

MARCADORES DO METABOLISMO ENERGÉTICO EM VACAS SUPLEMENTADAS COM PROTEÍNA PROTEGIDA DA DEGRADAÇÃO RUMINAL COM DIFERENTES NÍVEIS DE ESTRESSE TÉRMICO

LARISSA SANTOS DOS SANTOS¹; Rutiele Silveira²; Ritieli dos Santos Teixeira²; Wesley Silva da Rosa²; Uriel Secco L²; Francisco Augusto Burkert Del Pino³

¹ Universidade Federal de Pelotas – larissasantosdossantos446@gmail.com

² Universidade Federal de Pelotas – silveirarutiele@gmail.com

³ Universidade Federal de Pelotas – fabdelpino@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O estresse térmico ocorre quando a produção de calor corporal supera a capacidade de dissipaçāo do animal, levando à quebra da homeostase. A homeostase é a capacidade de manter os processos metabólicos do organismo em equilíbrio, por meio de mecanismos fisiológicos e mudanças comportamentais diante de situações estressantes. (FEPE, 2021).

As vacas em lactação são mais sensíveis ao estresse térmico devido ao aumento do metabolismo associado à produção de leite (BIZINOTO, 2022). Sabe-se que animais termicamente estressados sofrem alteração no metabolismo energético, com aumento do catabolismo de proteínas musculares, cujos aminoácidos são direcionados para a gliconeogēnese. Esse redirecionamento ocorre em vez da lipólise do tecido adiposo, pois gera menor calor metabólico (GIANNONE et al., 2023). Essas alterações metabólicas impactam no direcionamento de nutrientes, prejudicando o crescimento, produção e reprodução dos animais (KEMER, 2020).

Para reduzir os impactos do estresse térmico, é possível utilizar suplementos como aminoácidos protegidos e proteínas que não são degradadas no rúmen. Esses compostos fornecem mais proteína e energia de forma eficiente, são melhor aproveitados no intestino e resultam em menor produção de calor pelo organismo (CONTE et al., 2018).

Alguns estudos relataram efeitos benéficos com o uso de metionina protegida como fontes de proteína não degradável no rúmen (PNDR) para mitigar os impactos causados pelas elevadas temperaturas (IZQUIERDO et al., 2024). No mercado atualmente temos a tecnologia de proteção por calor, mas apesar dos avanços, ainda são escassos os estudos que investigaram o impacto de outras fontes de proteína protegida na redução dos efeitos do estresse térmico com foco no metabolismo. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência da suplementação com proteína não degradável no rúmen sobre o metabolismo energético em diferentes níveis de estresse térmico.

2. METODOLOGIA

Todos os procedimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética e Experimentação Animal Da Universidade Federal de Pelotas, sob o número 021837/2023-45. O presente estudo foi realizado entre os meses de janeiro a março de 2023, com 50 dias de duração, e conduzido em uma fazenda comercial leiteira localizada no sul do Rio Grande do Sul, Brasil (32° 46' 04.75" S; 52° 39' 22"

W). Para o estudo, foram selecionadas 24 vacas da raça Holandês, oriundas de um rebanho de 500 animais mantidos em sistema intensivo do tipo *Compost Barn*.

Os critérios de seleção incluíram dias em lactação (DEL) entre 30 a 40 DEL (média de $38 \pm 2,9$ dias) e produção de leite (PL) entre 25 à 35kg/dia (média de $29,74 \pm 2,77$ kg/dia) na semana anterior ao início do experimento. As vacas foram distribuídas aleatoriamente em dois grupos com 12 animais em cada. O Grupo controle (GC) recebeu uma dieta totalmente misturada (TMR) composta por silagem de milho, pré-secado de azevém e concentrado comercial sem proteção. O grupo tratamento (GT) recebeu uma dieta semelhante, porém com 66,9% do farelo de soja do concentrado substituído por farelo de soja tostado (Soypass®, Cargill, Belo Horizonte, BR).

As coletas de sangue foram feitas por punção da veia coccígea pelo sistema Vacutainer® (Diagnóstico BD, São Paulo, BR). Logo após a coleta, todas as amostras de sangue foram centrifugadas a 3500 rpm por 10 minutos para separar o soro e o plasma. Cada fração das amostras foram armazenadas em microtubos de 1,5 mL a -20°C . A quantificação de ácidos graxos livres (AGL), beta-hidroxibutirato (BHB) e glicose foram realizadas utilizando kits comerciais (Labtest Diagnóstica®, Belo Horizonte BR) em analisador bioquímico automático (Labmax Plenno, Labtest Diagnóstica®, Belo Horizonte BR).

O ambiente foi monitorado continuamente através de sensores ambientais (CowMed®, Santa Maria, BR) que mensuraram durante 24 horas por dia o índice de temperatura e umidade (ITU). O ITU é um indicador amplamente utilizado para avaliar o potencial de estresse térmico, considerando três níveis para análise: termoneutralidade (ITU < 68), estresse leve ($68 \leq \text{ITU} < 72$) e estresse moderado ($72 \leq \text{ITU} < 78$) (Collier et al. 2012). Todas as análises estatísticas foram conduzidas com o software R 4.2.1. Os dados foram analisados utilizando análise de variância multifatorial, considerando dois fatores: o tratamento (controle e suplementação de proteína) e o nível de estresse térmico (termoneutralidade, estresse leve e estresse moderado). A interação entre esses fatores foi avaliada para verificar se o efeito da suplementação dependia do nível de estresse térmico. Foi considerado significância estatística quando $P < 0,05$ e tendência quando $0,05 \leq P \leq 0,10$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período experimental, a média do ITU foi de $70,35 \pm 5,04$ e amplitude de 62 a 77. Em relação aos períodos de estresse térmico, foram registrados 7 dias de termoneutralidade, 25 dias de estresse térmico leve e 18 dias de estresse térmico moderado.

A Tabela 1 descreve os resultados dos parâmetros referentes ao metabolismo energético. Os níveis plasmáticos de glicose foram mais altos no GC em estresse moderado do que nos demais períodos ($P < 0,01$). Os níveis de BHB e AGL apresentaram diferença significativa entre grupos ($P < 0,01$), com maiores concentrações no GT. O estresse moderado reduziu significativamente os níveis de AGL ($P = 0,02$).

Tabela 1. Parâmetros metabólicos de vacas suplementadas ou não com proteína protegida em diferentes níveis de estresse térmico.

	Grupo						EP	P			
	TN		EL		EM			G	E	E*G	
	GC	GT	GC	GT	GC	GT					
Glicose (mg/dL)	74.51 ^b	78.17 ^a	79.82 ^a	78.13 ^b	84.02 ^a	74.47 ^b	0.38	<0.01	0.03	<0.01	
BHB (mmol/L)	0.45 ^b	0.50 ^a	0.45 ^b	0.51 ^a	0.44 ^b	0.52 ^a	0.04	<0.01	0.77	0.45	
AGL (mmol/L)	0.24 ^b	0.28 ^a	0.22 ^b	0.28 ^a	0.20 ^b	0.26 ^a	0.04	<0.01	0.02	0.77	

EP: Erro padrão; TN: Termoneutralidade; EL: Estresse leve; EM: Estresse moderado; GC: Grupo de controle; GT: Grupo de tratamento; G: Grupo; E: Estresse térmico; E*G: Interação entre estresse térmico e grupo.

A glicose é considerada um dos principais combustíveis para o metabolismo energético por ser essencial para diversos tecidos e funções fisiológicas. No entanto, é fundamental que seus níveis séricos se mantenham adequados para suprir as demandas metabólicas, especialmente em vacas leiteiras de alta produção. Estudos como o de Barrera (2014) observaram maiores concentrações de glicose em vacas submetidas ao estresse térmico. No mesmo estudo, as concentrações de BHB não apresentaram alterações significativas em resposta ao estresse térmico, sugerindo que não houve intensificação da cetogênese.

Por outro lado, Rhoads et al. (2009) relataram que vacas leiteiras sob estresse térmico apresentaram aumento nos níveis de ácidos graxos livres (AGL), como resultado da mobilização de gordura corporal para suprir a redução na ingestão de energia. Essas divergências entre os achados podem ser atribuídas a diferentes fatores, como o grau de estresse térmico e principalmente a duração da exposição ao estressor térmico, que pode modular a resposta fisiológica e metabólica dos animais ao longo do tempo.

4. CONCLUSÕES

Portanto, conclui-se que sob estresse térmico moderado as vacas suplementadas com proteína protegida apresentaram menores níveis plasmáticos de glicose, enquanto as mesmas tiveram maiores níveis de BHB e AGL em estresse moderado. Assim, fontes de PNDR são uma estratégia para atenuar os impactos do estresse térmico sobre o metabolismo energético.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRERA GARCIA, Alejandra M. Definição do grau de estresse calórico em vacas leiteiras no Rio Grande do Sul: relações entre o metabolismo da vaca e a produção e a qualidade do leite. 2014.
- BERMAN A. Extending the potential of evaporative cooling for heat stress relief. *J Dairy Sci.* 89:3817–25. 2006. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72423-7. CARTWRIGHT, S. L., SCHMIED, J., KARROW, N., & MALLARD, B. A.
- BIZINOTO, G. B. G. (2022). ASSOCIAÇÃO ENTRE INDICES TERMICOS E REPRODUTIVOS EM FEMEAS LEITEIRAS MESTIÇAS.

- BOUCHER, Olivier et al. O potencial de aquecimento global indireto e o potencial de mudança de temperatura global devido à oxidação do metano. **Environmental Research Letters**, v. 4, n. 4, p. 044007, 2009.
- CARTWRIGHT, S. L., SCHMIED, J., KARROW, N., & MALLARD, B. A. Impact of heat stress on dairy cattle and selection strategies for thermotolerance: A review. **Frontiers in veterinary science**, 10, 1198697, 2023.
- COLLIER, R. J., BAUMGARD, L. H., ZIMBELMAN, R. B., & XIAO, Y. Heat Stress: physiology of acclimation and adaptation. **Animal Frontiers**, 9(1), 12-19.2019.
- CONTE, G. et al. Feeding and nutrition management of heat-stressed dairy ruminants. **Italian Journal of Animal Science**, 17:604-620. 2018.
- CRISTESCU, Razvan et al. Biomarcadores genômicos pan-tumorais para imunoterapia baseada no bloqueio do ponto de verificação PD-1. **Science**, v. 362, n. 6411, p. eear 3593, 2018.
- GIANNONE, C., BOVO, M., Ceccarelli, M., Torreggiani, D., & Tassinari, P. Review of the Heat Stress-Induced Responses in Dairy Cattle. **Animals**, 13(22), 3451. 2023.
- IZQUIERDO, V. MALAGUEZ, E. G., D. S., LOPES, da F., SILVA MENEZES, PEREIRA, F. M., B., ... LOPES, M. & SCHMITT, G., E. Rumen-protected methionine modulates body temperature and reduces the incidence of heat stress temperatures during the hottest hours of the day of grazing heat-stressed *Bos indicus* beef cows. **Animal Science Journal**, 95(1), e13980. 2024.
- RHOADS, ML et al. Efeitos do estresse térmico e do plano nutricional em vacas holandesas lactantes: I. Produção, metabolismo e aspectos da somatotropina circulante. **Journal of dairy science**, v. 92, n. 5, p. 1986-1997, 2009.
- NELSON, David L.; COX, Michael M. Princípios de bioquímica de Lehninger. **Artmed Editora**, 2022.
- KANAI, Synsuke et al. A deficiência de potássio afeta o estado hídrico e a taxa fotossintética do sumidouro vegetativo em tomateiro de estufa antes de seus efeitos na atividade da fonte. **Plant science**, v. 180, n. 2, p. 368-374, 2011.
- KEMER, Andressa; GLIENKE, Carine Lisete; BOSCO, Leosane Cristina. Índices de conforto térmico para bovinos de leite em Santa Catarina, Sul do Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 29655-29672, 2020.
- de Menezes, R. A., Ramirez, M. A. Gonçalves, L. C., de Oliveira, A. F., de Assis Pires, F. P. A., de Sousa, P. G., ... & Sevidanes, B. M. R. (2021). Estresse térmico em sistemas de produção de ruminantes em clima tropical. OLIVEIRA, Alan Figueiredo de; GONÇALVES, Lúcio Carlos (org.). Produção de ruminantes em sistemas integrados. Belo Horizonte: FEPE, 2021.
- MORENO, J. A. Clima do Rio grande do Sul, Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul, p. 49-83. 1961.
- WHEELOCK, Jessica B. et al. Efeitos do estresse térmico no metabolismo energético de vacas holandesas lactantes. **Journal of dairy science**, v. 93, n. 2, p. 644-655, 2010.
- YADAV, B., SINGH, G., VERMA, A. K., DUTTA, N., & SEJIAN, V. Impact of heat stress on rumen functions. **Veterinary World**, 6(12), 992. 2013.