



EFICIÊNCIA DO RESFRIAMENTO ADIABÁTICO COM BIOGÁS NA REDUÇÃO DO ESTRESSE TÉRMICO E PROMOÇÃO DA SUSTENTABILIDADE EM BOVINOS LEITEIROS

NILDIANE CARVALHO ROHR

RESUMO

Os microclimas nas instalações de pecuária leiteira são diretamente influenciados por elementos externos, o que pode impactar negativamente a produção e a saúde dos animais. Por isso, é essencial monitorar continuamente as respostas dos bovinos ao ambiente térmico, observando parâmetros como características fisiológicas, frequência respiratória e temperatura retal. Esses parâmetros podem variar devido a fatores intrínsecos, como morfofisiologia, idade, raça e estado fisiológico, e fatores extrínsecos, como ingestão de alimentos, água e temperatura ambiente. Um ambiente confortável para o animal é aquele em que há equilíbrio térmico, sem prejuízos à homeostase. Baseado em uma análise predominantemente bibliográfica, este estudo foca na análise da implementação de biogás para otimizar a eficiência do resfriamento adiabático, visando o conforto térmico de bovinos leiteiros em regiões tropicais. Nessas áreas, o estresse térmico resulta de fatores combinados, como alta temperatura, radiação solar intensa, alta umidade relativa e baixa velocidade do vento, que reduzem a eficiência na dissipação de calor. Dada a importância de mitigar os efeitos negativos do estresse térmico na produção de leite, é crucial adotar tecnologias que atendam às exigências morfofisiológicas dos animais e auxiliem no manejo estratégico do rebanho. Entre as estratégias, destacam-se o resfriamento adiabático evaporativo do ar e o uso de sombra para minimizar a radiação solar, potencializando a dissipação de calor. A implementação de biogás no resfriamento adiabático não só melhora o conforto e a produtividade dos animais em climas tropicais, mas também contribui para a sustentabilidade ambiental. O biogás, produzido a partir da decomposição de resíduos orgânicos gerados pelo próprio rebanho, é uma fonte de energia renovável que reduz a emissão de gases de efeito estufa e promove a reciclagem de resíduos agrícolas. Assim, além de ser uma solução eficaz para o controle térmico, o uso de biogás apoia práticas de pecuária mais sustentáveis e ecologicamente responsáveis. Em resumo, a adoção de biogás no resfriamento adiabático representa uma abordagem integrada que combina bem-estar animal, eficiência produtiva e sustentabilidade ambiental, oferecendo benefícios significativos para a pecuária leiteira em regiões tropicais.

Palavras-chave: Bem-estar; Conforto; Energia; Pecuária; Sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

Os efeitos do ambiente externo nos microclimas das instalações de pecuária leiteira podem se apresentar como uma problemática, o que torna necessária uma avaliação constante das respostas dos animais ao ambiente térmico em que estão inseridos. Um desses efeitos é o estresse térmico, que em regiões tropicais ocorre devido à combinação de fatores como alta temperatura, elevada incidência de radiação solar, aumento da umidade relativa do ar e redução da eficiência da perda de calor devido à baixa velocidade do vento (Dikmen & Hansen, 2009; Almeida et al., 2011).

A utilização de biogás, produzido a partir dos resíduos do próprio curral, promove uma

abordagem sustentável e eficiente para o resfriamento adiabático. Tal prática além de reduzir a dependência de fontes de energia não renováveis, também contribui de maneira significativa para a redução das emissões de gases de efeito estufa. Vale expor ainda que, a autossuficiência energética proporcionada pelo biogás pode gerar uma economia considerável nos custos operacionais e uma melhora na sustentabilidade das operações pecuárias. Nesse sentido, o presente estudo direciona-se à análise da implementação de biogás para otimizar a eficiência do processo de resfriamento adiabático, com o objetivo de garantir o conforto térmico de bovinos leiteiros em ambientes tropicais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para este estudo, adotou-se dados qualitativos e quantitativos provenientes de fontes bibliográficas e periódicos. Esses dados foram essenciais para contextualizar e introduzir duas temáticas centrais, sendo elas: a integração de fontes energéticas alternativas e o papel crucial da produção de biogás na otimização do resfriamento adiabático. A metodologia empregada foi predominantemente bibliográfica, baseada na análise de materiais publicados como livros, artigos e recursos disponíveis online. A análise e interpretação dos dados teóricos relacionados ao tema visam destacar a importância de implementar fontes alternativas de energia como uma estratégia sustentável para promover o bem-estar animal.

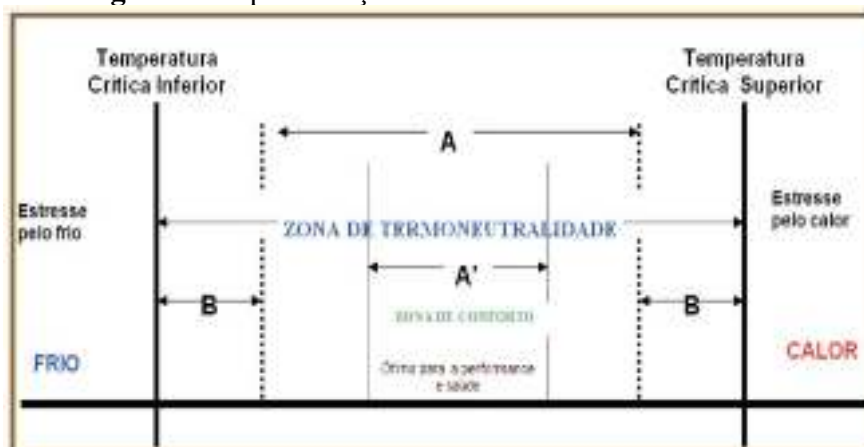
Este enfoque não apenas busca validar a eficiência do biogás no contexto do resfriamento adiabático, mas também ressalta seu papel na redução do impacto ambiental associado à produção agropecuária.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente estudo abordou a complexa interação entre os microclimas nas instalações de pecuária leiteira e os efeitos diretos desses ambientes sobre o bem-estar e a produção dos animais. A análise revelou que os bovinos leiteiros são particularmente sensíveis às variações ambientais, especialmente em regiões tropicais, onde fatores como alta temperatura, radiação solar intensa, umidade elevada e baixa velocidade do vento convergem para criar condições propícias ao estresse térmico (Dikmen & Hansen, 2009; Almeida et al., 2011).

Os parâmetros fisiológicos, como a frequência respiratória, temperatura retal e características da pelagem, foram observados como indicadores sensíveis das respostas adaptativas dos animais ao ambiente térmico (Silva et al., 2010). A zona de termoneutralidade (Figura 1), essencial para o equilíbrio térmico sem custos fisiológicos excessivos, foi discutida como uma faixa de temperatura onde os bovinos podem maximizar a eficiência alimentar e a produção leiteira (Baccari Júnior, 1998; Azevêdo & Alves, 2009).

Figura 1. Representação da Zona de Termoneutralidade



(Fonte: Adaptado de Hafez, 1973; Alves et al., 2009).

Além disso, as estratégias de resfriamento adiabático e sombreamento foram destacadas como métodos eficazes para mitigar o estresse térmico, permitindo uma melhor dissipação de calor e minimizando os efeitos adversos sobre a produção de leite (West, 2003). A análise climática do Brasil revelou variações significativas nas condições ambientais ao longo do território, o que implica em diferentes demandas de manejo e adaptação por parte dos sistemas de produção pecuária (Neiva et al., 2004).

Especificamente, o estresse térmico por calor foi identificado como um dos principais desafios enfrentados pelos bovinos leiteiros, influenciando diretamente na ingestão de alimentos, produção de leite, comportamento e saúde metabólica dos animais (Bernabucci & Calamari, 1998; Melo et al., 2016). As vacas em lactação, devido à alta demanda energética para a produção de leite, são particularmente suscetíveis aos efeitos negativos do estresse térmico, o que pode resultar em redução significativa na produção e qualidade do leite (Pires et al., 1998a; Melo et al., 2016).

A utilização de biogás no resfriamento adiabático demonstrou ser altamente eficiente em várias frentes. Em primeiro momento, tem-se que o processo de produção de biogás (Figura 2) oferece uma fonte de energia renovável e localmente disponível, reduzindo a dependência de combustíveis fósseis e mitigando as emissões de gases de efeito estufa associadas à produção de energia (Silva, 2015). Esta prática alinha-se com os objetivos de sustentabilidade ambiental, contribuindo para metas globais de redução de carbono.

Figura 2. Processo de produção de biogás (Fonte: Unila, 2016).



Em um curral, o biogás pode ser produzido a partir do próprio resíduo dos animais ali presentes, tornando o sistema autoeficiente e fechando o ciclo de recursos de maneira sustentável. O resfriamento adiabático, quando alimentado por biogás, promove condições ambientais ideais para o bem-estar animal. Em ambientes agrícolas, especialmente em regiões de clima quente, a capacidade de manter temperaturas confortáveis é crucial para a saúde e a produtividade dos animais. Sistemas adequados de resfriamento adiabático controlam a temperatura e a umidade, reduzindo o estresse térmico e melhorando o desempenho produtivo dos animais (Almeida et al., 2011).

Além dos benefícios ambientais e de bem-estar animal, a implementação de sistemas de resfriamento adiabático com biogás pode apresentar vantagens econômicas significativas. A redução nos custos operacionais de energia e a potencial geração de receita com a venda de biogás excedente podem melhorar a viabilidade financeira das operações agrícolas (Khanal et al., 2017). Socialmente, essas práticas também promovem a resiliência e a sustentabilidade das comunidades rurais, incentivando práticas agrícolas responsáveis e de baixo impacto ambiental.

Embora os benefícios do uso de biogás no resfriamento adiabático sejam evidentes,

desafios como a infraestrutura inicial e os custos de investimento podem representar barreiras para a adoção generalizada. Estratégias de incentivo governamental, parcerias público-privadas e compartilhamento de melhores práticas são fundamentais para superar esses obstáculos e promover a adoção ampla dessas tecnologias sustentáveis (McKendry, 2002).

4 CONCLUSÃO

Em síntese, a análise detalhada dos efeitos do ambiente térmico nas instalações pecuárias revela a complexidade das interações entre os animais e seu entorno. A implementação de medidas eficazes de manejo e tecnologias de resfriamento adiabático são fundamentais para mitigar os impactos negativos do estresse térmico e garantir a sustentabilidade da produção leiteira em regiões tropicais e subtropicais.

A integração do biogás como fonte energética para o resfriamento adiabático não apenas melhora o conforto térmico dos animais, mas também promove a sustentabilidade econômica e ambiental das operações agropecuárias. Ao utilizar resíduos orgânicos para a produção de biogás, os produtores reduzem a dependência de combustíveis fósseis, mitigam as emissões de gases de efeito estufa e contribuem para a economia circular dentro das próprias instalações. Por fim, tem-se que essa estrutura visa melhorar o bem-estar e a produtividade dos bovinos leiteiros sob condições climáticas adversas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Gledson L. P. de; PANDORFI, Héilton; GUISELINI, Cristiane; HENRIQUE, Hugo M.; ALMEIDA, Gleidiana A. P. de. **Uso do sistema de resfriamento adiabático evaporativo no conforto térmico de vacas da raça girolando**. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v. 15, n. 7, p. 754-760, 2011.

AZEVEDO, Danielle Maria Machado Ribeiro; ALVES, Arnaud Azevêdo. **Bioclimatologia Aplicada à Produção de Bovinos Leiteiros nos Trópicos**. Teresina, PI: Embrapa Meio-Norte, 2009.

BACCARI JUNIOR, F. **Adaptação de sistemas de manejo na produção de leite em climas quentes**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, Piracicaba, 1998. Anais. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 24-67.

BERNABUCCI, U.; CALAMARI, L. **Effects of heat stress on bovine milk yield and composition**. Zootechnica e Nutrizione Animale, 24: 247-257, 1998.

DIKMEN, S.; HANSEN, P. J. **Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in a subtropical environment?** Journal of Dairy Science, v. 92, p. 109-116, 2009.

KHANAL, S. K.; LIU, H.; JHA, A. K.; ZHANG, T. C. **Biogas as a sustainable energy source for developing countries: Opportunities and challenges**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 70, 797-817, 2017.

MCKENDRY, P. **Energy production from biomass (part 1): overview of biomass**. Bioresource Technology, v. 83, n. 1, p. 37-46, 2002.

MELO, Aurélio Ferreira; MOREIRA, Juracy Mendes; ATAÍDES, Daniela Silva. **Efeitos do estresse térmico na produção de vacas leiteiras: Revisão**. PUBVET, v. 10, n. 10, p. 721-

730, out. 2016.

NEIVA, J. N. M.; TEIXEIRA, M.; TURCO, H. N.; OLIVEIRA, S. M. P.; MOURA, A. de A. A. N. **Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil.** Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa - MG, v. 33, n. 3, p. 668-678, 2004.

PIRES, M. F.; FERREIRA, A. M.; SATURNINO, H. M.; TEODORO, R. L. **Taxa de gestação em fêmeas da raça Holandesa confinadas em free stall, no verão e inverno.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 54: 57-63, 2002.

SILVA, Andreza A.; ALBINO, Gabriela A. F. **A biodigestão de resíduos agrossilvopastoris no processo de transformação de energia.** Revista Científica da FEPI, v. 6, n. 1, 2015.

SILVA, E. V. C. e; KATAYAMA, K. A.; MACE, G. G.; RUEDA, P. M.; ABREU, U. G. P.; ARI, C. E. S. N. Z. **Efeito do manejo e de variáveis bioclimáticas sobre a taxa de gestação em vacas receptoras de embriões.** Ciência Animal, v. 11, p. 280-291, 2010.

WEST, J. W. **Effects of heat-stress on production in dairy cattle.** Journal of Dairy Science, v. 86, p. 2131-2144, 2003.