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 397–412, 2008.

KOMPRDA, T. et al. Fatty acid composition, oxidative stability, and sensory evaluation of the sausages produced from the meat of pigs fed a diet enriched with 8% of fish oil. **Journal of Food Science**, v. 86, n. 6, p. 2312–2326, 2021.

KONGMUN, P. et al. Manipulation of rumen fermentation and ecology of swamp buffalo by coconut oil and garlic powder supplementation. **Livestock Science**, v. 135, p. 84–92, 2011.

LANIER, J. S.; COR, B. A. Challenges in enriching milk fat with polyunsaturated fatty acids. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 6, p. 26, 2015.

LAURIDSEN, C. et al. Alternative fat sources to animal fat for pigs. **Lipid Technology**, v. 19, n. 7, p. 156–159, 2007. DOI: 10.1002/lite.200700051.

LI, B.; WANG, H.; ZHAO, Q.; OUYANG, J.; WU, Y. Rapid detection of authenticity and adulteration of walnut oil by FTIR and fluorescence spectroscopy: a comparative study. **Food Chemistry**, v. 181, p. 25–30, 2015.

LUMAKSO, F. A. et al. Detection and quantification of soybean and corn oils as adulterants in avocado oil using Fourier transform mid infrared (FT-MIR) spectroscopy aided with multivariate calibration. **Jurnal Teknologi**, v. 77, 2015. DOI: 10.11113/JT.V77.3640.

MACEDO, F. L. et al. Supplementation with Ca salts of soybean oil interacts with concentrate level in grazing dairy cows: intake, ingestive behavior, and ruminal parameters. **Tropical Animal Health and Production**, v. 48, p. 1593–1598, 2016.

MCDONALD, P. et al. **Animal nutrition**. 7. ed. London: Pearson Education, 2010.

MOATE, P. J. et al. A model to describe ruminal metabolism and intestinal absorption of long chain fatty acids. **Animal Feed Science and Technology**, v. 112, p. 79–105, 2004.

MOHAMMED, F. et al. Analytical methods to detect adulteration of argan oil: A critical review. **Microchemical Journal**, v. 168, art. 106501, 2021.

MUJTABA, M. et al. Critical review on sesame seed oil and its methyl ester on cold flow and oxidation stability. **Energy Reports**, v. 6, p. 40–54, 2020.

NASCIMENTO, C. O. et al. Effect of roughage-to-concentrate ratios combined with different preserved tropical forages on the productive performance of feedlot lambs. **Small Ruminant Research**, v. 182, p. 15–21, 2020.

OGORI, A. Source, extraction and constituents of fats and oils. **Journal of Food Science and Nutrition**, v. 6, n. 2, art. 100060, 2020.

PLASCENCIA, A.; ZINN, R. A. Comparative effects of solid-fat sources as a substitute for yellow grease on digestion of diets for feedlot cattle. **Animal Production Science**, v. 59, n. 8, p. 1520–1527, 2018.

SCHAUFF, D. J.; CLARK, J. H. Effects of feeding diets containing calcium salts of long-chain fatty acids to lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 75, p. 2990–3002, 1992.

WELD, K. A.; ARMENTANO, L. E. The effects of adding fat to diets of lactating dairy cows on total-tract neutral detergent fiber digestibility: A meta-analysis. **Journal of Dairy Science**, v. 100, p. 1766–1779, 2017. DOI: 10.3168/jds.2016-11500.

WU, Z.; OHAJURUKA, O. A.; PALMQUIST, D. L. Ruminal synthesis, biohydrogenation, and digestibility of fatty acids by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3025–3034, 1991.

XU, B. et al. Detection of virgin coconut oil adulteration with animal fats using quantitative cholesterol by GC×GC–TOF/MS analysis. **Food Chemistry**, v. 178, p. 128–135, 2015.

YUAN, Z. et al. Detection of flaxseed oil multiple adulteration by near-infrared spectroscopy and nonlinear one-class partial least squares discriminant analysis. **LWT**, v. 125, art. 109247, 2020. DOI: 10.1016/j.lwt.2020.109247.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pesquisas reunidas neste Volume 3 da coletânea *Bioclimatologia e Bem-Estar Animal no Semiárido Brasileiro* evidenciam, de forma integrada, a relevância dos fatores climáticos sobre os aspectos fisiológicos, comportamentais, produtivos e reprodutivos de animais de produção criados em ambientes de clima quente, com ênfase nas condições típicas do semiárido brasileiro. Os capítulos apresentados reforçam que a compreensão das interações entre ambiente e animal constitui elemento central para a promoção do bem-estar, da eficiência produtiva e da sustentabilidade dos sistemas pecuários.

Os estudos abordam diferentes espécies, grupos genéticos, índices ambientais e metodologias de avaliação, demonstrando a diversidade de abordagens científicas empregadas na análise do estresse térmico, da adaptação animal e das respostas fisiológicas frente às variações climáticas. De forma convergente, os resultados indicam que estratégias de manejo, ambiência e monitoramento ambiental são fundamentais para minimizar os efeitos adversos do clima sobre o desempenho e a saúde dos animais, especialmente em regiões caracterizadas por elevadas temperaturas e alta radiação solar.

Este volume reafirma a importância do uso de indicadores bioclimáticos, de parâmetros fisiológicos e de tecnologias aplicadas como ferramentas essenciais para a avaliação do conforto térmico e do bem-estar animal. Ao mesmo tempo, destaca a necessidade de aprofundamento contínuo das pesquisas, considerando as mudanças climáticas em curso e seus potenciais impactos sobre os sistemas de produção animal nos trópicos.

Por fim, a Editora Científica Semiárido Acadêmico (ECSA), ao reunir neste volume capítulos publicados individualmente com DOI próprio e organizados em formato de livro com DOI específico, reforça seu compromisso com a difusão qualificada do conhecimento científico, a valorização da produção regional e a consolidação de uma base técnica sólida para pesquisadores, profissionais e estudantes. Espera-se que esta obra contribua para o avanço da pesquisa em bioclimatologia aplicada e bem-estar animal, estimulando novas investigações e práticas voltadas ao desenvolvimento sustentável da produção animal no semiárido brasileiro.

REFERÊNCIAS DOS ARTIGOS ORIGINAIS DA COLETÂNEA

INÔ, C. F. A. et al. Adversidades e inovações no uso de gorduras para a nutrição de ruminantes: revisão bibliográfica. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, v. 23, n. 4, p. 1–18, 2025. DOI: <https://doi.org/10.55905/oelv23n4-077>

INÔ, C. F. A. et al. Aspectos da utilização de gorduras na nutrição de ruminantes: revisão bibliográfica. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, v. 23, n. 3, p. 1–18, 2025. DOI: <https://doi.org/10.55905/oelv23n3-108>

MASCARENHAS, N. M. H. et al. Avaliação de adaptação de caprinos nativos e ovinos deslanados no semiárido brasileiro frente às mudanças climáticas. **Revista COOPEX**, v. 14, n. 5, p. 3973–3984, 2023.

SILVA, G. da C. et al. Efeitos da utilização de músicas na sala de ordenha sobre o comportamento de vacas leiteiras. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, Curitiba, v. 21, n. 11, p. 23048–23074, 2023. DOI: <https://doi.org/10.55905/oelv21n11-240>

BATISTA, L. F. et al. Características fisiológicas e reprodutivas de ovinos Dorper nos períodos seco e chuvoso no semiárido paraibano. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, Curitiba, v. 21, n. 9, p. 12571–12588, 2023. DOI: <https://doi.org/10.55905/oelv21n9-112>

BRASILEIRO, R. C. B. et al. Influência do estresse térmico na produção bovina. **Revista COOPEX**, v. 15, n. 3, p. 5977–5995, 2024. DOI: <https://doi.org/10.61223/coopex.v15i3.999>

SOUZA, B. B. et al. Respostas fisiológicas de ovinos e caprinos ao estresse por calor no semiárido brasileiro, utilizando o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) como índice do conforto térmico. **Revista COOPEX**, v. 15, n. 3, p. 6008–6020, 2024. DOI: <https://doi.org/10.61223/coopex.v15i3.998>

BRASILEIRO, R. C. B.; SOUZA, B. B.; BRASILEIRO-ASSING, A. C. B. Uma abordagem sobre o impacto financeiro provindo da promoção do bem-estar animal na produção de bovinos. **Revista COOPEX**, v. 15, n. 2, p. 4882–4903, 2024. DOI: <https://doi.org/10.61223/coopex.v15i02.778>

SILVA, G. C. et al. Efeitos da utilização de músicas na sala de ordenha sobre o comportamento de vacas leiteiras. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, Curitiba, v. 21, n. 11, p. 23048–23074, 2023. DOI: <https://doi.org/10.55905/oelv21n11-240>

SOUZA, B. B. et al. Índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) como indicador de desconforto térmico em ovinos no semiárido brasileiro. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, v. 22, n. 2, p. 1–13, 2024. DOI: <https://doi.org/10.55905/oelv22n2-179>

Bioclimatologia e Bem-Estar Animal no Semiárido Brasileiro Coletânea Científica – Artigos Completos – Volume 3

Com a publicação do **Volume 3**, a Editora Científica Semiárido Acadêmico (ECSA) consolida a coletânea **Bioclimatologia e Bem-Estar Animal no Semiárido Brasileiro** como um projeto editorial científico contínuo, caracterizado pelo rigor metodológico, pela diversidade temática e pelo compromisso com a produção e a difusão do conhecimento aplicado às realidades ambientais do semiárido brasileiro.

Os capítulos que compõem este volume refletem o amadurecimento das pesquisas desenvolvidas por pesquisadores vinculados a universidades, institutos federais, programas de pós-graduação e grupos de pesquisa dedicados ao estudo da bioclimatologia, da adaptação animal, do conforto térmico e do bem-estar de animais de produção. As abordagens apresentadas reforçam a importância da integração entre ciência, ambiente e sistemas produtivos, em um contexto marcado pela variabilidade climática e pelos desafios da produção animal sustentável.

A publicação deste volume reafirma a continuidade da coletânea e projeta o avanço de novas edições, fortalecendo a ECSA como selo editorial científico independente, voltado à publicação de obras de acesso aberto e de relevância acadêmica, contribuindo para o desenvolvimento científico e tecnológico das regiões semiáridas do Brasil.

Bioclimatologia e Bem-Estar Animal no Semiárido Brasileiro
Coletânea Científica – Artigos Completos – Volume 3

Com este **Volume 3**, a ECSA consolida sua atuação como editora científica independente, mantendo o rigor metodológico e o padrão ético-editorial da coleção *Bioclimatologia e Bem-Estar Animal no Semiárido Brasileiro*, cuja continuidade está prevista para os **Volumes 4 e 5**.

Editora Científica Semiárido Acadêmico – ECSA

Patos – PB, Brasil – 2026

ISBN 978-65-01-80872-7

