



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

MONOGRAFIA

Aditivos zootécnicos na alimentação de bovinos de corte.

Roger Ângelo Beserra Morais

Recife-PE

2025



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

MONOGRAFIA

Aditivos zootécnicos na alimentação de bovinos de corte.

Roger Ângelo Beserra Morais
Graduando

Prof. Dr. João Paulo Ismério dos Santos Monnerat
Orientador

Recife - PE

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecário(a): Auxiliadora Cunha – CRB-4 1134

M828a Morais, Roger Ângelo Beserra.
Aditivos zootécnicos na alimentação de bovinos
de corte / Roger Ângelo Beserra Morais. – Recife,
2025.
52 f.

Orientador(a): João Paulo Ismério dos Santos
Monnerat.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Bacharelado em Zootecnia, Recife, BR-PE, 2025.

Inclui referências.

1. Aditivos alimentares. 2. Fermentação ruminal.
3. Eficiência alimentar. 4. Sustentabilidade 5.
Combinação estratégica. I. Monnerat, João Paulo
Ismério dos Santos, orient. II. Título

CDD 636



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

ROGER ÂNGELO BESERRA MORAIS

Graduando

Monografia submetida ao Curso de Zootecnia como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia.

Aprovado em 19/12/2025.

EXAMINADORES

João Paulo Ismério dos Santos Monnerat (Doutor)

Orientador

Prof. Dra. Kelly Cristina dos Santos

Examinador

Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho

Examinador

Mr. Caio Cesar Carneiro dos Santos

(UFRPE)

Dedico este trabalho, antes de tudo, a Deus, pela luz e força que me guiaram em cada passo e aos meus pais, pilares da minha vida, cujo amor incondicional foi o solo fértil onde meus sonhos puderam florescer. Suas palavras foram meu incentivo, seu abraço, meu porto seguro, e sua crença em mim foi o farol que iluminou mesmo em dias difíceis. O acolhimento de vocês foi meu conforto e sua força minha herança. Do fundo do meu coração, serei eternamente grato.

AGRADECIMENTOS

A princípio o meu Deus por me encher de coragem, força e perseverança para concluir esta maravilhosa jornada acadêmica. Sem suas bênçãos nada disso seria possível.

A meus pais e irmã, pelo amor, carinho e por nas horas mais difíceis não me deixarem sozinhos. Sem seu apoio tudo seria mais difícil.

Agradeço a meus tios e primos, por sempre me manterem focados nas minhas convicções e por tornarem as coisas mais leves nos desafios.

A minha namorada Maria Gabriela, que nunca deixou de acreditar nos meus sonhos e me incentiva a ser um homem melhor a cada dia. Seu companheirismo muitas vezes me deu força e motivação.

Ao meu querido orientador Professor João Paulo, pela paciência, escuta franca e por, nas horas mais difíceis, ser uma luz fundamental.

A todos os colegas que participaram da minha vida acadêmica, principalmente aos que estão comigo no final desta caminhada, como: Iasmini, Láiza, Renan, Rogerio.

A todos os professores que fizeram parte da minha caminhada no curso de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), meu sincero agradecimento. Cada um de vocês contribuiu de maneira única para minha formação profissional e pessoal.

Gostaria de expressar minha mais sincera e profunda gratidão a todos os professores que fizeram parte da minha trajetória no curso de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Cada um de vocês não apenas compartilhou conhecimento, mas plantaram em mim sementes de curiosidade, pensamento crítico e paixão pela profissão. Em especial, agradeço aos seguintes docentes: Marcelo Andrade, Kelly Santos, Andreia Fernandes, Francisco Carvalho.

Aos meus queridos companheiros do GEPAF, pelos ensinamentos tanto teóricos quanto prático, em especial aos doutores: Prof. Dr. Marcelo Andrade, Caio, Kaique, Darlan e Michele.

RESUMO

O uso de aditivos na nutrição de bovinos de corte consolida-se como uma ferramenta zootécnica estratégica para modular a fermentação ruminal. Conforme a Portaria SDA/MAPA Nº 1.334, de 21 de julho de 2025, a classificação regulatória exclui os aditivos anticoccidianos e os melhoradores de desempenho de uso veterinário, organizando os demais em quatro categorias principais: aditivos tecnológicos, sensoriais, nutricionais e zootécnicos.

Dentre os aditivos zootécnicos conforme a classificação da Portaria SDA/MAPA Nº 1.334/2025, destacam-se substâncias como os Ionóforos (monensina, lasalocida) e compostos fitogênicos (taninos condensados, óleos essenciais), além de microrganismos (leveduras como *Saccharomyces cerevisiae*) e probióticos. Esses aditivos colaboram como auxiliares zootécnicos (Art. 17, I), modulando a microbiota ruminal, aumentando a produção de propionato, reduzindo a emissão de metano entérico em até 45% e prevenindo distúrbios metabólicos como acidose e timpanismo, contribuindo assim para o desempenho, a saúde e o bem-estar animal.

Essas alterações no ecossistema ruminal refletem-se diretamente na melhoria dos índices zootécnicos, como ganho de peso diário, eficiência alimentar, digestibilidade de fibras e qualidade da carcaça. Tendo em vista que os Ionóforos como a monensina e lasalocida demonstram eficácia relevante na modulação ruminal e na melhoria do desempenho, sua utilização encara barreiras decorrentes a restrições internacionais e preocupações com a resistência antimicrobiana.

Esta revisão demonstra que aditivos como culturas de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*), probióticos, prebióticos, simbióticos, taninos condensados e óleos essenciais possuem mecanismos de ação complementares e em condições específicas de manejo e dosagem, substituir ou até superar os efeitos dos Ionóforos. Portanto, infere-se que a escolha e a aplicação criteriosa desses aditivos, fundamentadas em dados científicos e adequadas ao modelo de criação (Confinamento ou pasto), são de extrema relevância para possibilitar uma pecuária de corte mais produtiva, lucrativa e sustentável, apta a suprir as exigências crescentes do mercado no que tange a produtividade, qualidade e compromisso ecológico.

Palavras chaves: Aditivos alimentares, fermentação ruminal, eficiência alimentar, sustentabilidade, combinações estratégicas.

ABSTRACT

The use of additives in beef cattle nutrition is established as a strategic zootechnical tool for modulating ruminal fermentation, increasing feed efficiency, and promoting productive, economic, and environmental gains. As defined by Ordinance SDA/MAPA No. 1,334 of July 21, 2025, the regulatory classification excludes anticoccidial additives and performance-enhancing additives for veterinary use from its scope, organizing the others into four main categories: technological, sensory, nutritional, and zootechnical additives.

Among the zootechnical additives according to the classification of Ordinance SDA/MAPA No. 1,334/2025, substances such as ionophores (monensin, lasalocid) and phytogenic compounds (condensed tannins, essential oils) stand out, along with microorganisms (yeasts such as *Saccharomyces cerevisiae*) and prebiotics. These additives act as zootechnical aids (Art. 17, I), modulating the ruminal microbiota, increasing propionate production, reducing enteric methane emissions by up to 45%, and preventing metabolic disorders such as acidosis and bloat, thereby contributing to animal performance, health, and welfare.

These changes in the ruminal ecosystem are directly reflected in the improvement of zootechnical indices, such as average daily gain, feed efficiency, fiber digestibility, and carcass quality. Considering that ionophores like monensin and lasalocid demonstrate relevant efficacy in ruminal modulation and performance improvement, their use faces barriers arising from international restrictions and concerns about antimicrobial resistance.

This review demonstrates that additives such as yeast cultures (*Saccharomyces cerevisiae*), probiotics, prebiotics, synbiotics, condensed tannins, and essential oils have complementary mechanisms of action and, under specific management and dosage conditions, can replace or even surpass the effects of ionophores. Therefore, it is inferred that the careful choice and application of these additives, based on scientific data and suited to the production system (feedlot or pasture), are extremely relevant to enable a more productive, profitable, and sustainable beef cattle industry, capable of meeting the growing market demands regarding productivity, quality, and ecological commitment.

Keywords: Feed additives, ruminal fermentation, feed efficiency, sustainability, strategic combinations.

LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Estudos sobre efeitos dos aditivos na microbiota ruminal.....	34
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVO	14
2.1 OBJETIVO GERAL	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3. METODOLOGIA	15
3.1 A BOVINOCULTURA DE CORTE NO BRASIL: IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E DESAFIOS ATUAIS	16
3.2 FUNDAMENTOS NA NUTRIÇÃO RUMINAL: O IMPACTO DOS ADITIVOS NA SAÚDE DO RÚMEN	17
3.3 ADITIVOS ALIMENTARES: CONCEITO, CLASSIFICAÇÃO E MECANISMOS DE AÇÃO	19
3.3.1 MODIFICADORES DA FERMENTAÇÃO RUMINAL.	20
3.3.2 MODULADORES DA MICROBIOTA INTESTINAL E DO RÚMEN.	21
4 PRINCIPAIS CLASSES DE ADITIVOS E SUAS APLICAÇÕES	23
4.1 IONÓFOROS	23
4.2 PREBIÓTICOS	26
4.3 PROBIÓTICOS: PAPEL DAS LEVEDURAS (SACCHAROMYCES CEREVISIAE) NA SAÚDE RUMINAL.	27
4.3.1 LEVEDURAS	28
5. ADITIVOS FITOGÊNICOS	31
5.1 TANINOS CONDENSADOS: EFEITO NA PROTEÓLISE RUMINAL E METANOGÊNESE.	31
5.2 ÓLEO ESSENCIAL: ATIVIDADE ANTIMICROBIANA E MODULAÇÃO DO RÚMEN.	32
6. IMPACTOS ZOOTÉCNICOS DA SUPLEMENTAÇÃO COM ADITIVOS.	33

6.1	DESEMPENHO PRODUTIVO: GANHO DE PESO, CONVERSÃO ALIMENTAR E EFICIÊNCIA NUTRICIONAL.	33
6.2	QUALIDADE DA CARÇAÇA E DA CARNE.	34
6.3	SUSTENTABILIDADE DA PRODUÇÃO: REDUÇÃO DA EMISSÃO DE METANO E MELHOR APROVEITAMENTO DE NUTRIENTES.	35
7	RESULTADOS	37
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
	REFERÊNCIAS	45

1. INTRODUÇÃO

A bovinocultura de corte constitui um pilar fundamental no agronegócio brasileiro, com um rebanho que se encontra em média de 238 milhões de cabeças, considerando-se a maior exportadora global de carne bovina, com faturamento superior a US\$ 10 bilhões anuais (ABIEC, 2023).

Essa relevância acontece devido aos avanços zootécnicos, como no melhoramento genético, a adoção de novas cultivares de gramíneas e os aprimoramentos nos manejos sanitário e nutricional, esses fatores impulsionam os rebanhos brasileiros a atingirem ótimos índices zootécnicos, colocando o país como potência na bovinocultura de corte mundial (EUCLIDES FILHO, 2007). Para manter essa posição diante de um mercado global rigoroso e competitivo, é imperativa que o setor busque constantemente maior eficiência produtiva, incorporando tecnologias e práticas de manejo que atendam não apenas à demanda por rentabilidade, mas também às crescentes exigências por qualidade, sustentabilidade e rastreabilidade em toda a cadeia produtiva (EUCLIDES FILHO, 2007).

Nesse contexto, a utilização estratégica de aditivos alimentares tem se consolidado como uma ferramenta essencial para otimizar a eficiência produtiva, especialmente em sistemas intensivos e dietas com alto teor de concentrado. Conforme definido pela Instrução Normativa nº 13/2021 do MAPA, aditivos são substâncias adicionadas às dietas com a finalidade de modificar processos fisiológicos e metabólicos, sem caráter nutricional direto (DOS SANTOS, 2022).

De acordo com a Instrução Normativa nº 13/2021 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), os aditivos são definidos como substâncias, microrganismos ou produtos formulados, adicionados intencionalmente às dietas dos animais com o objetivo de exercer efeitos específicos sobre funções fisiológicas, metabólicas ou zootécnicas, contribuindo para a melhoria do desempenho, da saúde ou da eficiência produtiva, sem exercer função nutricional direta. Essa definição destaca o papel dos aditivos como agentes moduladores de processos biológicos, diferenciando-os dos nutrientes propriamente ditos e reforçando sua importância no manejo alimentar animal.

Entre as classes regulamentadas destacam-se os modificadores da fermentação ruminal (como Ionóforos e óleos essenciais), moduladores da microbiota intestinal (probióticos e prebióticos) e adsorventes de toxinas que são classificados como aditivos tecnológicos porque atuam na dieta com a função de ligar, reduzir ou neutralizar

toxinas, especialmente micotoxinas, presentes nos alimentos, sem fornecer nutrientes. Sua utilização visa melhorar a segurança e a qualidade da ração, atuando diretamente na proteção do animal contra substâncias indesejáveis, tendo cada um uma função por mecanismos específicos na promoção da saúde ruminal, aumento da digestibilidade de nutrientes e melhoria do desempenho zootécnico (Nicodemo, 2001).

Restrições internacionais ao uso de antibióticos e a crescente demanda por sistemas sustentáveis têm impulsionado a busca por aditivos como simbióticos, extratos vegetais combinados e inibidores diretos da metanogênese. Porém, algumas questões não foram totalmente expostas sobre sua eficiência comparativa, sinergia em combinações e aplicabilidade em diferentes sistemas de produção, seja em confinamento ou a pasto.

Embora os benefícios de aditivos tradicionais, como a monensina sódica, sejam amplamente documentados, com efeitos na modulação da fermentação, aumento da produção de propionato e redução de emissões de metano (Jayanegara *et al.*, 2012). Surgem lacunas e controvérsias na literatura quanto à sua substituição por alternativas naturais. Por exemplo, enquanto óleos essenciais e taninos condensados mostram potencial antimicrobiano e modulador, seus efeitos sobre o desempenho animal são ainda inconsistentes, variando conforme a dose, a composição e as interações com outros componentes da dieta (Calsamiglia *et al.*, 2007).

Diante desse cenário, esta revisão tem como objetivo sintetizar as evidências científicas recentes sobre o uso de aditivos na nutrição de bovinos de corte. A partir dessa análise crítica e integrativa, busca-se oferecer contribuições para a tomada de decisão técnica e para o direcionamento de pesquisas futuras nessa área estratégica da pecuária nacional.

2. OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar uma análise crítica da literatura para comparar os efeitos das diferentes classes de aditivos alimentares (Ionóforos, fitogênicos, leveduras, prebióticos e probióticos) na estrutura populacional e na atividade fermentativa da microbiota ruminal de bovinos de corte.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever as principais classes de aditivos alimentares utilizadas na nutrição de bovinos de corte, incluindo Ionóforos, aditivos fitogênicos, microrganismos vivos e metabólitos microbianos.
- Analisar, com base na literatura científica, os mecanismos de ação desses aditivos sobre a microbiota ruminal, destacando seus efeitos sobre diversidade, composição e modulação microbiana.
- Sintetizar as evidências disponíveis sobre o impacto dos diferentes aditivos nos parâmetros fermentativos do rúmen, com ênfase na produção de ácidos graxos voláteis, estabilidade do pH e redução de metano entérico.
- Comparar os efeitos relatados dos aditivos sobre o desempenho zootécnico de bovinos de corte, considerando indicadores como ganho de peso, conversão alimentar e características de carcaça.
- Avaliar, com base em estudos publicados, a eficácia dos aditivos em diferentes sistemas de produção, especialmente em sistemas a pasto e em confinamento.

3. METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido por meio de uma pesquisa bibliográfica, de caráter exploratório, fundamentada na revisão de literatura a partir de fontes científicas previamente publicadas e sistematizadas. A investigação baseou-se na análise de artigos científicos indexados em acervos digitais nacionais e internacionais, revistas especializadas em nutrição animal e produção de ruminantes, bem como em produções acadêmicas, como teses e dissertações, provenientes de programas de pós-graduação em zootecnia de reconhecida relevância científica. .

A revisão obedeceu a etapas metodológicas sequenciais. Primeiramente, definiram-se parâmetros para buscar com termos em português e inglês associados ao tema, como os aditivos alimentares para bovinos de corte, Ionóforos, compostos fitogênicos, óleos essenciais, leveduras, probióticos, prebióticos, modulação da microbiota ruminal, fermentação ruminal e metano entérico. O intervalo temporal das publicações avaliadas compreende, majoritariamente, os últimos 20 anos (2007-2025), sem desconsiderar trabalhos fundamentais anteriores quando pertinentes.

A seleção das fontes bibliográficas foi realizada por meio de consultas em bases de dados científicas nacionais e internacionais, incluindo Google Acadêmico (Google Scholar), SciELO, PubMed, Scopus e ScienceDirect, bem como em outras plataformas

relevantes, tais como Web of Science, Portal de Periódicos da CAPES, AGRIS (FAO), CAB Abstracts, Redalyc e repositórios institucionais de universidades e centros de pesquisa, garantindo a abrangência, a confiabilidade e a atualidade das informações utilizadas no estudo. As buscas foram ampliadas com consultas diretas ao periódico de elevado valor acadêmico e de impacto na área, como exemplo foram utilizados, Revista Brasileira de Zootecnia, Journal of Animal Science, Journal of Dairy Science. Essa escolha de material priorizou a contemporaneidade e o rigor metodológico dos trabalhos, garantindo a consistência das discussões realizadas.

Os resultados dos estudos foram comparados e discutidos de forma crítica, identificando convergências, divergências e as informações foram consolidadas em uma perspectiva atual e fundamentadas, o que proporcionou uma interpretação abrangente e aplicável de acordo com o uso planejado de aditivos na pecuária de corte.

3.1 A BOVINOCULTURA DE CORTE NO BRASIL: IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E DESAFIOS ATUAIS

A bovinocultura de corte possui papel fundamental na formação histórica e econômica do Brasil. Sua introdução no país está ligada diretamente ao século XVI e tendo sua expansão para as regiões Centro-oeste e Norte por conta dos biomas e climas favoráveis e havia também interesses nas terras que eram mais baratas. Os estados com maior rebanho são: Mato Grosso, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Pará, com as crescentes tendências do mercado aumentando para outras áreas do consumo como frangos e suínos existem a necessidade de maior competitividade e modernização do negócio (DA COSTA *et al.*, 2018).

O agronegócio possui expressiva relevância para a economia brasileira, tanto do ponto de vista produtivo quanto social, destacando-se como um dos principais geradores de emprego no país. De acordo com dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), o setor foi responsável por aproximadamente 27% dos empregos no Brasil, considerando ocupações diretas e indiretas ao longo das cadeias produtivas (CEPEA, 2023). No que se refere à pecuária, o Brasil detém um dos maiores rebanhos bovinos do mundo, com cerca de 234 milhões de cabeças, ocupando a segunda posição no ranking mundial, o que evidencia a importância estratégica da bovinocultura para o agronegócio nacional e para o abastecimento alimentar global (IBGE, 2022; USDA, 2023). Sua cadeia produtiva tem envolvimento desde insumos até a última base

de negócio que é a comercialização, encarando problemas como a oscilações de preços, limitações sanitárias e poucas concentrações de abate (DA COSTA *et al.*, 2018).

No que se refere aos modelos produtivos da pecuária bovina no Brasil, predominam os sistemas extensivos baseados em pastagens; contudo, nas últimas décadas, observa-se um processo crescente de intensificação produtiva, especialmente por meio da adoção do sistema de confinamento. Essa intensificação tem sido impulsionada pela necessidade de maior eficiência produtiva e melhor aproveitamento dos recursos disponíveis. Entre os principais desafios enfrentados atualmente pelo setor, destaca-se a necessidade de aumento da produtividade, que esbarra em fatores limitantes como a degradação das pastagens e a crescente pressão por práticas ambientalmente sustentáveis (NEVES *et al.*, 2022).

Estratégias nutricionais como suplementação com proteínas energética, aditiva como Monensina e gordura protegida tem mostrado potencial em melhorar o ganho de peso, eficiência alimentar e digestibilidade, contribuindo para maior rentabilidade. A escolha da genética animal também influencia na rentabilidade econômica através do desempenho das diferentes raças (Nelore, Hereford e Charolês) e em seus cruzamentos, obtém-se mais ganho de peso animais mestiços que se alimentam menos e adquirem mais peso (NEVES *et al.*, 2022).

Além dos aspectos zootécnicos, a gestão da propriedade surge como fator determinante para o sucesso da atividade. O uso de ferramentas de controle de custos, softwares de monitoramento e indicadores de desempenhos para que o trabalho seja otimizado e facilitador na vida do produtor, tendo a tecnologia como ponte entre as tomadas de decisões. Essas análises mostraram que os preços das carnes são influenciados pelas preferências do consumidor e suas tendências, onde os frigoríficos estão localizados (esquema de oligopólios) e devem-se analisar os custos nutricionais, pois essas são variáveis que influenciam na lucratividade (NEVES *et al.*, 2022).

3.2 FUNDAMENTOS NA NUTRIÇÃO RUMINAL: O IMPACTO DOS ADITIVOS NA SAÚDE DO RÚMEN

A eficiência ruminal é determinante para o desempenho produtivo de bovinos de corte, especialmente em sistemas intensivos. Para que o rúmen atinja seu potencial máximo, é necessário manter condições adequadas de fermentação, caracterizadas por oferta equilibrada de carboidratos estruturais e não estruturais adequada taxa de passagem, produção controlada de ácidos graxos voláteis e eficiente capacidade

tamponam-te, além de uma microbiota ruminal equilibrada e da estabilidade do pH em níveis compatíveis com a atividade microbiana (DANIELI et al., 2020).

Nesse contexto, os aditivos nutricionais têm sido amplamente utilizados como ferramentas para otimizar a digestão, melhorar a conversão alimentar e reduzir impactos ambientais associados à produção. A fermentação ruminal adequada resulta na produção de ácidos graxos voláteis (AGV), principalmente acetato, propionato e butirato, que constituem a principal fonte energética dos ruminantes. Entretanto, dietas de confinamento, geralmente com altas proporções de concentrado, aumentam a taxa fermentativa e a produção de ácidos, reduzindo o pH ruminal e elevando o risco de acidose (DANIELI *et al.*, 2020).

A acidose ruminal subclínica caracteriza-se pela redução persistente do pH ruminal para valores inferiores a 5,8, sem manifestação evidente de sinais clínicos. Essa condição compromete o ambiente ruminal, promovendo desequilíbrios nos processos fermentativos e causando danos ao epitélio do rúmen, o que pode facilitar a translocação de endotoxinas para a corrente sanguínea e desencadear respostas inflamatórias sistêmicas. A saúde ruminal constitui um conceito multidimensional, englobando a estabilidade do pH, o equilíbrio e a diversidade da microbiota ruminal, a integridade do epitélio e a eficiência dos processos fermentativos. O pH considerado ideal para o rúmen varia entre 5,8 e 6,8, faixa na qual ocorre adequada atividade das bactérias celulolíticas, essenciais para a digestão das fibras presentes na dieta dos ruminantes (MACEDO et al., 2020).

Existem na microbiota do rúmen uma comunidade de bactérias, archaeas metanogênicas, protozoários e fungos anaeróbios que interagem entre si. Entendendo um pouco sobre as bactérias amilolíticas (e.g, *Streptococcus bovis*), elas tendem a se proliferar de modo acelerado em dietas favorecidas de amidos, entretanto nas celulolíticas (e.g, *Fibrobacter succiogenes*) são predominantes em dietas mais fibrosas. As chamadas dietas inadequadas podem ocasionar um desequilíbrio dessa comunidade bacteriana, sendo principalmente causadas por disbioses e enfermidades metabólicas (DE OLIVEIRA CAETANO, 2016).

Diversos aditivos nutricionais atuam na modulação da fermentação ruminal, com destaque para os Ionóforos, como a monensina sódica, amplamente utilizados há décadas na nutrição de ruminantes. O principal mecanismo de ação desses aditivos consiste na modulação da microbiota ruminal, por meio da inibição seletiva de bactérias Gram-positivas, que são majoritariamente produtoras de lactato e hidrogênio. Essa

seleção microbiana favorece o aumento da produção de propionato em detrimento do acetato e do butirato, contribuindo para maior eficiência energética da fermentação. Além disso, a redução da produção de hidrogênio resulta em menor formação de metano, enquanto a diminuição da produção de lactato auxilia na prevenção do acúmulo de ácido lático, um dos principais fatores associados ao desenvolvimento da acidose ruminal (BAUNGRATZ et al., 2024).

As leveduras vivas, especialmente *Saccharomyces cerevisiae*, também tem sido amplamente estudada. Esses probióticos consomem o oxigênio residual do rúmen, criando um ambiente anaeróbico favorável para bactérias benéficas, e estimulem o consumo de lactato por bactérias que utilizem o ácido (e.g., *Megasphaera elsdenii* e *Selenomonas ruminantium*) (BAUNGRATZ et al., 2024).

3.3 ADITIVOS ALIMENTARES: CONCEITO, CLASSIFICAÇÃO E MECANISMOS DE AÇÃO.

Os aditivos alimentares, conforme estabelecido pela Instrução Normativa nº 13, de 30 de março de 2021, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), são definidos como substâncias, microrganismos ou produtos formulados, adicionados intencionalmente à alimentação animal com finalidades específicas, sem exercer função nutricional direta. No contexto da produção animal, esses compostos são utilizados em dosagens precisas com o objetivo de modular o ecossistema ruminal, promovendo alterações na população microbiana e no perfil de fermentação, de modo a otimizar o aproveitamento dos nutrientes da dieta e favorecer o desempenho produtivo dos animais (McALLISTER et al., 2011).

De forma geral, os aditivos empregados na nutrição animal podem ser classificados conforme sua origem, natureza química e, principalmente, de acordo com sua ação zootécnica. Embora a Instrução Normativa nº 13, de 30 de março de 2021, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) organize os aditivos segundo suas finalidades regulatórias, a literatura científica os agrupa funcionalmente para melhor compreensão de seus efeitos. Nesse contexto, Santos et al. (2023) classificam os aditivos em diferentes categorias funcionais, destacando-se:

- Os modificadores da fermentação ruminal, que incluem Ionóforos, como a monensina sódica e a lasalocida, além de óleos essenciais e extratos vegetais (timol, eugenol e cinamaldeído), os quais atuam na seleção de grupos microbianos visando maior eficiência fermentativa;

- Os modificadores da microbiota intestinal, que compreendem probióticos, como leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) e bactérias ácido-láticas (*Lactobacillus* spp. e *Enterococcus faecium*), bem como prebióticos, a exemplo dos mananoligossacarídeos (MOS) e frutooligossacarídeos (FOS), sendo comum a associação entre esses compostos para potencializar seus efeitos;
- Os suplementos enzimáticos, utilizados para melhorar a digestibilidade de nutrientes específicos, incluindo enzimas fibrolíticas (celulases e xilanases), amilolíticas (amilases) e fitases, que aumentam a disponibilidade do fósforo fítico. (SANTOS et al., 2023).

3.3.1 MODIFICADORES DA FERMENTAÇÃO RUMINAL.

O rúmen é um ambiente fermentativo complexo no qual ocorrem às fermentações que abrigam complexas comunidades bacterianas, arqueias, protozoários e fungos anaeróbios responsáveis pela degradação dos carboidratos estruturais e não estruturais da dieta dos ruminantes. Os principais fatores que geralmente afetam o ambiente ruminal são a dieta, o pH, a osmolaridade e as mudanças microbianas (POSSAMAI *et al.*, 2011).

Alterações bruscas no manejo nutricional, especialmente em dietas, principalmente nas que são ricas em concentrado, ocasionalmente geram um desequilíbrio microbiano, distúrbios e até mesmo acidose. O pH < 6,0 gera problemas como o de inibição das bactérias celulolíticas e reduz a síntese de proteína microbiana. A acidose leva o aumento da *Streptococcus bovis* e *Lactobacillus*, com acúmulo de ácido láctico e queda do pH (POSSAMAI *et al.*, 2011).

Nesse contexto, diferentes grupos de aditivos atuam como modificadores de fermentação ruminal, sendo eles:

Ionóforos

Os Ionóforos (monensina, lasalocida, salinomocina) têm como função principal a de levar íons para a membrana bacteriana, o que gera problemas principalmente para bactérias Gram-positivas. Afetando a produção de propionato, levando ao seu aumento, reduz o metano e a amônia, gerando menores riscos de acidose e timpanismo.

Tampões ruminais

Compostos como bicarbonato de sódio (NaHCO_3), óxido de magnésio (MgO) e carbonato de cálcio (CaCO_3) atuam como **agentes tamponantes**, neutralizando o

excesso de ácidos e contribuindo para a manutenção do pH ruminal dentro da faixa fisiológica (6,0–7,0). Sua utilização é comum em dietas de alto concentrado, reduzindo a ocorrência de acidose subclínica. (POSSAMAI *et al.*, 2011).

Enzimas e microrganismos fibrolíticos

Fungos como *Aspergillus* e *Trichoderma*, bem como bactérias do gênero *Bacillus*, atuam como agentes hidrolisantes de fibras, promovendo a liberação de açúcares fermentescíveis, o que favorece a adesão microbiana e o aumento da digestibilidade, contribuindo indiretamente para a retenção de nitrogênio. As leveduras também exercem efeito modulador sobre o ambiente ruminal, principalmente pela remoção de oxigênio, favorecendo o crescimento de bactérias anaeróbias. A inclusão de lipídeos na dieta aumenta a densidade energética e pode reduzir a produção de metano; entretanto, seus efeitos sobre o fluxo de proteína microbiana dependem da dose e do equilíbrio da fermentação ruminal (POSSAMAI *et al.*, 2011).

Óleos essenciais como moduladores da fermentação

A utilização de aditivos com a finalidade de modular a fermentação ruminal e otimizar o aproveitamento dos nutrientes tem se intensificado, destacando-se o uso de óleos essenciais como alternativa aos Ionóforos. De acordo com Machado *et al.* (2024), esses compostos, especialmente quando formulados em blends tecnológicos, apresentam ação moduladora sobre a microbiota ruminal, sendo cada vez mais adotados em sistemas produtivos que buscam substituir antibióticos promotores de desempenho. A crescente utilização dos óleos essenciais está associada a seus efeitos positivos sobre a fermentação ruminal, como o aumento da proporção de propionato, a redução da produção de metano (CH₄) e a melhoria da eficiência fermentativa e da digestibilidade da fibra, contribuindo para maior eficiência produtiva (MACHADO *et al.*, 2024).

3.3.2 MODULADORES DA MICROBIOTA INTESTINAL E DO RÚMEN.

A modulação da microbiota intestinal envolve o uso de substâncias capazes de favorecer o equilíbrio e a diversidade dos microrganismos presentes principalmente no intestino delgado e grosso. A sua intenção nos usos desses moduladores é a de favorecer o equilíbrio na comunidade microbiana intestinal, essas ações promovem uma melhora na saúde geral, na integridade da mucosa intestinal e na eficácia da digestão dos resíduos que não fermentaram no rúmen. Seu objetivo principal da modulação não é eliminar microrganismos, mas sim o de promover um ambiente microbiano mais eficiente e estável. (PESSOA *et al.*, 2017)

No intestino, sabendo dessas características é importante entender, o papel central da microbiota ruminal, sendo elas divididas por bactérias celulolíticas, que digerem fibra (celulose e hemicelulose), bactérias amilolíticas responsáveis pela digestão de amido e outros carboidratos não fibrosos. Os protozoários realizam fagocitose de partículas e regulam populações bacterianas, já as archea metanogênicas, como o próprio nome já diz, elas produzem metano (CH₄) a partir do hidrogênio, um subproduto da fermentação que representa perda da energia da dieta e por fim temos os fungos anaeróbicos, que auxiliam na quebra física de fibras mais resistentes. (PESSOA *et al.*, 2017)

Dessa maneira caso ocorra algum desequilíbrio nesse ecossistema, como o crescimento excessivo de bactérias produtoras de ácido lático, normalmente encontradas em dietas ricas em grãos, ocasiona uma acidose ruminal (diminui o pH), o que inibi os microrganismos digestores de fibra e prejudicando a saúde e o desempenho do animal. (DE OLIVEIRA MELO *et al.*, 2018).

De acordo com De Oliveira Melo *et al.* (2018), os Ionóforos, como a monensina e a lasalocida, são antibióticos amplamente utilizados na nutrição de ruminantes com a finalidade de modular a fermentação ruminal. Esses aditivos atuam na seleção da microbiota do rúmen, promovendo aumento da produção de propionato, redução da produção de metano o que resulta em menor perda de energia, diminuição da formação de amônia e inibição de bactérias produtoras de ácido lático, contribuindo para maior eficiência fermentativa e prevenção de distúrbios metabólicos.

Os probióticos, por sua vez, consistem principalmente em leveduras benéficas adicionadas à dieta com o objetivo de favorecer o equilíbrio do ambiente ruminal. Sua utilização estimula o crescimento de bactérias celulolíticas, aumenta a produção de ácidos graxos voláteis, reduz a concentração de amônia e auxilia na estabilização do pH ruminal, promovendo melhores condições para a digestão da fibra e o desempenho produtivo dos animais (DE OLIVEIRA MELO *et al.*, 2018).

A suplementação com levedura viva (*Saccharomyces cerevisiae*) modula a microbiota ruminal ao consumir oxigênio residual, criando um ambiente mais anaeróbico que favorece bactérias celulolíticas e fibrolíticas. Esse processo estimula a digestão de fibras, estabiliza o pH e reduz o risco de acidose. A liberação de metabólitos prebióticos (MOS e β -glucanos) ainda melhora a resposta imune. Como resultado, há um aumento na digestibilidade da matéria seca, redução na excreção de fezes e menor concentração de amônia no rúmen, otimizando o aproveitamento do

nitrogênio e o fluxo de proteína microbiana para o intestino (STADLER JUNIOR *et al.*, 2019).

Os prebióticos consistem em ingredientes alimentares não digeríveis que têm como principal finalidade estimular seletivamente o crescimento e a atividade de bactérias benéficas no trato gastrointestinal, especialmente no intestino grosso. Ao serem fermentados por esses microrganismos, os prebióticos favorecem a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), como o butirato, que desempenha papel fundamental no fortalecimento da barreira intestinal, na manutenção da integridade do epitélio e na promoção da saúde intestinal, contribuindo indiretamente para melhor aproveitamento dos nutrientes e desempenho animal (VIANA *et al.*, 2020).

Os simbióticos também são modulares, eles são a junção de probióticos e prebióticos em uma mesma formulação. Isso acontece no sentido de que o prebióticos sirva de alimento para o probióticos, potencializando os efeitos no trato gastrointestinal. Essa sinergia pode melhorar a digestão de fibras, a saúde intestinal e o desempenho animal. (VIANA *et al.*, 2020)

4 PRINCIPAIS CLASSES DE ADITIVOS E SUAS APLICAÇÕES

4.1 IONÓFOROS

O rúmen atua como um eficiente biorreator de fermentação, abrigando uma população microbiana diversificada, responsável pela digestão de fibras e grãos da dieta. Os Ionóforos exercem efeito modulador sobre esse ecossistema ao inibirem seletivamente microrganismos menos eficientes, como determinadas bactérias Gram-positivas, associadas à produção excessiva de gases, como metano e dióxido de carbono, o que resulta em perdas energéticas para o animal. Paralelamente, essa modulação favorece o crescimento das bactérias fermentadoras de cadeia curta eficiente (BFCE), especialmente as produtoras de propionato, ácido graxo volátil de maior eficiência energética. Dessa forma, os Ionóforos contribuem para a melhoria da eficiência fermentativa, maior aproveitamento da energia da dieta e redução das perdas associadas à produção de gases ruminais (DE MATTOS NEGRÃO *et al.*, 2010).

Ao suprimir grupos microbianos menos eficientes, cria-se um ambiente favorável ao desenvolvimento de bactérias Gram-negativas, que apresentam resistência natural aos Ionóforos e são metabolicamente mais eficientes, sobretudo por sua capacidade de produzir ácido propiônico. Esse ácido graxo volátil está associado a um processo digestivo mais eficiente, resultando em menores perdas de energia e melhor

aproveitamento dos nutrientes da dieta, refletindo positivamente na produtividade animal (DE MATTOS NEGRÃO et al., 2010). No contexto da bovinocultura de corte brasileira, levantamentos com nutricionistas indicam ampla adoção de Ionóforos em sistemas de confinamento, com destaque para a monensina sódica, utilizada por aproximadamente 86% dos profissionais, evidenciando a forte associação desses aditivos com melhorias no desempenho produtivo dos animais (SILVESTRE; MILLEN, 2019).

Os antibióticos moduladores da fermentação ruminal incluem moléculas como monensina sódica, lasalocida e salinomicina, amplamente reconhecidas como melhoradoras de desempenho, especialmente por aumentarem a eficiência alimentar, modularem a fermentação e reduzirem distúrbios metabólicos (DOS SANTOS, 2025).

A monensina sódica, obtida por fermentação da cepa *Streptomyces cinnamonensis*, é o Ionóforos mais conhecido e amplamente utilizado no mundo. Seu mecanismo de ação consiste no transporte de íons sódio (Na^+) para o interior da célula bacteriana em troca de prótons (H^+), acidificando o meio citoplasmático. Esse desequilíbrio leva a célula a despendar energia (ATP) na tentativa de restabelecer seu balanço iônico, resultando em depleção energética e, conseqüentemente, em morte bacteriana (NICODEMO, 2001).

Outra molécula amplamente utilizada é a lasalocida sódica, fermentada por *Streptomyces lasaliensis*, que apresenta características semelhantes à monensina. Embora seja menos potente contra alguns protozoários, demonstra eficácia na modulação da fermentação ruminal. Já a salinomicina sódica, produto da fermentação de *Streptomyces albus*, também é empregada com o objetivo de melhorar o desempenho animal (NICODEMO, 2001).

As recomendações de uso de Ionóforos variam conforme a espécie animal, o objetivo nutricional e o sistema de produção, sendo que, para ruminantes, esses compostos são empregados com a finalidade de melhorar a eficiência alimentar, aumentar a proporção de propionato e reduzir a acidose ruminal por meio do controle de bactérias Gram-positivas. Em dietas de bovinos de corte em confinamento, a monensina sódica é comumente incluída na faixa de aproximadamente 20–30 mg/kg de matéria seca (MS) da dieta total, nível semelhante às recomendações observadas em sistemas de produção nos Estados Unidos, onde nutricionistas indicam médias de cerca de 26 mg/kg de MS para monensina em dietas de terminação. A lasalocida sódica também é utilizada em faixas comparáveis e pode ser aplicada, em termos de dose por animal, em níveis

iniciais de cerca de 50–100 mg de princípio ativo por animal por dia, podendo ser ajustada até cerca de 300 mg/animal/dia após adaptação, de acordo com a categoria e o regime alimentar adotado. Esses Ionóforos desempenham funções similares, promovendo maior eficiência fermentativa por meio da modulação da microbiota ruminal, resultando em melhor aproveitamento energético das dietas e melhoria do desempenho animal conforme a necessidade produtiva e técnica adotada (dados de recomendações práticas de manejo nutricional).

Já a salinomicina utilizada entre 11 e 22 mg/kg MS, destaca-se por sua ação anticoccidiana e modulação ruminal semelhante as anteriormente citadas, segundo o MAPA, para todos os aditivos, recomenda-se que os animais passem por um período de adaptação de 21 a 28 dias, sendo observado seu consumo e comportamento. Vale ressaltar que a União Européia proibiu o uso de Ionóforos como promotores de crescimento, desde 2006 para prevenção contra resistência antimicrobiana. (DOS SANTOS, 2025)

A escolha do Ionóforos deve considerar o objetivo nutricional específico e a dose correta, uma vez que excessos não promovem benefícios adicionais e resultam em desperdício. De acordo com Amaral, (2025), que avaliou lasalocida, óleo essencial de limoneno e um blend de cinamaldeído e carvacrol, demonstraram que a lasalocida tiveram um efeito positivo e linear em relação a fermentação (quanto maior a dose-melhor o efeito). Deixando como conclusão de que a lasalocida é altamente eficaz em melhorar o processo fermentativo, promovendo uma fermentação láctica robusta, o que significa que ela reduz perda e preserva nutrientes. Na silagem, sua recomendação foi de 375 mg/kg MS.

Os Ionóforos reduzem a emissão de metano, responsável por perdas de até 12% da energia do alimento, em até 45% devido ao efeito anti-metanogênico, essa ação seletiva da microbiota ruminal, com consequente aumento na produção de propionato (precursor gliconeogênico- maior valor energético para o animal), redução da metanogênese, melhora o fluxo de proteína dietética para o intestino e previne a acidose ruminal -redução do lactato e aumento do pH ruminal (PAULA, 2022).

Os Ionóforos também promovem a redução da produção de amônia ruminal, uma vez que diminuem a degradação excessiva de proteínas e a desaminação de aminoácidos, contribuindo para maior eficiência de utilização do nitrogênio. Como consequência, ocorre menor excreção de nitrogênio na urina. De modo geral, esses aditivos melhoram a eficiência alimentar, permitindo melhor aproveitamento dos

nutrientes da dieta, o que pode resultar em redução do consumo de matéria seca sem prejuízo ao ganho de peso dos animais (PAULA, 2022).

4.2 PREBIÓTICOS

Os prebióticos são compostos orgânicos não digeríveis que servem como substrato para bactérias benéficas do trato gastrointestinal, promovendo o equilíbrio da microbiota intestinal e melhorando a saúde e o desempenho animal. Os mecanismos de ação desses prebióticos em bovinos de corte são de moduladores da microbiota intestinal e ruminal, estimulando o crescimento de bactérias benéficas como a lactobacillus e inibem patógenos como E. coli e Salmonella por ligação competitiva (BAMBIL, 2021).

Esses compostos também contribuem para melhorar a saúde intestinal, num sentido de que eles reduzem a colonização de bactérias patogênicas e fortalecem a barreira intestinal, reduzindo assim processos inflamatórios. Existem também estímulos ao sistema imune que ativam macrófagos, neutrófilos e células natural killer, modificando a produção de citocinas anti-inflamatórias (BAMBIL, 2021).

A estabilidade ruminal promovida pelos prebióticos, especialmente os frutooligosacarídeos, auxilia ainda na prevenção da acidose ruminal, particularmente em dietas com alto teor de grãos. Dessa forma, os prebióticos apresentam grande relevância na nutrição animal, com um grande potencial para auxiliar na melhoria tanto na saúde intestinal quanto na imunidade dos bovídeos (BAMBIL, 2021).

CARVALHO, (2022) trazem uma visão particular sobre prebióticos, onde a parede celular da levedura *Saccharomyces cerevisiae* é um prebiótico composto feito por mananoligosacarídeos e B-glucanas. Observando um grande potencial para a melhoria da saúde intestinal, modular a microbiota e aumentar a eficiência alimentar em indivíduos ruminantes. Nesta pesquisa foram analisados 28 bovinos Nelore castrados, com aproximadamente 26 meses e peso médio de 420 kg. Os principais resultados obtidos na pesquisa foram maiores no grupo tratamento em ambos os casos em relação ao jejuno e íleo, em relação as áreas das criptas e aos perímetros das criptas. Ambos os casos apresentaram também infiltração inflamatória, significando dizer que houve um parasitismo intestinal sem diferenças significativas entre os grupos.

Essas informações identificaram que esse aumento na área e perímetro das criptas no grupo tratamento, demonstraram maior atividade celular e renovação epitelial

e isso pode acarretar melhorias a absorção de nutrientes e a integridade intestinal (Carvalho, 2022).

Segundo o autor, a suplementação com parede celular de levedura modular a microbiota intestinal, diminuindo a colonização patogênica e estimulando a resposta imune local via B-glucanas. Esta ocorrência aumenta a atividade de macrófagos e neutrófilos. Obtendo como consequência a maneira dos aditivos podem ser uma alternativa viável e com bom custo-benefício, melhorando a eficiência alimentar e a saúde intestinal em sistemas de produção a pasto (CARVALHO, 2022).

4.3 PROBIÓTICOS: PAPEL DAS LEVEDURAS (SACCHAROMYCES CEREVISIAE) NA SAÚDE RUMINAL.

Os probióticos são microrganismos vivos que conferem benefícios à saúde do hospedeiro quando administrados em quantidades adequadas. Seus efeitos envolvem a modulação da microbiota ruminal e intestinal, a competição com patógenos por sítios de adesão e nutrientes, a produção de compostos antimicrobianos (ácidos orgânicos, bacteriocinas, peróxido de hidrogênio) e a estimulação das respostas imunes, que envolve o aumento da produção de imunoglobulinas (IgA, IgM, IgG) e citocinas (AL-SHAWI *et al.*, 2020).

No caso específico dos ruminantes, as leveduras do gênero *Saccharomyces* apresentam ainda a capacidade de remover oxigênio residual do rúmen, estabilizar o pH ruminal e estimular o crescimento de bactérias celulolíticas, contribuindo para uma fermentação mais eficiente.

Em diferentes espécies zootécnicas (suínos, aves e bovinos), a suplementação com probióticos tem sido associada a melhorias no desempenho e na eficiência alimentar, reflexos do aumento na digestibilidade e absorção dos nutrientes. Em bovinos, esses aditivos podem favorecer maior estabilidade fermentativa, maior atividade de bactérias fibrolíticas e melhor eficiência alimentar, o que se traduz em ganhos de peso superiores, em cerca de 10%, e redução na mortalidade (AL-SHAWI *et al.*, 2020).

A redução de morbidade e mortalidade observada em animais suplementados com probióticos resulta de um conjunto de fatores, incluindo a modulação da microbiota, a limitação da colonização por patógenos como *E. coli*, *Salmonella* e *Clostridium* e um reforço das respostas imunes. Esses efeitos tornam os animais mais resistentes a desafios sanitários e a situações de estresse metabólicos e desafios

sanitários, embora a magnitude das respostas varie de acordo com a estirpe probiótica, dose, via de administração, idade do animal e estado de saúde (AL-SHAWI *et al.*, 2020).

Na bovinocultura de corte, os probióticos têm sido estudados não apenas por seus efeitos no desempenho animal, mas também por sua capacidade de modular a microbiota ruminal e intestinal. Essa modulação pode refletir em melhorias na qualidade da carcaça e da carne, incluindo alterações no perfil de ácidos graxos, que contribuem para resultados zootécnicos superiores (DE MELO MEDINA, 2021).

Diante das restrições internacionais ao uso de antibióticos na alimentação animal e da busca por alternativas sustentáveis, estudos têm investigado a combinação de monensina, que nada mais é do que um Ionóforo tradicional, com probióticos e dietas de bovinos de corte em confinamento. Essa estratégia espera avaliar possíveis efeitos sinérgicos ou complementares sobre o desempenho produtivo, as características de carcaça e a viabilidade econômica, resultando em uma proposta que pode atender tanto às demandas produtivas quanto às normas sanitárias globais (DE MELO MEDINA, 2021).

Os resultados sugerem que probióticos a base de leveduras e bactérias podem, de certa forma, substituir a monensina sem comprometer o desempenho animal. Isso significa que esses probióticos atuam de maneira eficiente na modulação da fermentação ruminal e no controle de distúrbios metabólicos, apresentando mecanismo de ação parecidos em alguns aspectos com os dos Ionóforos (DE MELO MEDINA, 2021).

Com base nessas evidências, conclui-se que diferentes probióticos podem atuar de forma complementar ao longo do ciclo produtivo. Enquanto leveduras, como *Saccharomyces cerevisiae boulardii*, mostram-se mais adequadas para a fase inicial de confinamento período de maior adaptação e risco de acidose, bactérias como *Bacillus toyonensis* apresentam-se como alternativa viável para a fase final, contribuindo para a manutenção da saúde ruminal e do desempenho até o abate (DE MELO MEDINA, 2021).

4.3.1 LEVEDURAS

As leveduras são fungos unicelulares eucariontes, com a capacidade de se reproduzir rapidamente e de sobreviver em ambientes aeróbios ou anaeróbios. A espécie

mais utilizada na nutrição animal é a *Saccharomyces cerevisiae*, originando-se de processos fermentativos (De Almeida *et al.*, 2017).

As diferentes cepas de probióticos apresentam propriedades específicas, sendo que algumas são especialmente adaptadas ao ambiente ruminal dos ruminantes. Esses microrganismos atuam na modulação da microbiota ruminal, contribuindo para maior eficiência do ecossistema fermentativo. Entre seus principais efeitos, destaca-se o estímulo ao crescimento de bactérias benéficas, especialmente as bactérias celulolíticas, como *Fibrobacter succinogenes* e *Ruminococcus albus*, responsáveis pela digestão da fibra, o que resulta em melhor aproveitamento energético de alimentos volumosos, como pastagens e silagens. Além disso, as leveduras favorecem a modulação de populações de bactérias utilizadoras de ácido láctico, estimulando o crescimento de microrganismos como *Megasphaera elsdenii*, contribuindo para a manutenção do pH ruminal em níveis adequados, geralmente entre 6,0 e 6,8, condição essencial para a estabilidade fermentativa e a saúde ruminal (DE ALMEIDA *et al.*, 2017).

Segundo De Almeida *et al.*, (2017), as leveduras melhoram o ambiente ruminal devido à sua capacidade de consumir o oxigênio que ingressa no rúmen pela saliva e dieta, criando condições favoráveis para o desenvolvimento de bactérias anaeróbias, essenciais para a digestão de fibras. Além disso, as leveduras promovem o aumento da produção de propionato, um ácido graxo volátil de extrema importância para a gliconeogênese hepática. O incremento desta rota metabólica de síntese do propionato, por sua vez, contribui para redução de metano (CH₄), ao desviar hidrogênio ruminal para essa rota metabólica, diminuindo sua disponibilidade para a metanogênese.

Dietas em que apresentam estados balanceados as leveduras podem não apresentar resultados aparentes. Esses aditivos tendem a apresentar maior eficácia em situações em que os animais sob estresse, dietas com excesso de concentrado ou em condições predisponentes à acidose ruminal, nas quais seu papel modulador se torna mais relevantes.

De acordo com GATTAS *et al.*, (2008) e GATTAS *et al.*, (2005), não foram observados efeitos significativos da suplementação com leveduras sobre o ganho de peso, consumo, digestibilidade dos nutrientes e características do ambiente ruminal. Os autores relataram apenas um aumento numérico na concentração do propionato, em 27,9%, e uma tendência de aumento no consumo de 3,5%. Esses resultados sugerem que, em dietas bem equilibradas, os benefícios das leveduras podem ser limitados.

Dessa forma, entende-se que a suplementação com leveduras não apresenta efeitos prejudiciais aos animais; entretanto, em condições adequadas de manejo e com dietas balanceadas, como aquelas com relação volumoso: concentrado de aproximadamente 50:50, seus efeitos sobre o desempenho produtivo e digestivo podem não ser significativos. Assim, os benefícios do uso de leveduras dependem do tipo de dieta, do manejo adotado e das condições fisiológicas e sanitárias dos animais (CHAUCHEYRAS-DURAND; DURAND, 2010; DESNOYERS et al., 2009).

Já em relação aos estudos de SOARES, (2020), foram feitas comparações de dois aditivos: monensina sódica (antibiótico tradicional) e leveduras vivas associadas a minerais quelatados (alternativa natural). Os animais suplementados com leveduras apresentaram maior consumo de proteína, indicando que a combinação da levedura com os minerais pode representar uma alternativa natural ao antibiótico tradicionalmente empregado na produção de bovinos de corte.

Em dietas com elevado teor de concentrado, a combinação de leveduras com minerais quelatados mostrou-se uma alternativa para bovinos nelores terminados a pasto, sem prejuízo ao desempenho, saúde ruminal, características de carcaça. Esses resultados reforçam o potencial desses aditivos na redução do uso de antibióticos na bovinocultura de corte, contribuindo para sistemas de produção mais sustentáveis (SOARES, 2020).

Ao combinar leveduras com outros aditivos, como antibióticos Ionóforos ou promotores de crescimento, observa-se que algumas mudanças no comportamento da microbiota podem ocorrer. Porém, em alguns casos, essas alterações não se traduzem em melhorias detectáveis no desempenho.

Em estudo conduzido por GUIMARÃES (2017), avaliou-se um grupo controle, sem a inclusão de aditivos, e três tratamentos contendo diferentes estratégias nutricionais: leveduras vivas (*Saccharomyces cerevisiae*) na dosagem de 0,5 g/kg de matéria seca, virginiamicina (75 mg/kg de matéria seca) e a associação entre ambos. A virginiamicina consiste em um antibiótico do grupo das estreptograminas, utilizado como aditivo zootécnico com ação seletiva principalmente sobre bactérias Gram-positivas produtoras de ácido lático, sendo amplamente empregada na prevenção de distúrbios fermentativos, como a acidose ruminal.

As leveduras, por sua vez, atuam como probióticos, promovendo o equilíbrio da microbiota ruminal por meio do estímulo ao crescimento de microrganismos benéficos. Os resultados demonstraram que, nas condições do estudo, a utilização isolada ou

combinada de leveduras e virginiamicina não proporcionaram melhorias significativas no desempenho produtivo dos animais quando comparada ao grupo controle, indicando que os efeitos desses aditivos dependem das características da dieta, do manejo adotado e do nível de desafio fermentativo imposto ao sistema.

O fornecimento de suplementos, com ou sem a inclusão de aditivos, proporcionou aumento progressivo do peso vivo dos animais ao longo do período experimental. Entretanto, os resultados demonstraram que, nas condições avaliadas, a utilização de leveduras vivas e de virginiamicina, tanto de forma isolada quanto combinada, não promoveu melhorias significativas no ganho médio diário, na eficiência alimentar, na modulação positiva da fermentação ruminal ou na redução da ocorrência de acidose ruminal, durante a terminação de bovinos de corte em sistema semiconfinado (GUIMARÃES, 2017).

5. ADITIVOS FITOGÊNICOS

5.1 TANINOS CONDENSADOS: EFEITO NA PROTEÓLISE RUMINAL E METANOGÊNESE.

Os taninos são compostos por polímeros de origem vegetal, unidos por ligações de carbono-carbono, e classificam-se em taninos hidrolisáveis e taninos condensados. Os taninos condensados têm recebido maior destaque devido à sua capacidade de reduzir a degradação ruminal da proteína e à ação antimicrobiana direta (COSTA et al., 2020).

Para que as proteínas da dieta sejam protegidas da degradação microbiana no rúmen, os taninos condensados devem formar ligações estáveis com as proteínas da dieta, especialmente em pH entre 6 e 7 (condições do rúmen), originando os complexos tanino-proteína (CTP). Na prática, essa interação leva a menor perda de nitrogênio na forma de amônia no rúmen, aumenta o fluxo de proteína não degradada para o intestino delgado e melhora a eficiência de utilização do nitrogênio (COSTA et al., 2020).

Em relação à metanogênese ruminal, os taninos condensados podem atuar tanto de forma direta quanto indireta. A ação direta ocorre por meio da inibição das arqueias metanogênicas, enquanto a ação indireta está associada à redução da produção de hidrogênio ruminal, substrato essencial para a formação do metano. Além disso, esses compostos contribuem para a diminuição da população de protozoários ruminais, microrganismos que mantêm associação simbiótica com as arqueias metanogênicas. Dessa forma, o uso de taninos condensados pode resultar em menor emissão de metano

entérico, contribuindo para a melhoria da eficiência energética dos animais e para a sustentabilidade dos sistemas de produção pecuária (COSTA et al., 2020).

Dietas com alto teor de concentrado, comuns em sistemas de confinamento, podem levar a maiores perdas de nitrogênio, devido à intensa degradação proteica no rúmen. Nesse contexto, os taninos condensados surgem como alternativa para redução dessas perdas, protegendo a proteína dietética e aumentando a proteína metabolizável que chega ao intestino (MEZZOMO et al., 2010).

O experimento descrito corresponde ao estudo conduzido por Mezzomo et al. (2010), no qual foram utilizados quatro novilhos fistulados no rúmen e no abomaso, com peso corporal médio de 407 kg. Os tratamentos consistiram na inclusão de farelo de soja contendo taninos condensados, farelo de soja sem taninos, taninos condensados isolados e uma dieta controle, sem farelo de soja e sem taninos. As dietas experimentais foram formuladas com elevado teor de concentrado, sendo compostas por 87% de concentrado e 13% de bagaço de cana-de-açúcar, com o objetivo de avaliar os efeitos dos taninos condensados sobre a fermentação ruminal, a digestibilidade dos nutrientes e o metabolismo do nitrogênio (MEZZOMO et al., 2010).

O estudo não identificou alterações no consumo de matéria seca, embora tenha observado aumento no consumo de proteína bruta, devido ao uso do farelo de soja, e maior digestibilidade de extrato etéreo, associada ao tanino condensado que promoveu alteração na biohidrogenação ruminal. A interação entre tanino condensado e farelo de soja reduziu a digestibilidade da proteína bruta, apenas quando ambos foram fornecidos conjuntamente (MEZZOMO et al. 2010).

Não houveram alterações no pH ruminal, nos ácidos graxos voláteis e muito menos no nitrogênio. Contudo, observou-se maior produção de amônia quando o farelo de soja foi utilizado, devido à maior fermentação proteica. O tanino condensado aumentou a quantidade de proteína não degradada no rúmen e a proteína metabolizável quando associado ao farelo de soja. O tanino reduziu a excreção de nitrogênio urinário e aumentou a retenção de nitrogênio (MEZZOMO et al., 2010).

5.2 ÓLEO ESSENCIAL: ATIVIDADE ANTIMICROBIANA E MODULAÇÃO DO RÚMEN.

A categoria dentro dos aditivos conhecida como óleos essenciais vem como uma alternativa natural, com propriedades antimicrobianas, antioxidantes e moduladoras da fermentação ruminal. São obtidos de extratos voláteis de plantas e contêm compostos

como terpenos e fenóis, capazes de desestabilizar membranas bacterianas, inibir microrganismos patogênicos podendo, em alguns casos, contribuir para redução da produção de metano (RIVAROLI, 2014).

Diversas plantas de uso comum, como orégano, alho, limão, alecrim, tomilho e eucalipto, são fontes de óleos essenciais, cada qual com compostos ativos específicos. Dentre eles, alguns exemplos desses compostos ativos são: cravos (eugenol), timol e o carvacrol (orégano). Esses compostos possuem ação antimicrobiana, tendendo a ser mais eficazes contra bactérias gram-positivas, modulando o ambiente ruminal e reduzindo o risco de acidose (RIVAROLI, 2014).

A atuação dos óleos essenciais ocorre, principalmente, sobre a membrana celular bacteriana e isso proporciona uma permeabilização que resulta na perda de íons e desequilíbrio energético. O timol e carvacrol são os fenólicos mais eficazes, reduzindo o crescimento bacteriano e alteram na população microbiana ruminal (RIVAROLI, 2014).

Um estudo avaliou a atividade antimicrobiana e moduladora do óleo essencial da casca do fruto do jatobá sobre cepas de *Staphylococcus aureus* sensíveis à oxacilina. Foram determinadas a concentração inibitória minimiza e a concentração letal mínima por microdiluição em caldo e com isso o efeito da exposição até a morte bacteriana, verificando a modulação de antibióticos. Os resultados indicam forte atividade antimicrobiana, demonstrando potencial desse óleo essencial da casca do fruto do jatobá como agente antimicrobiano sobre os patógenos (SALES *et al.*, 2014).

6. IMPACTOS ZOOTÉCNICOS DA SUPLEMENTAÇÃO COM ADITIVOS.

6.1 DESEMPENHO PRODUTIVO: GANHO DE PESO, CONVERSÃO ALIMENTAR E EFICIÊNCIA NUTRICIONAL.

A incorporação de aditivos zootécnicos, como a monensina sódica, exerce influência direta sobre os parâmetros produtivos, ao atuar como modificador da fermentação ruminal, elevando a formação de propionato e reduzindo as produções de metano e amônia, o que resulta em maior eficiência nutritiva sem comprometer o ganho de peso. Outros compostos, como os aminoácidos protegidos, classificados como aditivos nutricionais, também contribuem positivamente para o rendimento animal, ao otimizar o suprimento de proteína metabolizável (MACHADO *et al.*, 2014).

Inclusão de lisina protegida em dietas com elevada participação de milho e reduzido teor de proteína não degradável no rúmen tem sido associada ao aumento do ganho médio diário, especialmente na fase inicial da terminação, em função do maior

aporte de aminoácidos essenciais ao intestino delgado. A zeolita, embora apresente efeitos limitados, demonstrou potencial para melhoria da eficiência de conversão alimentar quando incorporada a dietas concentradas, possivelmente em decorrência de sua capacidade de adsorção de compostos nitrogenados. Esses resultados reforçam a compreensão de que diferentes aditivos podem atuar de forma complementar na maximização do desempenho produtivo (MACHADO et al., 2014).

A virginiamicina, por sua vez, tem evidenciado potencial para elevar o ganho médio diário, particularmente em sistemas de produção a pasto, nos quais há maior desafio fermentativo. Substâncias naturais, como a própolis, assim como aditivos enzimáticos, também apresentam efeitos positivos sobre o desempenho animal; entretanto, suas respostas tendem a ser variáveis, dependendo da dosagem utilizada e da composição da dieta fornecida (DAS DORES FERNANDES, 2021).

6.2 QUALIDADE DA CARCAÇA E DA CARNE.

Os aditivos tem esse papel que é fundamental na nutrição de bovinos de corte e de forma estratégica vem atuando no rúmen e nas capacidades metabólicas dos bovídeos, essa influência modifica significativamente a qualidade da carcaça. Essas substâncias tem efeitos moduladores do metabolismo ruminal e da digestão, aproveitando assim a dieta exposta, impactando no acabamento da carcaça e na composição da carne (COMPARIN *et al.*, 2013).

Sendo chamadas muitas vezes de lapidadoras da carne, por conta de elementos que fomentam fatores capazes de promover melhorias nutricionais e no desempenho animal, seja pelo aumento da disponibilidade de energia, pela maior absorção de minerais ou pela atuação de agentes antioxidantes. Dessa forma, entende-se que, quando utilizados com manejo e cuidados adequados, esses aditivos podem resultar em melhorias na qualidade da carne, seja no marmoreio ou até mesmo na menor perda de água (COMPARIN et al., 2013).

Em uma pesquisa, foram avaliados os efeitos da lasalocida, isolada ou associada a outros aditivos, sobre as características de carcaça e a qualidade da carne de bovinos Nelore terminados intensivamente em pastagens tropicais. Foram utilizados 225 machos Nelores não castrados, com idade entre 18 e 20 meses e peso inicial médio de 430 kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e três repetições (GROTH, 2023).

Os tratamentos foram: 1) lasalocida (ionóforo); 2) lasalocida (ionóforo) + Actigen (prebiótico); 3) lasalocida (ionóforo) + ADV Fortuna LM; 4) lasalocida (ionóforo) + Probios Precise; e 5) lasalocida (ionóforo) + Lithonutri (alga marinha). Entre as variáveis analisadas, destacaram-se o peso da carcaça quente, o rendimento de carcaça quente, a área de olho de lombo, a espessura da gordura subcutânea, o comprimento e a profundidade da carcaça. Em relação à qualidade da carne, foram avaliados o pH, a cor, a maciez e as perdas por exsudação (GROTH, 2023).

Os resultados obtidos identificaram diferença significativa nos tratamentos com Lasalocida + Actigen, Lasalocida + ADV e Lasalocida + Probios Precise. Isso significa que tiveram uma média maior que a média geral 56,95% > 53%. Notável também a média superior da proteína bruta com 26,28%, sendo superior a da literatura de 16-22%. Entende-se que a associação de lasalocida não altera significativamente a composição física e química da carcaça nem a qualidade da carne. Já se utilizada a lasalocida isolada é rentável economicamente (GROTH, 2023).

6.3 SUSTENTABILIDADE DA PRODUÇÃO: REDUÇÃO DA EMISSÃO DE METANO E MELHOR APROVEITAMENTO DE NUTRIENTES.

A utilização de aditivos para diminuir os efeitos do metano na camada de ozônio, tem sido um fator importante para otimização desse composto em âmbito nutricional e favorecimento nas causas sustentáveis. Nestes princípios para intensificar sustentavelmente a pecuária de corte, devesse mitigar essa emissão CH₄, sem que isso comprometa o desempenho produtivo do animal (ARAÚJO, 2025).

Tendo em vista estes fatores, a substituição de farelo de algodão por grãos secos de destilaria em sistemas de pastejo e o uso de aditivo 3-NOP (3-nitrooxipropanol) em confinamento, foram testados para identificar o rendimento nutricional e a redução da emissão de metano na atmosfera pelos bovinos. O metano entérico ou CH₄, representa uma perda de 2-12% de energia consumida, nessa linha de raciocínio o melhoramento genético, a utilização de aditivos como taninos, nitratos, 3-NOP são boas estratégias para mitigar esse fator que é prejudicial ao meio ambiente. (ARAÚJO, 2025).

Um fator inibidor da metanogênese é o 3-NOP, que tem a funcionalidade de inibir a enzima metil-coenzima M redutase, sendo ela necessária para essa produção de CH₄. Com a utilização correta diminui a emissão em 20 ou até 60%, sem que isso afete a alimentação ou desempenho do animal, aumentando a produção de proprionato e melhorando a eficiência energética (ARAÚJO, 2025).

Em confinamento geralmente devido a utilização de altas quantidades de concentrados na dieta, acarreta em uma maior produção de propionato e reduz a metanogênese e pelo fato de a alimentação ser melhor controlada (ARAÚJO, 2025).

Com tamanha eficácia essa substituição de farelo de algodão por DDG, vem sendo uma estratégia para a fomentação do pastejo e com o aprimoramento do desempenho e sem aumentar as emissões. Tendo o 3-NOP, como grande agregador ao combate as emissões de metano em um manejo confinado. Ambas as estratégias contribuem para uma pecuária mais efetiva e sustentável, visando a produtividade e melhoramento das condições de vida para as gerações futuras (ARAÚJO, 2025).

De acordo com Sene et al. (2019), os aditivos alimentares integram uma estratégia mais ampla de intensificação sustentável na pecuária. Essa abordagem combina a suplementação proteico-energética, o manejo rotacionado de pastagens, a recuperação de áreas degradadas e o consórcio com leguminosas. Quando associadas ao uso de aditivos, essas práticas sinergizam ganhos de produtividade por unidade de área, o que reduz a pressão por novos desmatamentos e potencializa o sequestro de carbono no solo.

A sustentabilidade na bovinocultura de corte é viabilizada pela adoção de práticas de intensificação racional, que incorporam a aplicação criteriosa de aditivos na alimentação. Esses ingredientes especializados contribuem para a diminuição de desperdícios energéticos, a exemplo da liberação de metano, e elevam o rendimento zootécnico.

Como resultado, consolidam-se modelos produtivos economicamente mais vantajosos e com reduzido impacto ecológico. Dessa maneira, os aditivos ultrapassam a concepção de simples recursos paliativos, assumindo um papel fundamental no manejo sustentável, ao conciliar eficiência produtiva e compromisso ambiental (SENE et al., 2019).

7 RESULTADOS

Tabela 1 – Compilados de resultados de pesquisa referentes aos aditivos.

Aditivo	Moduladores da microbiota	Redução CH4	GMD	Conversão Alimentar	Sistema	Referência
Monensina Sódica	Inibe bactérias Gram+, favorece Gram-	20–40%	-0,57 vs 0,290 kg/dia	Melhora significativa	Pasto	Oliveira et al. 2019
Virginiamicina	Age sobre bactérias Gram+	-	-0,685 vs 0,595 kg/dia	Melhora CA	-	-
Óleos funcionais (mamona, caju)	Modulam microbiota; reduzem metanogênicas	Redução indireta	0,427 vs 0,290 kg/dia	Melhora desempenho	-	-
Salmonicina	Similar a outros Ionóforos	-	0,641 vs 0,595 kg/dia	Melhor desempenho	-	-
Controle	-	-	1,577 kg/dia	CA=6,43	Confinamento	Miranda et al. 2025
Mistura probióticos B	Modulação intestinal; reduz acidose	-	1,748 > 1,577 kg/dia	CA=6,21	-	-
Óleos essenciais C	-	-	1,367 < 1,577 kg/dia	CA=7,94	-	-
Simbióticos + óleos essenciais	-	-	1,731 > 1,577 kg/dia	CA=6,42	-	-
Levedura (7 g/dia)	Fibrolíticas; consumidoras de lactato	Melhora indireta	1,612 > 1,45 kg/dia	Melhora eficiência	Confinamento	Venâncio et al. 2025
Monensina (controle)	Inibe produtoras de lactato	Redução CH4	1,452 kg/dia	Eficiência moderada	-	-

Levedura + monensina	Efeito combinado	Intermediário	1,503 > 1,452 kg/dia	Similar	-	-
Monensina	-	-	1,49 kg/dia	Sem diferenças	Confinamento	Francischinelli 2025
Fitogênico + canela	Antimicrobiano / antioxidante	-	1,66 > 1,49	Sem dif.	-	-
Blend óleos essenciais	Antimicrobiano / antioxidante	-	1,57 ~ controle	Sem dif.	-	-
Blend + fitogênico	Antimicrobiano / antioxidante	-	1,52 < 1,66	Sem dif.	-	-
Suplemento mineral	Referência	-	Controle	Sem melhoria	Pasto	Camargo 2024
Supl. mineral + monensina + fitogênico	↑ propionato; ↓ acetato	-	Sem dif.	Sem melhoria	-	-
Proteico-energético + monensina + fitogênico	Modulação parcial	-	Sem dif.	Sem melhoria	-	-
Monensina (25 mg/kg MS)	-	-	1,47 kg/dia	CA=0,211	Confinamento	Neumann 2022
Taninos + óleos essenciais	↑ digestibilidade MS	-	1,407 kg/dia	CA=0,213	-	-
Monensina + taninos + óleos essenciais	Melhora digestiva	-	1,501 kg/dia	CA=0,224	-	-
Controle (Sá Assis)	-	-	Valores basais	Consumo basal	Confinamento	Sá Assis 2023
Monensina sintética 40%	Reduz protozoários	Reduz CH4	-	Sem efeito	-	-
Extrato de Prosopis juliflora	Ação similar à monensina	Reduz CH4	-	-	-	-
Extrato de Angico	Ação tipo taninos	Reduz CH4	-	-	-	-
Extrato Jurema-preta	Alta ação tanínica	Reduz CH4	-	-	-	-

Controle (Miranda 2017)	-	-	1,27 kg/dia	CA=7,84	Confinamento	Miranda 2017
Monensina (27 ppm)	Inibe Gram+; favorece Gram-	Reduz CH4 ~30%	1,26 < 1,27 kg/dia	CA=6,86	-	-
Leveduras vivas	Celulolíticas e consumidoras lactato	Reduz CH4	1,31 > 1,27	Não melhorou	-	-
Basal + monensina + leveduras	Mais efeito da monensina	Não avaliado	1,22 < 1,27	Não melhorou	-	-
Controle Rodrigues 2013	-	-	1,17 kg/dia	-	Confinamento	Rodrigues 2013
Monensina (0-28 dias)	↑ propionato; ↓ acetato	-	1,33 > 1,17	Melhora CA	-	-
Levedura viva	↑ celulolíticas; piorou fermentação	-	< controle	Piorou CA	-	-
Anticorpos policlonais	Reduziu S. bovis	-	1.30 > 1.17	Melhora parcial	-	-
Anticorpos + levedura	Sem sinergia	-	Sem dif.	Sem melhoria	-	-

^A/Confinamento com dieta a base de 75% de silagem de milho e 25% de concentrado; ^B/Mistura probiótica à base de *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus acidophilus*, *Saccharomyce cerevisiae* combinado com prebióticos a base de mananoligossacarídeo combinado com enzimas fibrolíticas (xilanase, hemicelulase, celulase), dióxido de silício e carbonato de cálcio; ^C/ Óleos essenciais (Carvacrol, cinamaldeído, eugenol, limoneno, timol, capsaicina); ^D/Levedura (7 g/animal/dia) contendo *Saccharomyces cerevisiae*; ^E/levedura + monensina (250 mg + 7 g/animal/dia). ^F/ Monensina sódica a base de rumensin elanco, 26 mg/kg MS; ^G/ Aditivo fitogênica 1 a base de ervas, especiarias, alcaçuz, alcaravia, baunilha e canela (digestorum prime, biomin, 90 mg/kg MS); ^H/ Blend de óleos essenciais (crina ruminantes, DSM, 90 mg/kg MS); ^I/ Blend fitogênico proprietário da marca actifor boost contendo óleos essenciais, saponinas e especiarias; ^J/ Taninos + Óleos essenciais (Valopro) contendo carvacrol, cinamaldeído, taninos de acácia e castanha. ^K/ Leveduras vivas (*Saccharomyces cerevisiae*, 2x 10¹⁰ UFC/g, dose de 2 g/animal/dia).

Para contextualizar os resultados, a tabela comparativa reúne dados de diferentes estudos sobre o uso de aditivos na bovinocultura de corte. Ionóforos, como a monensina, são amplamente utilizados há décadas. No entanto, seu uso enfrenta limitações, especialmente na exportação para países europeus, que proíbem sua administração desde 2006.

Foram analisados 25 artigos, todos com o objetivo de reforçar a importância da monensina sódica e dos cuidados necessários em sua utilização. Especialmente quando comparada a outros aditivos e em situações em que podem ser substituídas para reduzir possíveis efeitos indesejados. A monensina é amplamente utilizada na nutrição de ruminantes, atuando principalmente na modulação da fermentação ruminal. Devido a esses fatores, ela é frequentemente citada como essencial no combate à acidose ruminal, sobretudo em dietas com alto teores de concentrado, comuns em sistemas de confinamento.

No entanto, o seu uso inadequado de forma excessiva pode levar a efeitos negativos à saúde animal, como na redução excessiva do consumo, resistência antimicrobiana, resíduos na carne, risco de sobredosagem e erros de mistura, que podem comprometer o bem-estar animal e a segurança do produto, alterações na microbiota e até em toxicidade em casos mais extremistas.

Os estudos avaliados indicaram alternativas a esse aditivo, avaliando sua substituição parcial ou total e até a combinação estratégica. Nessa perspectiva, a literatura revisada não apenas confirma o papel central da monensina, mas também procura protocolos que substituam esse ionóforo com efeitos similares, possibilitando melhorar ainda mais o desempenho animal, favorecendo a exportação, sustentabilidade e maior flexibilidade nutricional.

De acordo com OLIVEIRA *et al.* (2019), a utilização estratégica de aditivos modificadores da fermentação ruminal consolida-se como uma ferramenta zootécnica fundamental para potencializar o desempenho produtivo na bovinocultura de corte. Nessa perspectiva, Ionóforos, como a monensina sódica, e antibióticos, como a virginiamicina, demonstram elevada eficácia respaldada por um sólido corpo de evidências científicas. Seus mecanismos de ação que incluem a modulação seletiva da microbiota ruminal, o aumento da produção de propionato, a redução de perdas energéticas na forma de metano e a prevenção de distúrbios como acidose e timpanismo resultam diretamente em melhorias da eficiência alimentar e do ganho de peso dos animais.

Diante desse cenário e da crescente demanda por alternativas aos antimicrobianos tradicionais, os óleos funcionais surgem como uma promissora alternativa natural. Compostos por metabólitos vegetais bioativos, esses aditivos apresentam atividades antimicrobiana e antioxidante, capazes de modificar favoravelmente o padrão de fermentação ruminal. Embora seus efeitos positivos no desempenho animal já tenham sido comprovados experimentalmente, sua adoção representa um caminho viável para atender a mercados mais exigentes e minimizar a dependência e os possíveis efeitos residuais associados ao uso contínuo de Ionóforos.

No estudo de MIRANDA *et al.* (2025), o aditivo simbiótico BF-Bovinos demonstrou eficácia em melhorar o desempenho animal, mesmo em dietas que já continham o Ionóforo monensina, indicando um potencial promissor para seu uso integrado em sistemas de confinamento. Os animais suplementados com os simbióticos apresentaram um ganho médio diário de 1,748 kg, representando um acréscimo de 171 gramas/dia em comparação ao grupo-controle, além de uma melhoria significativa na conversão alimentar.

Em contrapartida, a pesquisa evidenciou que o uso de óleos essenciais exige cautela, uma vez que sua suplementação isolada resultou em um desempenho inferior ao do grupo-controle, com um ganho de apenas 1,367 kg/dia. Esse resultado negativo sugere que a formulação e dosagem desses compostos são críticas, podendo interferir na digestibilidade e na eficiência metabólica quando não adequadamente balanceadas.

Entretanto, um dos achados mais relevantes do estudo foi a constatação de que os aditivos não atuam de forma isolada. A combinação do simbiótico BF-Bovinos com o blend de óleos essenciais resultou em um ganho de 1,731 kg/dia, valor estatisticamente equivalente ao obtido com o uso exclusivo do simbiótico. Isso demonstra que o BF-Bovinos foi capaz de atenuar ou neutralizar completamente os efeitos negativos associados aos óleos essenciais, ressaltando a importância de estratégias nutricionais que considerem as interações entre diferentes aditivos na busca pela maximização do desempenho animal.

Outro grande fator que pode ser utilizado como alternativa a monensina são as culturas de leveduras. Como sugere VENÂNCIO *et al.* (2025) a Cultura de levedura atua como um modulador ruminal benéfico, fornecendo metabólitos (vitaminas, aminoácidos, ácidos orgânicos) que estimulam bactérias celulolíticas (*Fibrobacter succinogenes* e *Ruminococcus flaeifaciens*) o que aumenta a digestibilidade de FDN, estimulam também bactérias consumidoras de ácido lático (*Megasphaera elsdenii* e

Selenomonas ruminantium), estabilizando o pH ruminal, o que criou um ambiente ruminal mais estável e eficiente, trazendo melhorias na digestão, no consumo, no ganho de peso.

O aditivo à base de *Saccharomyces cerevisiae* mostrou-se superior à monensina sódica em promover ganho de peso, consumo alimentar, digestibilidade da fibra e acabamento de carcaça. É uma alternativa viável e de alto desempenho. Neste estudo, o uso isolado de monensina resultou em menor consumo e digestibilidade da fibra, refletindo em um desempenho inferior. A associação da cultura de levedura com a monensina não gerou sinergia e, em alguns parâmetros de digestibilidade, foi até mesmo prejudicial. Os resultados sugerem que seus modos de ação podem ser antagônicos.

A superioridade da levedura está ligada à sua capacidade de melhorar o ambiente ruminal como um todo, estimulando a microbiota benéfica e a digestão de fibras, enquanto a monensina atua de forma mais restritiva e seletiva.

De acordo com FRANCISCHINELLI (2025), o aditivo fitogênico Digestorum Prime apresentou-se como uma alternativa eficaz à monensina sódica em dietas de alto concentrado para bovinos Nelore confinados. Os resultados demonstraram que sua suplementação promoveu maior consumo de matéria seca e ganho de peso, refletindo em melhores resultados produtivos e de carcaça, sem comprometer a eficiência alimentar.

Por outro lado, a combinação do aditivo fitogênico com o blend de óleos essenciais não resultou em um efeito sinérgico, sugerindo que dosagens mais elevadas podem ser contraproducentes, possivelmente por suprimir excessivamente a fermentação ruminal. Embora a monensina tenha proporcionado maior área de superfície absorptiva (ASA) no rúmen, essa vantagem morfológica não se traduziu em melhor desempenho animal quando comparada ao aditivo fitogênico.

Os resultados reforçam que aditivos naturais, como os fitogênicos e óleos essenciais, podem ser particularmente benéficos durante o período inicial de confinamento, fase marcada por estresse, adaptação ambiental e transição alimentar, onde o maior consumo inicial é crucial para a saúde e produtividade dos animais.

Segundo CAMARGO (2024) a combinação de monensina e aditivos fitogênicos não melhorou o desempenho dos animais, mas promoveu benefícios importantes para uma pecuária mais sustentável, reduzindo perdas de nitrogênio para o meio ambiente e tornando a fermentação ruminal mais eficiente (aumentou o propionato), modulando a comunidade microbiana ruminal de forma específica.

Com base nas evidências apresentadas, conclui-se que os aditivos na bovinocultura de corte consolidam-se como ferramentas zootécnicas indispensáveis para maximizar a eficiência produtiva, melhorando indicadores de desempenho e atender às demandas de um mercado global cada vez mais exigente. No entanto, seu uso requer critério de conhecimentos específicos e um manejo nutricional preciso, pois a eficiência está diretamente ligada à sua correta aplicação, às interações entre compostos e às dosagens adequadas, sob pena de resultar em efeitos negativos.

A monensina, um ionóforo tradicional, apresenta eficácia historicamente comprovada na modulação da fermentação ruminal; entretanto, seu uso enfrenta limitações decorrentes de restrições regulatórias internacionais, preocupações relacionadas à resistência antimicrobiana e às exigências de mercados consumidores quanto à ausência de resíduos. Esse cenário tem impulsionado a busca por alternativas naturais e estratégias integradas, como o uso de simbióticos, culturas de leveduras, aditivos fitogênicos e óleos essenciais.

Dessa forma a combinação de aditivos não resulta automaticamente em sinergia. Por outro aspecto, existem combinações bem sucedidas como a dos simbióticos com os óleos essenciais, que demonstraram um desenvolvimento estratégico em que um aditivo neutraliza os efeitos negativos de outro, o que permitiu um uso seguro e eficaz.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de aditivos na nutrição de bovinos de corte possui caráter estratégico, uma vez que visa aumentar a eficiência produtiva, melhorar os indicadores zootécnicos e promover ganhos econômicos e ambientais. Esta revisão permite concluir que diferentes categorias de aditivos, tais como aditivos zootécnicos (Ionóforos), aditivos microbiológicos (probióticos e leveduras), aditivos funcionais (prebióticos), bem como aditivos naturais ou fitogênicos, incluindo taninos condensados e óleos essenciais, atuam por mecanismos distintos, porém complementares, especialmente na modulação do ecossistema ruminal. Como consequência, esses compostos podem contribuir para a melhoria do desempenho animal, da qualidade da carcaça e para a redução dos impactos ambientais associados à produção de bovinos de corte.

Os Ionóforos, especialmente a monensina sódica, continuam sendo amplamente utilizados pela sua capacidade de modular a fermentação ruminal, aumentando a produção de propionato, reduzindo a emissão de metano e prevenindo distúrbios metabólicos. Entretanto, restrições internacionais e preocupações relacionadas à

resistência antimicrobiana e aos resíduos em produtos de origem animal têm impulsionado a busca por alternativas naturais e sustentáveis.

Nesse contexto, aditivos como leveduras vivas (*Saccharomyces cerevisiae*), simbióticos, taninos e óleos essenciais têm demonstrado potencial para substituir ou, em determinadas condições, superar o desempenho dos Ionóforos, especialmente quando associados a manejo nutricional adequado. Estudos como os de Miranda et al. (2025) e Venâncio et al. (2025) indicam que culturas de leveduras e simbióticos podem proporcionar ganhos de peso e eficiência alimentar iguais ou superiores aos obtidos com monensina, além de favorecer um ambiente ruminal mais estável e eficiente na digestão de fibras.

Apesar dos avanços, a combinação estratégica de aditivos também se apresenta promissora, especialmente quando se busca potencializar efeitos positivos ou mitigar limitações de determinados compostos, como a possível redução de consumo associada a alguns óleos essenciais. Contudo, a sinergia entre aditivos não ocorre automaticamente: depende de dosagens adequadas, compatibilidade entre os compostos e condições específicas de manejo e alimentação.

Do ponto de vista ambiental, aditivos como os taninos condensados e o 3-nitrooxipropanol (3-NOP) destacam-se pela elevada capacidade de reduzir as emissões de metano entérico. Os Ionóforos também contribuem para a mitigação do CH₄, embora de forma indireta, ao modularem a fermentação ruminal e favorecerem a produção de propionato, reduzindo a disponibilidade de hidrogênio para a metanogênese. Esses efeitos contribuem para sistemas pecuários de menor intensidade de carbono e alinhados às demandas globais por uma produção mais sustentável.

A adoção criteriosa de aditivos na bovinocultura de corte representa uma estratégia viável para conciliar produtividade, rentabilidade e sustentabilidade. A escolha e o uso adequado desses compostos devem basear-se em evidências científicas, considerando o sistema de produção (pasto ou confinamento), a fase do ciclo produtivo e as possíveis interações entre os aditivos. Assim, é possível maximizar benefícios sem comprometer a saúde animal ou a qualidade do produto final.

REFERÊNCIAS

ABIEC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE BOVINA. **Relatório anual 2023**. São Paulo: ABIEC, 2023. Disponível em: <https://www.abiec.com.br/publicacoes/>. Acesso em: fev. 2025.

AL-SHAWI, Sarmad G. et al. **The potential use of probiotics to improve animal health, efficiency, and meat quality: a review**. *Agriculture*, v. 10, n. 10, p. 452, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-0472/10/10/452>.

AMARAL, Isabele Paola de Oliveira et al. **Lasalocida sódica e óleos essenciais como modificadores da fermentação em silagens de dieta completa**. 2025. Trabalho acadêmico (Graduação ou Pós-graduação)

ARAÚJO, Tiago Luís da Ros de. **Aditivo e suplementação na intensificação sustentável da pecuária de corte**. 2025.

BAGGIO, Marcelo. **Efeito da alternância entre narasina e monensina na adaptação e terminação de bovinos confinados**. 2021. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)

BAMBIL, Danilo Brito. **Uso de prebióticos no desempenho, nos parâmetros sanguíneos e nas características de carcaça de bovinos Nelore sob estresse pelo transporte**. 2021. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br>. Acesso em: 20 dez. 2025.

BATISTA, Luis Henrique Curcino. **Efeitos metabólicos da contaminação da dieta de bovinos de corte com micotoxinas e do uso de adsorvente à base de parede celular de levedura**. 2024. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)

BAUNGRATZ, Andressa Radtke; VENTURINI, Tiago; MAEDA, Emilyn Midori. **Aditivos utilizados na nutrição de ruminantes: características e particularidades**. *Iguazu Science*, v. 2, n. 3, p. 48-59, 2024. Disponível em: <https://periodicos.uniamerica.br/index.php/iguazuscience>.

BRUTTI, Danielle Dias. **Taninos na nutrição de bovinos: revisão sistemática e meta-análise**. 2021. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)

CALSAMIGLIA, S.; BUSQUET, M.; CARDOZO, P. W.; CASTILLEJOS, L.; FERRET, A. **Essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation.** *Journal of Dairy Science*, v. 90, n. 6, p. 2580-2595, 2007. Disponível em: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(07\)71716-3/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(07)71716-3/fulltext).

CAMARGO, Karine Dalla Vecchia. **Efeito da combinação de aditivos em diferentes suplementos sobre o metabolismo e desempenho de bovinos Nelore recriados em pasto no período chuvoso.** 2024. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)

CARVALHO, João Gabriel Balizado. **Índices zootécnicos e morfometria intestinal de bovinos suplementados com a parede celular de *Saccharomyces cerevisiae*.** 2022. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Emprego no agronegócio brasileiro.** Piracicaba: ESALQ/USP, 2023.

COMPARIN, Marco Aurélio Scarton et al. **Desempenho, características qualitativas da carcaça e da carne de novilhas Brangus suplementadas em pastagem recebendo diferentes aditivos nutricionais.** *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 14, p. 574-586, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/rbspa/article/view/2717>.

COSTA, Isabela Carvalho et al. **Taninos condensados na nutrição de bovinos: emissão de metano, desempenho animal e eficiência energética.** Artigo científico. Disponível em: <https://www.scielo.br>.

CHAUCHEYRAS-DURAND, F.; DURAND, H. **Probiotics in animal nutrition and health.** *Beneficial Microbes*, v. 1, n. 1, p. 3–9, 2010.

DA COSTA VENANCIO, Luísa et al. **Efeito da cultura de levedura associada à monensina sódica na produtividade e saúde de bovinos confinados.** *Semina: Ciências Agrárias*, v. 46, n. 1, p. 329-350, 2025. Disponível em: <https://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias>.

DA COSTA, Isabela Nubiato et al. **A bovinocultura de corte e sua importância econômica frente ao PIB do agronegócio.** 2018. Trabalho acadêmico. Disponível em: <https://www.embrapa.br>.

DANIELI, Beatriz; SCHOGOR, Ana Luiza B. **Uso de aditivos na nutrição de ruminantes: revisão.** *Veterinária e Zootecnia*, v. 27, p. 1-13, 2020. Disponível em: <https://rvz.emnuvens.com.br/rvz/article/view/640>.

DAS DORES FERNANDES, Leila. **Inclusão de aditivos sobre o consumo e o desempenho de bovinos: uma revisão sistemática e metanálise.** 2021. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)

DE ALMEIDA, Ollé Michelle et al. **Suplementação com leveduras na alimentação de bovinos.** *REDVET – Revista Electrónica de Veterinaria*, v. 18, n. 12, p. 1-16, 2017. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63654640005>. Acesso em: 20 dez. 2025.

DE JESUS COELHO, Gabriela; ALVES, Kaliandra Souza; MEZZOMO, Rafael. **Probióticos como alternativa aos ionóforos em dietas de ruminantes.** *Ciência Animal*, v. 30, n. 4, p. 117-130, 2020. Disponível em: <http://www.uece.br/cienciaanimal>.

DE MATTOS NEGRÃO, F. et al. **Ionóforos na nutrição de ruminantes: efeitos sobre a fermentação ruminal e desempenho animal.** 2010.

DE MATTOS NEGRÃO, Fagton; DANTAS, Carlos Clayton Oliveira. **Utilização de ionóforos como aditivo na alimentação de bovinos de corte.** *Pubvet*, v. 4, art. 917-923, 2010. Disponível em: <https://www.pubvet.com.br/artigo/917>.

DE MELO MEDINA, Luiz Cláudio. **Combinações de monensina e probióticos em dietas de bovinos de corte terminados em confinamento.** 2021. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)

DE OLIVEIRA CAETANO, Graciele Araújo; JÚNIOR, **Messias Batista Caetano.** **O estado da arte da nutrição de ruminantes.** *Pubvet*, v. 11, p. 313-423, 2016. Disponível em: <https://www.pubvet.com.br>.

DE OLIVEIRA MELO, Wald Jânio; SOUSA, Everton; DOS SANTOS, Ricardo César Barros. **Utilização de aditivos nas dietas de bovinos de corte no Brasil: revisão de literatura. Artigo de revisão.** Disponível em: <https://www.researchgate.net>.

DE SÁ ASSIS, Méry Cristina et al. **Can phytogetic additives replace monensin sodium in beef cattle feeding?** *Tropical Animal Health and Production*, v. 55, n. 2, p. 107, 2023. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11250-023-03473-7>.

DESNOYERS, M. et al. **Meta-analysis of the influence of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on ruminal parameters and milk production of ruminants.** *Journal of Dairy Science*, v. 92, n. 4, p. 1620–1632, 2009.

DOS SANTOS, Aline Reginaldo. **Efeito de aditivos modificadores da fermentação ruminal sobre a produção de gases in vitro.** 2025.

DOS SANTOS, Karine Ribeiro. **Aditivos em suplementos para bovinos de corte em pastejo.** 2022. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)

DUFFIELD, T. F.; MERRILL, J. K.; BAGG, R. N. **Meta-analysis of the effects of monensin in beef cattle on feed efficiency, body weight gain, and dry matter intake.** *Journal of Animal Science*, v. 90, n. 12, p. 4583–4592, 2012. Disponível em: <https://academic.oup.com/jas/article/90/12/4583/4774304>..

EUCLIDES FILHO, Kepler. **Bovinocultura de corte no Brasil.** *Revista de Política Agrícola*, v. 16, n. 4, p. 121-128, 2007. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA>.

FERRO, Mariane Moreno; DE MOURA, Daiane Caroline; GERON, Luiz Juliano Valério. **Óleos essenciais em dietas para bovinos.** *Revista de Ciências Agro-Ambientais*, v. 14, n. 2, 2016. Disponível em: <https://periodicos.unemat.br>.

GATTASS, Carlos Borges Assumpção et al. **Efeito da suplementação com cultura de levedura na fermentação ruminal de bovinos de corte.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, p. 711-716, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz>.

GENG, C. Y. et al. **Comparison of rumen fermentation parameters, fatty acid composition and beef flavor of finishing bulls fed active dry yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) and yeast culture.** *Animal Production Science*, v. 58, n. 5, p. 841-847, 2018. Disponível em: <https://www.publish.csiro.au/an/AN16453>.

GOMES, R. C. et al. **Desempenho e digestibilidade de novilhos zebuínos confinados recebendo leveduras vivas e monensina.** *Archivos de Zootecnia*, v. 60, n. 232, p. 1077-1086, 2011. Disponível em: <https://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az>.

GONÇALVES, Francielle Soares. **Uso de fitoquímicos como alternativa à monensina para bovinos de corte em confinamento.** 2022. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)

GROTH, Andressa et al. **Associação de aditivos na terminação intensiva de bovinos de corte em pastagem tropical: caracterização da carcaça e qualidade da carne.** 2023. Artigo científico. Disponível em: <https://www.scielo.br>.

GUIMARÃES, Karoline de Lima. **Leveduras vivas e virginiamicina na dieta de bovinos de corte semiconfinados.** 2017. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá. Disponível em: <https://repositorio.uem.br>.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa da Pecuária Municipal 2022.** Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa da Pecuária Municipal – PPM 2022.** Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-pesquisa-da-pecuaria-municipal.html>.

JAYANEGARA, Anuraga; LEIBER, F.; KREUZER, M. **Meta-analysis of the relationship between dietary tannin level and methane formation in ruminants from in vivo and in vitro experiments.** *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, v. 96, n. 3, p. 365-375, 2012. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0396.2011.01172.x>.

KASSAB, A. et al. **Impact of antioxidant supplementation on metabolic status and reproductive performance of Aberdeen Angus cows during seasonal heat stress in subtropical arid regions.** *Egyptian Journal of Animal Production*, v. 57, n. 1, p. 1-11, 2020. Disponível em: https://journals.ekb.eg/article_102323.html.

MACEDO, Gustavo Gomes; DA COSTA KAMURA, Beatriz; DE OLIVEIRA FERREIRA, Lucas Vinícius. **Aspectos gerais da acidose ruminal subaguda.** *Ciência Animal*, v. 30, n. 3, p. 85-96, 2020. Disponível em: <http://www.uece.br/cienciaanimal>.

MACHADO, A. M. C. et al. **Avaliação de aditivos utilizados para aumento da eficiência nutricional na bovinocultura.** *Brazilian Journal of Biosystems Engineering*, v. 8, n. 3, p. 250-254, 2014. Disponível em: <https://seer.tupa.unesp.br>.

MACHADO, Fábio Souza et al. **Uso de aditivos em diferentes dias de confinamento para bovinos de corte.** 2024. Artigo científico. Disponível em: <https://www.scielo.br>.

MAGNANI, Elaine. **Efeito dos teores de fibra e da adição de monensina ou óleo funcional no desempenho e emissão de metano de bovinos Nelore em terminação.** 2017. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br>.

MANO, D. S. et al. **Monensina sódica e óleo funcional como aditivo em suplemento proteico-energético para novilhas em pastejo.** *Boletim de Indústria Animal*, v. 74, n. 2, p. 96-104, 2017. Disponível em: <https://www.institutodezootecnia.sp.gov.br>.

MATTHEWS, Chloe et al. **The rumen microbiome: a crucial consideration when optimising milk and meat production and nitrogen utilisation efficiency.** *Gut Microbes*, v. 10, n. 2, p. 115-132, 2019. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19490976.2018.1526580>.

MCALLISTER, T. A. et al. **The use of direct-fed microbials to mitigate pathogens and enhance production in cattle.** *Canadian Journal of Animal Science*, v. 91, n. 2, p. 193-211, 2011. Disponível em: <https://cdnsiencepub.com/doi/10.4141/CJAS10047>. Acesso em: 20 dez. 2025.

MENEZES, Guilherme Lobato et al. **Efeito do uso de óleos essenciais no desempenho de bovinos de corte confinados.** 2022. Artigo científico. Disponível em: <https://www.scielo.br>.

MEZZOMO, Rafael et al. **Inclusão de tanino condensado em dietas com alto teor de concentrado para bovinos de corte.** 2010. Artigo científico.

MIRANDA, Lucas Domingos Ferreira. **Fornecimento estratégico de leveduras vivas e monensina sódica no desempenho e saúde ruminal em bovinos Nelore terminados em confinamento.** 2017. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br>.

MIRANDA, Matheus Alves et al. **Avaliação de aditivos zootécnicos biológicos sobre o desempenho de tourinhos Nelore.** *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v. 8, n. 2, e78809, 2025. Disponível em: <https://brazilianjournals.com>.

NEUMANN, Mikael et al. **Efeito associativo de óleos essenciais, taninos e monensina sódica sobre o desempenho de novilhos terminados em confinamento.** *Semina: Ciências Agrárias*, v. 43, n. 5, p. 2059-2078, 2022. Disponível em: <https://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias>.

NEVES, Gabriel Victor Silva et al. **Bovinocultura de corte no Brasil: uma revisão sistemática de literatura.** *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 13, n. 6, p. 277-293, 2022. Disponível em: <https://www.sustenere.co/index.php/rica>.

NICODEMO, Maria Luiza Franceschi. **Uso de aditivos na dieta de bovinos de corte.** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001. Disponível em: <https://www.embrapa.br/gado-de-corte>.

OLIVEIRA, Otávio Augusto Martins et al. **Utilização de aditivos modificadores da fermentação ruminal em bovinos de corte.** *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, v. 12, n. 1, p. 287-311, 2019. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br>.

PAULA, Matheus Felipe Freitas Viana de. **Uso de ionóforos na dieta de bovinos de corte: fermentação ruminal e digestibilidade aparente dos nutrientes.** 2022. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br>.

PERCIO, Cleverson et al. **Bovinocultura de corte brasileira sem o uso de antibióticos: consequências e alternativas.** *Horizontes em Ciências Sociais Rurais*, v. 2, p. 306-321, 2019. Disponível em: <https://revistas.ufrpe.br>.

PESSOA, Flávia Oliveira Abrão et al. **A estreita relação entre a microbiota ruminal e os aditivos microbianos.** 2017. Artigo científico.

PINTO, C.; MILLEN, D. *A snapshot of nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil in 2023.* *Frontiers in Veterinary Science*, 2025.

POSSAMAI, A. P. S. et al. **Modificadores da fermentação ruminal: uma revisão.** *Brazilian Journal of Biosystems Engineering*, v. 5, n. 2, p. 108-116, 2011. Disponível em: <https://seer.tupa.unesp.br>.

RIGUEIRO, André Luiz Nagatani. **Protocolos para o uso combinado de monensina sódica e virginiamicina em dietas de bovinos Nelore confinados.** 2016. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br>.

RIGUEIRO, André Luiz Nagatani. **Uso de monensina sódica e virginiamicina para reduzir o tempo de adaptação e aumentar o peso de carcaça quente de bovinos Nelore confinados.** 2019. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br>.

RIVAROLI, Dayane Cristina. **Níveis de óleos essenciais na dieta de bovinos de corte terminados em confinamento: desempenho, características da carcaça e qualidade da carne.** 2014. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br>.

RODRIGUES, Érico et al. **Performance, carcass characteristics and gain cost of feedlot cattle fed a high level of concentrate and different feed additives.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 42, p. 61-69, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz>.

SALES, Gleilton Weyne Passos et al. **Efeito antimicrobiano e modulador do óleo essencial extraído da casca de frutos de *Hymenaea courbaril* L.** *Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada*, v. 35, n. 4, 2014. Disponível em: <https://rcfba.fcfar.unesp.br>.

SAMUELSEN, D. et al. **Ionophores in finishing beef cattle diets: prevalence and typical inclusion levels in Brazil and the United States.** *Frontiers in Veterinary Science*, 2023.

SANTOS, A. C. et al. **Current trends in the use of feed additives for sustainable ruminant production: a review.** *Tropical Animal Health and Production*, v. 55, n. 2, p. 103, 2023. Disponível em: <https://link.springer.com>.

SCOT Consultoria. **Utilização de ionóforos na produção de bovinos em confinamento: recomendações técnicas e níveis de inclusão.** Disponível em: ScotConsultoria.com.br.

SENE, Guilherme Acácio de et al. **Práticas estratégicas com vistas à mitigação dos gases do efeito estufa na produção de bovinos a pasto.** In: Novos desafios da pesquisa em nutrição e produção animal. 5. ed. p. 268-294, 2019.

SILVA, Ana Paula dos Santos. **Efeito da monensina, da virginiamicina e dos óleos funcionais de mamona e caju em bovinos Nelore submetidos à mudança abrupta para dietas com elevado teor de concentrado.** 2014. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br>.

SILVESTRE, J.; MILLEN, D. **Utilização de aditivos ionóforos em dietas de bovinos de terminação no Brasil: levantamento com nutricionistas.** Trabalho de Conclusão de Curso. Goiânia: Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2019.

SOARES, Maxwelder Santos. **Uso de leveduras vivas e minerais quelatados como alternativa à monensina sódica em dietas de alta proporção de concentrado para bovinos Nelore terminados a pasto.** 2020. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br>.

SOUZA, Saimon de Souza. **Narasina em substituição à combinação de monensina e virginiamicina para vacas e novilhas terminadas em confinamento.** 2022. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)

STADLER JUNIOR, Edelmir Silvio et al. **Desempenho de bovinos terminados em confinamento com a inclusão de levedura viva na dieta alimentar.** 2019. Artigo científico.

USDA – United States Department of Agriculture. **Livestock and Poultry: World Markets and Trade.** Washington, D.C., 2023.

VIANA, Claudio Henrique Roberto et al. **Utilização de aditivos para bovinos de corte em confinamento.** *Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, v. 24, n. esp., p. 536-543, 2020. Disponível em: <https://revista.pgsskroton.com.br>.