



## ADITIVOS ALIMENTARES POTENCIALMENTE MITIGADORES DA PRODUÇÃO DE METANO PRODUZIDO PELO RÚMEN BOVINO

<sup>1</sup> *Brenda Lohanna Sena Ribeiro, Discente do curso superior em Engenharia Agrícola e Ambiental IFNMG – Campus Araçuaí;* <sup>2</sup> *Victor Sena Nascimento, Discente do curso superior em Ciências Econômicas UFV – Campus Viçosa;* <sup>3</sup> *Leandro Barbosa de Oliveira, Docente do curso superior em Engenharia Agrícola e Ambiental IFNMG – Campus Araçuaí;* <sup>4</sup> *Elisabeth Gomes Uchôas, Técnica de laboratório IFNMG – Campus Araçuaí.*

*blsr@aluno.ifnmg.edu.br*

### RESUMO

Esse trabalho realizou uma pesquisa de cunho sistemático e quantitativo, acerca do problema da produção de gás metano produzido por ruminantes. Não é de hoje que o planeta vem sofrendo de forma crescente e gradual com essas emissões causadas pela pecuária. A partir dessa problemática, medidas redutoras devem ser determinadas e adotadas, a fim de que ocorra a mitigação desse poluente. A estratégia de controle dessas emissões investigada nessa pesquisa bibliográfica foi, o uso de aditivos alimentares usados na forma de complementos para a nutrição animal dos bovinos visando a minimização desse dilema. Na metodologia foram avaliados os valores da média para verificar a eficácia de cada aditivo, sendo os resultados obtidos a partir de um compilado de dezoito trabalhos científicos. Essa verificação tornou possível a identificação dos aditivos mais eficazes para este fim, sendo eles capazes de provocar alterações na microbiota metanogênica (microrganismos procarionte extremófilos do domínio *Archaea* que residem no rúmen bovino), na fermentação ruminal e no processo geral de metanogênese. A análise dos cinco aditivos analisados, tornou possível a confecção de um ranking onde podem ser vistos os três melhores desempenhos e os demais cuja os desempenhos apresentados foram mais discretos, tudo isso com base na estatística descritiva da Figura 1 com base na Tabela 1.

**Palavras-chave:** Bovinos; Aditivos nutricionais; Ruminantes; Gás metano; Sustentabilidade.



## INTRODUÇÃO

O CH<sub>4</sub> produzido através do rúmen dos bovinos também chamado de metano entérico, representa uma fonte significativa de gases de efeito estufa. Diante disso, é perceptível a forma progressiva pela qual ocorrem buscas por técnicas cada vez mais sustentáveis de mitigação desses poluentes emitidos pela pecuária. Somado a essa questão está a perda energética enfrentada por esses animais, sendo ocasionada a partir dessa produção gasosa implicando em desperdício energético, interferindo possivelmente na sanidade e produção animal conforme Mrutu *et al.*, (2025) e Ramin *et al.*, (2023).

O metano entérico é produzido pelo rúmen através de microrganismos anaeróbios, chamados de arqueias metanogênicas. Onde as mesmas utilizam os gases hidrogênio (H<sub>2</sub>) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) para realizar a metanogênese, processo esse que ocorre na etapa de fermentação ruminal. A microbiota e a nutrição animal possuem influência direta sob a fermentação ruminal. A atuação dos aditivos como complementos alimentares na dieta animal, ocorre devido ao seu potencial de reduzir a produção do metano de acordo com O'Hara *et al.*, (2025) e Hristov *et al.*, (2022).

Atualmente, existem diferentes classes desses complementos alimentares como: compostos químicos (3-nitrooxipropanol e nitratos), compostos vegetais (taninos) e microrganismos (leveduras), que demonstram potencial promissor para inibir a metanogênese. Leveduras, nitratos e taninos possuem influência sobre a microbiota e a fermentação ruminal, contribuindo para a redução dessas emissões, em conformidade com Pedrini *et al.* (2024); Orzuna-Orzuna *et al.* (2024); Ngellotti *et al.* (2025); Lopes *et al.* (2023) e Beauchemin *et al.* (2024).

Além da capacidade redutora produtiva desse gás, esses alimentos complementares (aditivos) são passíveis de provocar melhoria ao desempenho produtivo dos bovinos, ao modificarem a fermentação ruminal e a conversão alimentar. Ainda assim, os resultados em relação ao desempenho desses animais variam conforme a sua dieta, categoria animal e período de uso desses aditivos. Entretanto é necessário a realização de mais pesquisas e experimentos mais extensos, a fim de possibilitar uma maior garantia acerca da segurança e efetividade dos resultados dessa temática na literatura, de acordo com Van Gastelen *et al.*



(2024) e Beauchemin *et al.* (2024). A presente revisão teve como objetivo determinar os maiores desempenhos, dentre os cinco aditivos alimentares investigados, sob a mitigação da produção do metano proveniente da fermentação ruminal de bovinos, a fim de reduzir a produção desse gás, visando a minimização dos impactos ambientais e consequentemente a promoção de uma maior sustentabilidade ambiental na pecuária.

## METODOLOGIA

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica sistemática quantitativa, em prol da avaliação da eficiência de diferentes aditivos alimentares, na redução da produção de metano entérico. A metodologia adotada foi baseada e seguiu os métodos de Lopes *et al.* (2023) e Orzuna-Orzuna *et al.* (2024), de acordo com todos os critérios para realização da revisão e comparação dos dados relacionados à nutrição animal.

A seleção dos artigos ocorreu seguindo uma análise temporal, onde os estudos escolhidos foram publicados apenas entre os anos de 2022 a 2025 em revistas de qualis A ou B, dentro das plataformas: Scopus, science direct, web of science e google scholar.

Para a seleção dos trabalhos alguns critérios foram adotados como: abordagem voltada para bovinos de corte ou de leite, avaliação quantitativa da redução percentual de metano produzido pelo rúmen, uso de complementação alimentar utilizando aditivos com efeito comprovado (químico, biológico ou vegetal) e possuir dados estatísticos acessíveis, como média de redução, desvio padrão ou coeficiente de variação, que permitissem a tabulação e a comparação entre os resultados.

Para a coleta dos dados, foram extraídas as porcentagens das médias de redução de metano atribuída para cada aditivo testado em cada estudo. Os dados foram organizados em uma planilha eletrônica (Excel), conforme Orzuna-Orzuna *et al.* (2024) e Pedrini *et al.* (2024), permitindo posterior aplicação de técnicas estatísticas descritivas como mostra a Tabela 1.

A confecção da estatística descritiva ocorreu a partir da análise estatística, onde foi realizada utilizando os métodos de: média aritmética/média de redução (%), mediana (%), moda (%), desvio padrão (DP), desvio médio (DM), coeficiente de variação (CV%). Por fim houve a elaboração do ranking, onde os aditivos foram organizados do maior para o menor desempenho redutor. A partir dessa organização dos dados foi possível realizar a confecção



do gráfico de barras horizontais, como mostra a Figura 1, com o objetivo de demonstrar os aditivos com maior potencial mitigador, em conformidade com Pedrini et al. (2024) de forma mais clara visualmente a partir da tabela (ranking).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos encontram-se dispostos na Tabela 1 e Figura 1. O aditivo 3-nitrooxipropanol (3-NOP), apresentou o maior potencial mitigador com média de (34,2%), estando em total conformidade com a literatura, sendo Beauchemin *et al.* (2024) capaz de afirmar que esse aditivo apresenta grande eficácia mitigadora de metano sem comprometer o desempenho animal. Já Hristov *et al.* (2022) diz que, essa alta efetividade ocorre devido à sua capacidade de inibir a enzima metil-coenzima M redutase, onde a mesma seria crucial para os microrganismos na produção do metano entérico.

Ocupando o segundo lugar obtivemos o resultado favorável para a alga marinha *Asparagopsis taxiformis*, com média de 30,1%. O seu alto potencial mitigador, também foi observado por Mrutu *et al.* (2025) em sua pesquisa. O'Hara *et al.* 2025 relata que a eficácia dessa alga vermelha é atribuída à presença de bromoformo como um de seus principais compostos, sendo ele responsável por também interferir diretamente na no processo de metanogênese, assim como o 3-NOP.

Em terceiro lugar devido a sua eficácia e custo benefício temos o nitrato com média de 27,5%. Ramin *et al.* 2023 e Lopes *et al.* 2023, descrevem sua atuação como sendo similar a de um “dreno” de hidrogênio dentro no rúmen, sendo capaz de desviar o gás hidrogênio ( $H_2$ ) também no processo de metanogênese, porém afetando a produção de amônia.

Os demais aditivos, leveduras (17,8%) e taninos (16,2%) também encontram-se alinhados aos achados de Ngellotti *et al.* (2025) e Orzuna-Orzuna *et al.* (2024), demonstrando a sua capacidade em interferir na fermentação ruminal, embora com menores impactos em comparação com os três primeiros colocados.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os baixos coeficientes de variação encontrados em todos os aditivos analisados, nos apresentam consistência, confiabilidade e robustez dos percentuais e todos os resultados obtidos, reforçando os dados descritos na literatura.

A análise estatística indicou que o 3-NOP e *Asparagopsis taxiformis* são os aditivos mais indicados e eficazes para mitigação de metano entérico, superando de forma significativa o nitrato e os demais. Esses achados reforçam os de Van Gastelen *et al.*(2024) e outros autores mencionados, sustentando a importância da escolha assertiva dos complementos alimentares por meio da sua ação comprovada, visando a formação de estratégias mais eficazes de redução de gases na pecuária.

Há uma considerável necessidade do surgimento de mais experimentos para a utilização e otimização desses compostos em diferentes sistemas de produção bovina, devido ao fato da eficácia desses aditivos sofrerem interferência da dieta e a categoria animal, não excluindo a necessidade de outras pesquisas mais extensas segundo Beauchemin *et al.*(2024).

## REFERÊNCIAS

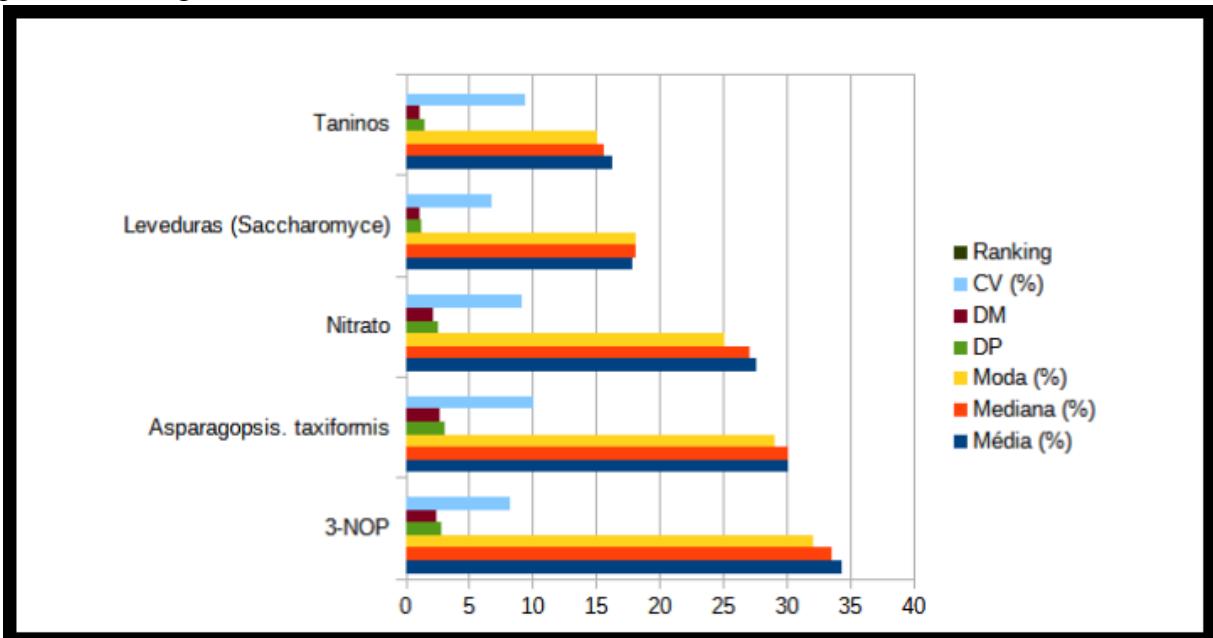
- BEAUCHEMIN, K. A. et al. The effect of 3-nitrooxypropanol on enteric methane emissions in beef cattle: a meta-analysis. **Journal of Animal Science**, v. 102, n. 1, p. 1-15, 2024.
- BEAUCHEMIN, K. A. et al. Yeast-based additives for the mitigation of enteric methane emissions in ruminants. **Animal Nutrition**, v. 13, p. 200-210, 2024.
- HRISTOV, A. N. et al. An update on the role of ionophores in reducing enteric methane emissions in dairy cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v. 294, p. 115477, 2022.
- HRISTOV, A. N. et al. A meta-analysis of the effect of 3-nitrooxypropanol on enteric methane emission and productivity in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 105, n. 4, p. 3431-3449, 2022.
- LOPES, J. et al. Efficacy and safety of dietary nitrates to reduce methane emissions in ruminants: A systematic review. **Livestock Science**, v. 265, p. 105086, 2023.



- LOPES, R. S. et al. Nutritional strategies for methane mitigation in ruminants: a review. **Animal Production Science**, v. 63, n. 2, p. 187-198, 2023.
- MRUTU, A. G. et al. Efficacy of *Asparagopsis taxiformis* as a feed additive to mitigate enteric methane emissions in ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v. 310, p. 114867, 2025.
- MRUTU, R. I. et al. Mitigating methane emissions and promoting acetogenesis in ruminant livestock. **Frontiers in Animal Science**, v. 6, 2025.
- NGELLOTTI, M. et al. *Asparagopsis taxiformis* supplementation to mitigate enteric methane emissions of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 108, n. 3, p. 1341-1356, 2025.
- NGELLOTTI, R. T. et al. The role of tannins in mitigating enteric methane emissions in livestock: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 109, n. 1, p. 1-17, 2025.
- O'HARA, E. et al. Assessing the impact of the methane inhibitor 3-NOP on ruminal fungal community. **Journal of Animal Science**, v. 103, n. 4, p. 987-996, 2025.
- O'HARA, F. K. et al. Effects of red algae (*Asparagopsis taxiformis*) on enteric methane production in steers. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 9, p. 1-12, 2025.
- ORZUNA-ORZUNA, J. F. et al. A meta-analysis of 3-nitrooxypropanol dietary supplementation in beef cattle. **Fermentation**, v. 10, n. 6, p. 273, 2024.
- PEDRINI, C. A. et al. Efficacy of 3-nitrooxypropanol in feedlot beef cattle diets. **Journal of Animal Science**, v. 102, n. 1, p. 11-22, 2024.
- RAMIN, M. et al. Effect of nitrate on enteric methane emissions and performance of ruminants: a meta-analysis. **Journal of Agricultural Science**, v. 161, n. 3, p. 285-298, 2023.
- RAMIN, M. et al. Reducing methane production from stored feces of dairy cows using feed additives. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 7, p. 1187838, 2023.
- VAN GASTELEN, S. et al. Long-term effects of 3-nitrooxypropanol on methane and milk production. **Journal of Dairy Science**, 2024.
- VAN GASTELEN, S. et al. Review: Methane mitigation in ruminants, the future for a sustainable livestock production. **Animal Feed Science and Technology**, v. 301, p. 114705, 2024.



**Figura 1.** Gráfico da estatística descritiva do desempenho dos aditivos, acerca do seu potencial mitigador de acordo com a tabela 1.



**Fonte:** Elaborado pelos autores, (2025).

**Tabela 1.** Estatísticas descritivas dos principais aditivos alimentares mitigadores da produção de metano em bovinos.

Aditivos	Média (%)	Mediana (%)	Moda (%)	DP	DM	CV (%)	Ranking
3-NOP	34,2	33,5	32	2,8	2,3	8,2	1º
Asparagopsis. taxiformis	30,1	30,0	29	3,0	2,6	10	2º
Nitrato	27,5	27	25	2,5	2,1	9,1	3º
Leveduras (Saccharomyce)	17,8	18	18	1,2	1,0	6,7	4º
Taninos	16,2	15,5	15	1,5	1,1	9,3	5º

**Fonte:** Elaborado pelos autores, (2025).