

ADITIVOS ALIMENTARES EM SUBSTITUIÇÃO AOS IONÓFOROS NA TERMINAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE CONFINADOS: UMA REVISÃO NARRATIVA

FEED ADDITIVES AS A REPLACEMENT FOR IONOPHORES IN THE FINISHING OF
FEEDLOT BEEF CATTLE: A NARRATIVE REVIEW

ADITIVOS ALIMENTARIOS EN SUSTITUCIÓN DE LOS IONÓFOROS EN LA
TERMINACIÓN DE BOVINOS DE CARNE EN CONFINAMIENTO: UNA REVISIÓN
NARRATIVA

Carlos Eduardo Cruz Lustosa¹

Eraldo da Costa Amaral²

Pedro Eduardo Bitencourt Gomes³

Guilherme Antônio Lopes de Oliveira⁴

RESUMO: Este artigo buscou analisar, por meio de revisão narrativa da literatura, o desempenho comparado de ionóforos e de aditivos alimentares alternativos em bovinos de corte confinados, situando essa comparação no panorama nutricional dos confinamentos brasileiros e nos fatores de manejo que condicionam a estabilidade ruminal. A metodologia consistiu em revisão narrativa baseada em doze estudos e revisões publicados entre 2012 e 2026, complementados por referencial teórico clássico. Os resultados mostram que a monensina permanece o aditivo com maior volume de evidência acumulada, com melhoria média de eficiência alimentar de cerca de 6,4%, e que praticamente a totalidade dos confinamentos brasileiros utiliza algum ionóforo. Óleos essenciais, blends fitogênicos e probióticos apresentaram resultados favoráveis ou comparáveis à monensina em desfechos específicos de consumo, saúde ruminal e hepática, embora as evidências sobre ganho de peso e eficiência alimentar ainda sejam heterogêneas. Conclui-se que os aditivos alternativos representam estratégia complementar promissora, mas ainda não substituem de forma consistente os ionóforos no desempenho produtivo global.

Palavras-chave: Confinamento. Ionóforos. Aditivos alternativos.

ABSTRACT: This study aimed to analyze, through a narrative literature review, the comparative performance of ionophores and alternative feed additives in feedlot beef cattle, situating this comparison within the nutritional profile of Brazilian feedlots and the management factors that condition ruminal stability. The methodology consisted of a narrative review based on twelve studies and reviews published between 2012 and 2026, complemented by classic theoretical background. Results show that monensin remains the additive with the largest body of accumulated evidence, with an average feed efficiency improvement of about 6.4%, and that nearly all Brazilian feedlots use some ionophore. Essential oils, phytogenic blends, and probiotics showed favorable or comparable results to monensin in specific intake, ruminal, and hepatic health outcomes, although evidence on weight gain and feed efficiency remains heterogeneous. It is concluded that alternative additives represent a promising complementary strategy but do not yet consistently replace ionophores in overall productive performance.

Keywords: Feedlot. Ionophores. Alternative additives.

¹Graduando em Medicina Veterinária pelo Centro Universitário Chrisfapi (Unichrisfapi).

²Graduando em Medicina Veterinária pelo Centro Universitário Chrisfapi (Unichrisfapi).

³Orientador. Médico Veterinário formado pela Universidade Federal do Piauí (UFPI), Doutor pela UFPI, Professor do Centro Universitário Chrisfapi (Unichrisfapi).

⁴Coorientador. Biomédico (Uninassau), Doutor em Biotecnologia (UFPI), Docente do Centro Universitário Chrisfapi (Unichrisfapi).

RESUMEN: Este artículo buscó analizar, mediante revisión narrativa de la literatura, el desempeño comparado de ionóforos y aditivos alimentarios alternativos en bovinos de carne confinados, situando esta comparación en el panorama nutricional de los confinamientos brasileños y en los factores de manejo que condicionan la estabilidad ruminal. La metodología consistió en una revisión narrativa basada en doce estudios y revisiones publicados entre 2012 y 2026, complementados por referencial teórico clásico. Los resultados muestran que la monensina sigue siendo el aditivo con mayor volumen de evidencia acumulada, con una mejora media de la eficiencia alimentaria de cerca del 6,4%, y que prácticamente la totalidad de los confinamientos brasileños utiliza algún ionóforo. Aceites esenciales, mezclas fitogénicas y probióticos presentaron resultados favorables o comparables a la monensina en desenlaces específicos de consumo, salud ruminal y hepática, aunque la evidencia sobre ganancia de peso y eficiencia alimentaria aún es heterogénea. Se concluye que los aditivos alternativos representan una estrategia complementaria prometedora, pero aún no sustituyen de forma consistente a los ionóforos en el desempeño productivo global.

Palabras clave: Confinamiento. Ionóforos. Aditivos alternativos.

INTRODUÇÃO

A bovinocultura de corte ocupa posição de destaque no agronegócio brasileiro, e o confinamento consolidou-se como uma das principais estratégias de intensificação da terminação, permitindo maior controle sobre alimentação, manejo e desempenho dos rebanhos. Em 2023, o rebanho bovino nacional atingiu 238,6 milhões de cabeças, o maior patamar da série histórica iniciada em 1974 (IBGE, 2024), e estima-se que os animais provenientes de confinamento corresponderam a 18,2% dos 42,3 milhões de abates de bovinos registrados em 2022 (MONSALVE JG e MILLEN DD, 2025).

Os aditivos alimentares tornaram-se ferramenta praticamente universal nas dietas de terminação, com destaque histórico para os ionóforos, classe à qual pertence a monensina sódica. Os ionóforos atuam como antimicrobianos seletivos que modificam a fermentação ruminal, favorecendo bactérias produtoras de propionato e reduzindo a produção de metano entérico, mecanismo classicamente associado à melhoria da eficiência de conversão alimentar (DUFFIELD TF, et al., 2012). A monensina permanece o aditivo mais empregado nos confinamentos brasileiros (MONSALVE JG e MILLEN DD, 2025).

Restrições regulatórias ao uso de antimicrobianos como promotores de crescimento, somadas a preocupações com resistência microbiana, estimularam o desenvolvimento de aditivos alternativos, como blends de óleos essenciais, extratos fitogênicos e probióticos à base de leveduras, com mecanismos de ação distintos dos ionóforos tradicionais. Diante disso, esta revisão teve como objetivo analisar, com base em literatura científica atualizada, o desempenho comparado de ionóforos e de aditivos alimentares alternativos em bovinos de corte confinados, contemplando: (i) o panorama de uso dessas estratégias nos confinamentos brasileiros; (ii) o desempenho comparado em estudos primários publicados entre 2012 e 2026; e (iii) os fatores de manejo e distúrbios metabólicos que condicionam a resposta a essas estratégias.

As siglas utilizadas ao longo do texto são apresentadas por extenso em sua primeira ocorrência: fibra em detergente neutro fisicamente efetiva (pfNDF), fibra em detergente neutro proveniente do volumoso (fNDF) e nutrientes digestíveis totais (NDT).

MÉTODOS

Trata-se de revisão narrativa da literatura, de abordagem qualitativa, sem protocolo sistemático de busca e triagem. O levantamento bibliográfico foi realizado em PubMed/MEDLINE, ScienceDirect, SciELO, Web of Science, Google Scholar e periódicos de zootecnia (Journal of Animal Science, Journal of Dairy Science, Translational Animal Science, Animal Feed Science and Technology, Frontiers in Veterinary Science, Animals), com os descritores "bovinos de corte", "confinamento", "ionóforos", "monensina", "óleos essenciais", "probióticos", "acidose ruminal", "feedlot cattle", "ruminal acidosis", "monensin", "essential oils" e "probiotics".

Foram priorizados estudos primários e revisões publicados entre 2015 e 2026, com verificação individual de autoria, periódico, volume, páginas e DOI antes da inclusão; referências não confirmadas foram descartadas. Ao todo, a discussão baseia-se em doze estudos e revisões, publicados entre 2012 e 2026 (Tabela 1), complementados por referencial teórico clássico sobre ionóforos, fibra fisicamente efetiva e acidose ruminal. Por se tratar de pesquisa bibliográfica, sem envolvimento direto com seres humanos ou animais, não se aplicou aprovação de comitê de ética, tendo sido respeitados os princípios éticos relativos à correta atribuição de autoria.

RESULTADOS

Levantamento junto a 36 nutricionistas de confinamento, responsáveis por 6.082.698 animais (79,8% dos bovinos abatidos oriundos de confinamento no Brasil em 2023), constatou que praticamente a totalidade dos confinamentos brasileiros utiliza algum aditivo alimentar, sendo a monensina sódica o mais empregado. O mesmo levantamento indicou que o volumoso médio das dietas de terminação caiu de 26,4% (2009) para 15,7% da matéria seca (2023), e que o monitoramento da fibra fisicamente efetiva (peNDF) já é adotado por 85,3% dos nutricionistas consultados (MONSALVE JG e MILLEN DD, 2025) (Tabela 1).

Em metanálise com 40 artigos revisados por pares e 24 relatórios experimentais, Duffield TF, et al. (2012) constataram que a monensina reduz o consumo de matéria seca em cerca de 3,1% e melhora a eficiência alimentar em torno de 6,4%, com magnitude de resposta decrescente ao longo das décadas de uso. Estrada-Angulo A, et al. (2022) verificaram que um blend de óleos essenciais associado a vitamina D₃ proporcionou energia dietética comparável à combinação monensina e virginiamicina, com maior área de olho de lombo e melhor rendimento de carcaça. Em bovinos sob estresse de transporte, Casagrande AC, et al. (2024) constataram que óleos essenciais associados a parede celular de leveduras

aumentaram o consumo de matéria seca em relação à monensina e reduziram a incidência de abscessos hepáticos.

Ferracini JG, et al. (2025) observaram, com um aditivo fitogênico, redução do consumo relativo ao peso corporal ($P=0,04$), sem prejuízo do peso final; a melhoria de 3,3% na eficiência alimentar não atingiu significância estatística ($P=0,19$). Bomfim LELM, et al. (2024) constataram que *Saccharomyces cerevisiae boulardii* nos primeiros 42 dias de confinamento aumentou a eficiência alimentar em 8,05% nesse período, com efeito atenuado até o dia 118. Rigueiro ALN, et al. (2021) mostraram que encurtar a adaptação a dietas de alto concentrado para menos de 14 dias, usando apenas virginiamicina, reduziu a deposição de gordura de cobertura (Tabela 1).

Quanto aos fatores de manejo, Christodoulopoulos G (2025) define a acidose ruminal subaguda pela manutenção do pH ruminal abaixo de 5,8 por ao menos quatro horas diárias, apontando o baixo teor de fibra fisicamente efetiva como principal fator de risco. Minami NS, et al. (2021) confirmaram, em desafio experimental com zebuínos, redução do tempo de ruminação e do consumo durante a acidose induzida. Souza MG, et al. (2026) observaram que uma dieta com 12% de fNDF melhorou consumo, ganho de peso e eficiência alimentar em relação a 7% de fNDF, benefício concentrado nos primeiros 50 dias de 100 avaliados. Silva J, et al. (2018) constataram que aumentar a frequência de trato para pelo menos três refeições diárias melhorou linearmente o ganho médio diário e a conversão alimentar (Tabela 1).

4

Tabela 1 - Síntese dos estudos discutidos sobre ionóforos e aditivos alternativos em bovinos de corte confinados.

Autor(es) / Ano	Delineamento	Intervenção	Principal achado
Duffield TF, et al. (2012)	Metanálise (40 artigos + 24 relatórios experimentais)	Monensina sódica vs. controle	CMS -3,1%; eficiência alimentar +6,4%; resposta menor em estudos mais recentes
Monsalve JG e Millen DD (2025)	36 nutricionistas, 6.082.698 animais, Brasil, 2023	Panorama de uso de ionóforos e alternativos no Brasil	Quase 100% usa aditivos; monensina é o mais usado; volumoso médio 15,7% MS
Estrada-Angulo A, et al. (2022)	90 touros mestiços, 87 dias	Óleos essenciais + vitamina D ₃ vs. monensina + virginiamicina	Energia dietética comparável; maior área de olho de lombo e rendimento de carcaça
Casagrande AC, et al. (2024)	160 touros Nelore, 116 dias, estresse de transporte	Óleos essenciais + parede celular de levedura vs. monensina	CMS maior que monensina; menos abscessos hepáticos
Ferracini JG, et al. (2025)	96 touros Nelore, 116 dias	Aditivo fitogênico (taninos, flavonoides, óleos essenciais)	CMS/PC reduzido ($P=0,04$); eficiência alimentar +3,3% não significativo ($P=0,19$)
Rigueiro ALN, et al. (2021)	Bovinos zebuínos; adaptação de 14, 9 ou 6 dias	Virginiamicina isolada, adaptação encurtada	Adaptação <14 dias reduziu deposição de gordura
Bomfim LELM, et al. (2024)	198 touros Nelore, 118 dias	<i>S. cerevisiae boulardii</i> nos primeiros 42 dias	Eficiência alimentar +8,05% no período inicial; efeito atenuado até o dia 118

Autor(es) / Ano	Delineamento	Intervenção	Principal achado
Christodouloupoulos G (2025)	Revisão crítica, rebanhos europeus	SARA: definição, diagnóstico e manejo	SARA = pH <5,8 por ≥4h/dia; principal risco é baixo pfNDF
Minami NS, et al. (2021)	10 novilhas Nelore, desafio experimental	Indução experimental de acidose subaguda	Redução do tempo de ruminação e do consumo
Souza MG, et al. (2026)	56 touros Nelore, 100 dias	fNDF fixo/variável (7% vs. 12% da MS)	Benefício da fNDF 12% nos primeiros 50 dias, não sustentado aos 100 dias
Silva J, et al. (2018)	48 touros Nelore, 1 a 4 refeições/dia	Frequência de trato	GMD e conversão melhoraram com a frequência; recomenda-se ≥3 refeições/dia
Brunetto ALR, et al. (2025)	24 bovinos Holandês, 90 dias, 80% concentrado	DDGS em substituição total ao farelo de soja	Sem diferença de desempenho; dieta 10,5% mais barata; lucro +110%

Fonte: elaborado pelos autores (2026), com base nos estudos citados na Tabela 1.

DISCUSSÃO

A melhoria média de 6,4% na eficiência alimentar atribuída à monensina (DUFFIELD TF, et al., 2012) segue como referência de comparação para qualquer aditivo alternativo, e a tendência de resposta decrescente ao longo do tempo amplia, em tese, o espaço para alternativas, ainda que essa inferência não decorra diretamente dos dados da metanálise. Os achados de Estrada-Angulo A, et al. (2022), Casagrande AC, et al. (2024) e Ferracini JG, et al. (2025) indicam que óleos essenciais e blends fitogênicos apresentam resultados favoráveis ou comparáveis à monensina em desfechos específicos, como consumo e abscessos hepáticos, mas os efeitos sobre ganho de peso e conversão alimentar são mais discretos e, em ao menos um caso, sem significância estatística. Não é possível, portanto, afirmar que esses aditivos igualem ou superem consistentemente a monensina no desempenho produtivo global; os dados sustentam que podem representar estratégia complementar de saúde ruminal e hepática.

O achado de Bomfim LELM, et al. (2024) reforça que a fase inicial de adaptação ao confinamento é janela de oportunidade para aditivos alternativos, enquanto Rigueiro ALN, et al. (2021) mostram que abreviar essa fase não é isento de custos quando a estratégia depende de aditivo não ionóforo isolado, o que sugere que a categoria de aditivo, por si só, não garante robustez frente a falhas de manejo. Os fatores discutidos por Christodouloupoulos G (2025), Souza MG, et al. (2026) e Silva J, et al. (2018) — fibra fisicamente efetiva e frequência de trato — atuam como pano de fundo indispensável: dietas com pouca fibra efetiva ou manejo de cocho inadequado aumentam o risco de distúrbios ruminiais independentemente do aditivo utilizado, podendo mascarar benefícios reais de alternativas ou exagerar a vantagem aparente dos ionóforos.

A permanência da monensina como aditivo dominante nos confinamentos brasileiros (MONSALVE JG e MILLEN DD, 2025), mesmo diante de recomendações internacionais de redução

do uso de antimicrobianos como promotores de crescimento, representa lacuna de pesquisa aplicada quanto à viabilidade econômica em larga escala dos aditivos alternativos. Como limitação, esta revisão não avaliou formalmente o risco de viés dos estudos primários nem realizou síntese estatística dos tamanhos de efeito, e a maioria dos estudos refere-se a bovinos Nelore, o que favorece a aplicabilidade ao rebanho zebuino brasileiro mas limita a extrapolação a outros genótipos.

CONCLUSÃO

A substituição dos ionóforos por aditivos alternativos em bovinos de corte confinados ainda ocorre de forma parcial e heterogênea. A monensina sódica permanece o aditivo com maior volume de evidência acumulada e o mais utilizado nos confinamentos brasileiros. Alternativas baseadas em óleos essenciais, parede celular de leveduras e probióticos apresentaram resultados favoráveis ou comparáveis em desfechos específicos de saúde ruminal e hepática, mas com respostas heterogêneas sobre ganho de peso e eficiência alimentar. Os fatores de manejo, sobretudo a fibra fisicamente efetiva e a frequência de trato, mostraram-se determinantes para a estabilidade ruminal, devendo ser controlados em avaliações futuras de substituição de ionóforos, que deverão ainda incorporar análise econômica comparada.

REFERÊNCIAS

BERCHIELLI TT, et al. Nutrição de ruminantes. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2011; 616p.

BOMFIM LELM, et al. Supplementation with live *Saccharomyces cerevisiae* boulardii during the initial 42 days of the feedlot phase in Nelore beef cattle. *Translational Animal Science*, 2024; 8: txae097.

BRUNETTO ALR, et al. Performance, metabolism, and economic implications of replacing soybean meal with dried distillers grains with solubles in feedlot cattle diets. *Fermentation*, 2025; 11(7): 363.

CASAGRANDE AC, et al. Effects of natural additives as an alternative to ionophores on performance and carcass traits of Nelore cattle in feedlot submitted to transport stress. *Animal Feed Science and Technology*, 2024; 316: 116081.

CHRISTODOULOPOULOS G. Subacute ruminal acidosis in cattle: a critical review of clinical management. *Veterinary Research Communications*, 2025.

DUFFIELD TF, et al. Meta-analysis of the effects of monensin in beef cattle on feed efficiency, body weight gain, and dry matter intake. *Journal of Animal Science*, 2012; 90(12): 4583-4592.

ESTRADA-ANGULO A, et al. Comparing blend of essential oils plus 25-hydroxy-Vit-D₃ versus monensin plus virginiamycin combination in finishing feedlot cattle: growth performance, dietary energetics, and carcass traits. *Animals*, 2022; 12(13): 1715.

FERRACINI JG, et al. Performance and carcass characteristics of Nelore cattle fed a high-concentrate diet with a phytogetic additive blend. *PLOS ONE*, 2025; 20(10): e0335189.

GIL AC. Como elaborar projetos de pesquisa. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002; 175p.

GOMES RC. Exigências nutricionais de bovinos de corte. Brasília: SENAR, 2014; 84p.

IBGE. Pesquisa da Pecuária Municipal 2023: rebanho bovino chega a 238,6 milhões de cabeças e atinge recorde na série histórica iniciada em 1974. Rio de Janeiro: IBGE, 2024.

MERTENS DR. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 1997; 80(7): 1463-1481.

MINAMI NS, et al. Subacute ruminal acidosis in Zebu cattle: clinical and behavioral aspects. *Animals*, 2021; 11(1): 21.

MONSALVE JG e MILLEN DD. A snapshot of nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil in 2023. *Frontiers in Veterinary Science*, 2025; 12: 1518571.

NAGARAJA TG e LECHTENBERG KF. Acidosis in feedlot cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 2007; 23(2): 333-350.

NAGARAJA TG e TITGEMEYER EC. Ruminal acidosis in beef cattle: the current microbiological and nutritional outlook. *Journal of Dairy Science*, 2007; 90(Suppl 1): E17-E38.

RIGUEIRO ALN, et al. The potential of shortening the adaptation of Nellore cattle to high-concentrate diets using only virginiamycin as sole feed additive. *Frontiers in Veterinary Science*, 2021; 8: 692705.

SILVA J, et al. Feedlot performance, feeding behavior and rumen morphometrics of Nellore cattle submitted to different feeding frequencies. *Scientia Agricola*, 2018; 75(2): 121-128.

SOUZA MG, et al. Effects of fixed and changing forage NDF levels on intake, growth performance, and carcass traits of Nellore bulls in the feedlot. *Translational Animal Science*, 2026; 10: txago30.

VALADARES FILHO SC, et al. BR-CORTE: exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados. 4 ed. Viçosa: Suprema, 2023; 314p.

ZINN RA, et al. Flaking corn: processing mechanics, quality standards, and impacts on energy availability and performance of feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 2002; 80(5): 1145-1156.