



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO
CAMPUS MORRINHOS
GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

IONOFOROS NA NUTRIÇÃO DE RUMINANTES: UMA REVISÃO

EMILY FRANCIELE SOUZA ROMAGNOLI
Orientador:
Prof. Wallacy Barbacena Rosa dos Santos

MORRINHOS
2025



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO
CAMPUS MORRINHOS
GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

EMILY FRANCIELE SOUZA ROMAGNOLI

IONOFOROS NA NUTRIÇÃO DE RUMINANTES: UMA REVISÃO

Trabalho de Curso de Graduação em Zootecnia do Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Wallacy Barbacena Rosa dos Santos

MORRINHOS
2025

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

R757i Souza Romagnoli, Emily Franciele
 IONOFOROS NA NUTRIÇÃO DE RUMINANTES: UMA
 REVISÃO / Emily Franciele Souza Romagnoli. Morrinhos 2025.

27f. il.

Orientador: Prof. Dr. Wallacy Barbacena Rosa dos Santos.
Tcc (Bacharel) - Instituto Federal Goiano, curso de 0420181 -
[MO.GRAD] Bacharelado em Zootecnia - Morrinhos (Campus
Morrinhos).

1. Aditivos. 2. Intoxicação. 3. Monensina. I. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem resarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

Tese (doutorado)	Artigo científico
Dissertação (mestrado)	Capítulo de livro
Monografia (especialização)	Livro
TCC (graduação)	Trabalho apresentado em evento

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Matrícula:

Título do trabalho:

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: / /

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

/ /

Local

Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÉNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 83/2025 - CCEG-MO/CEG-MO/DE-MO/CMPMHOS/IFGOIANO

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÉNCIA E TECNOLOGIA GOIANO - CAMPUS MORRINHOS
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA
COORDENAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (CTCC)

ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Às 15 horas e 30 minutos do dia 24 do mês de setembro do ano de 2025, compareceram para defesa pública do TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO, intitulado Ionóforos na nutrição de ruminantes: uma revisão, requisito obrigatório para a obtenção do título de ZOOTECNISTA, à acadêmica Emily Franciele Souza Romagnoli. Constituíram a Banca Examinadora: Professor Dr Wallacy Barbacena Rosa dos Santos (orientador), Professora Dra. Andréia Santos Cezário (examinadora) e Professor Dr. Jefferson Corrêa Ribeiro. Após a apresentação e as observações dos membros da banca avaliadora, ficou definido que o trabalho foi considerado **aprovada**, com ressalvas, com nota 9,5 (nove vírgula cinco). Eu, Wallacy Barbacena Rosa dos Santos (Orientador), lavrei a presente ata que segue assinada por mim e pelos demais membros da Banca Examinadora.

Membros da Banca Examinadora:

Assinado eletronicamente
Wallacy Barbacena Rosa dos Santos
IF Goiano - Campus Morrinhos
Professor

Assinado eletronicamente
Andréia Santos Cezário
IF Goiano - Campus Morrinhos
Professora

Assinado eletronicamente
Jeferson Corrêa Ribeiro
IF Goiano - Campus Morrinhos
Professora

Documento assinado eletronicamente por:

- **Wallacy Barbacena Rosa dos Santos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 24/09/2025 16:40:26.
- **Andreia Santos Cezario, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 24/09/2025 21:45:37.
- **Jeferson Correa Ribeiro, COORDENADOR(A) - FUC0001 - CCBZ-MO**, em 13/11/2025 19:34:27.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 24/09/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 747867

Código de Autenticação: 4d7d60559d



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Morrinhos
Rodovia BR-153, Km 633, Zona Rural, SN, Zona Rural, MORRINHOS / GO, CEP 75650-000
(64) 3413-7900

EMILY FRANCIELE SOUZA ROMAGNOLI

IONOFOROS NA NUTRIÇÃO DE RUMINANTES: UMA REVISÃO

Trabalho de Curso de Graduação em Zootecnia do Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Orientador:

Prof. Dr. Wallacy Barbacena Rosa dos Santos

APROVADO: 24 de Setembro de 2025

Prof. Dr. Jeferson Corrêa Ribeiro
(Membro da banca)

Prof. Dr. Andreia Santos Cezario
(Membro da banca)

Prof. Dr. Wallacy Barbacena Rosa dos Santos
(Orientador)

DEDICATÓRIA

A minha mãe Adriana, minha vó Marivone e ao meu marido Marcos que sempre me apoiaram em tudo
e me ajudaram a chegar onde estou hoje.

Dedico!

AGRADECIMENTOS

A caminhada até a conclusão deste trabalho foi marcada por aprendizados profundos, desafios superados e momentos inesquecíveis. Chegar até aqui só foi possível graças ao apoio, à inspiração e ao carinho de pessoas que fizeram toda a diferença em minha vida acadêmica e pessoal.

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, por me dar forças nos momentos mais difíceis e iluminar meu caminho com sabedoria e perseverança.

À minha mãe, Adriana, meu exemplo de amor incondicional, coragem e dedicação. Sua presença constante e incentivo foram fundamentais em cada etapa deste percurso.

Ao meu esposo, Marcos, que esteve ao meu lado em todos os momentos, oferecendo paciência, apoio emocional e compreensão nos dias mais cansativos. Seu carinho e incentivo foram essenciais para que eu nunca desistisse dos meus objetivos.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Wallacy Barbacena Rosa dos Santos, minha sincera gratidão por sua orientação precisa, paciência e por compartilhar seu vasto conhecimento de forma tão generosa. Sinto-me verdadeiramente privilegiada por ter participado não apenas de aulas, mas de "shows", sempre tão incríveis, divertidas e recheadas de brincadeiras e risadas, que tornaram a aprendizagem mais leve e ao mesmo tempo profundamente enriquecedora. Sua didática cativante e entusiasmo contagiante foram essenciais não apenas para a construção deste trabalho, mas também para o meu crescimento como profissional e como pessoa. Sua confiança no meu potencial foi um estímulo constante durante todo o desenvolvimento deste TCC.

Não poderia deixar de agradecer, com carinho especial, aos queridos professores e membros da banca: Prof. Dr. Jeferson Corrêa Ribeiro e Prof. Dr. Andreia Santos Cezario. Mais do que avaliadores, foram verdadeiros mestres ao longo da graduação. Suas aulas marcaram não apenas pela excelência do conteúdo, mas também pelo entusiasmo, pelas reflexões inspiradoras e pelas valiosas lições que ultrapassaram os limites da sala de aula. A leveza de suas brincadeiras, a sensibilidade no trato com os alunos e o carinho sempre presente fizeram toda a diferença na minha formação. Tê-los como parte desta banca é, sem dúvida, uma honra e motivo de alegria.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para esta conquista, meu muito obrigada.

ÍNDICE

RESUMO	8
ABSTRACT	9
1. INTRODUÇÃO	9
2. METODOLOGIA	11
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
3.1 ADITIVOS	11
3.2 IONÓFOROS	12
3.2.1 MECANISMO DE AÇÃO	13
3.2.2 EFEITO DOS IONÓFOROS NO CONSUMO EDESEMPENHOS ANIMAL	15
3.3 MONENSINA	16
3.4 NARASINA	18
3.5 SALINOMICINA	18
3.6 LASALOCIDA	19
4. INTOXICAÇÃO POR IONÓFOROS	20
5. IONÓFOROS NATURAIS	22
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
7. REFERÊNCIAS	24

RESUMO

ROMAGNOLI, Emily Franciele Souza, Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, junho de 2025. **Ionóforos na nutrição de ruminantes.** Orientador: Wallacy Barbacena Rosa dos Santos

A pecuária bovina é uma das principais atividades do agronegócio brasileiro, e a nutrição de ruminantes tem buscado alternativas para melhorar a eficiência alimentar e reduzir os custos de produção. Entre os aditivos utilizados com essa finalidade, destacam-se os ionóforos, como monensina, salinomicina, narasina e lasalocida, que atuam na modulação da fermentação ruminal, favorecendo a produção de ácido propiônico, reduzindo a geração de metano e otimizando a conversão alimentar. Este trabalho, realizado por meio de uma revisão integrativa da literatura, teve como objetivo analisar os efeitos dos ionóforos na nutrição de ruminantes, destacando seus benefícios zootécnicos, mecanismos de ação e implicações econômicas. Os estudos revisados demonstraram que a inclusão desses compostos resulta em maior ganho de peso, melhor aproveitamento dos nutrientes, redução nas emissões de metano e maior retorno financeiro ao produtor. Contudo, ressalta-se a importância do uso criterioso, respeitando dosagens e protocolos adequados, visto que o uso inadequado pode causar intoxicações, como observado em casos relatados com a lasalocida. Conclui-se que os ionóforos são ferramentas eficazes e seguras, desde que utilizadas de forma técnica e responsável, contribuindo para a sustentabilidade e produtividade da pecuária moderna

Palavras chave: aditivos; intoxicação; monensina.

ABSTRACT

ROMAGNOLI, Emily Franciele Souza, Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, junho de 2025. **Ionophores in ruminant nutrition.** Advisor: Wallacy Barbacena Rosa dos Santos

Beef cattle farming is one of the main activities in Brazilian agribusiness, and ruminant nutrition has been seeking alternatives to improve feed efficiency and reduce production costs. Among the additives used for this purpose, ionophores such as monensin, salinomycin, narasin, and lasalocid stand out. These compounds act by modulating ruminal fermentation, promoting propionic acid production, reducing methane emissions, and optimizing feed conversion. This study, conducted through an integrative literature review, aimed to analyze the effects of ionophores on ruminant nutrition, highlighting their zootechnical benefits, mechanisms of action, and economic implications. The reviewed studies demonstrated that including these compounds results in greater weight gain, improved nutrient utilization, reduced methane emissions, and higher financial returns for producers. However, the importance of judicious use, respecting appropriate dosages and protocols, is emphasized since improper use can cause intoxications, as observed in reported cases with lasalocid. It is concluded that ionophores are effective and safe tools when used technically and responsibly, contributing to the sustainability and productivity of modern livestock farming.

Keywords: Additives; Intoxication; Monensin.

1. INTRODUÇÃO

Um dos principais focos da nutrição de ruminantes é maximizar a eficiência alimentar, reduzindo simultaneamente os custos relacionados à alimentação, que representam a maior parcela das despesas na produção animal. Nesse cenário, a manipulação do ambiente ruminal por meio da inclusão estratégica de aditivos zootécnicos na dieta, surge como uma ferramenta de grande relevância. Esses compostos atuam de forma a modular a fermentação ruminal, favorecendo o aproveitamento dos nutrientes, melhorando a conversão alimentar e promovendo ganhos produtivos mais consistentes. Assim, o uso de aditivos se consolida como uma abordagem tecnicamente eficaz e economicamente viável para otimizar o desempenho dos ruminantes e aumentar a sustentabilidade dos sistemas de produção.

A bovinocultura brasileira encontra-se em constante evolução, impulsionada por uma gama de tecnologias que contribuem significativamente para o aumento da produtividade do setor. Em 2022, o Brasil registrou uma captação de 23,8 bilhões de litros de leite (CNA, 2023). No entanto, a pecuária tem sido alvo de considerável pressão por parte da população devido à emissão de metano, um subproduto do processo fermentativo realizado por microrganismos presentes no rúmen, os quais degradam os alimentos ingeridos e liberam esse gás como parte do metabolismo ruminal (Poffo et al., 2022).

Os aditivos alimentares empregados na nutrição de ruminantes desempenham um papel fundamental na melhoria da conversão alimentar, além de atuar na modulação da microbiota ruminal. Dentre esses aditivos, os ionóforos, como monensina, lasalocida, salinomicina e narasina, destacam-se por sua capacidade de otimizar a eficiência fermentativa. No entanto, para maximizar seus benefícios, é essencial considerar fatores como dosagem adequada e frequência de fornecimento. O não atendimento a esses requisitos pode comprometer o desempenho animal, resultando em respostas zootécnicas insatisfatórias (Silva et al., 2016).

No sistema de produção intensiva, a alimentação bovina representa, em média, 80% dos custos totais de produção. Diante desse cenário, a maximização do aproveitamento dos nutrientes presentes na ração torna-se fundamental para a eficiência produtiva. Um dos métodos utilizados para melhorar a absorção desses nutrientes é a inclusão de ionóforos, cuja principal função é a seleção de microrganismos ruminais, promovendo um ambiente mais favorável à digestibilidade e ao desempenho dos animais (Rivaroli, 2018).

A manutenção de uma flora microbiana ruminal equilibrada depende diretamente da quantidade e qualidade da energia e proteína fornecidas na dieta dos ruminantes. Além disso, fatores como o pH ruminal, a taxa de passagem do alimento, o método de processamento dos

ingredientes e a proporção de concentrado na dieta influenciam significativamente a dinâmica microbiana, impactando a eficiência da fermentação ruminal e a digestibilidade dos nutrientes (Coelho et al., 2020).

A inclusão de ionóforos na dieta dos ruminantes possibilita a modulação da fermentação ruminal, promovendo um melhor controle dos processos metabólicos e aumentando a eficiência produtiva do animal. Esse efeito ocorre devido à redução da fermentação metanogênica, que, normalmente, demanda uma parcela significativa da energia do animal para a eliminação do gás metano gerado pelos microrganismos metanogênicos. Ao minimizar essa perda energética, a energia disponível pode ser redirecionada para funções fisiológicas essenciais, como o crescimento e a produção de leite, resultando em um melhor desempenho zootécnico (Oliveira, 2019).

Este estudo tem como objetivo investigar o uso de ionóforos na alimentação de ruminantes, analisando sua importância para o aumento da produtividade animal por meio de uma revisão de literatura baseada em pesquisas atuais. Para tanto, serão avaliadas as principais vantagens dessa adição na dieta, comparando seus efeitos com os de uma alimentação convencional, a fim de compreender os impactos na eficiência alimentar, no metabolismo ruminal e no desempenho produtivo dos animais.

2. METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa descritiva do tipo revisão integrativa da literatura, cujo objetivo foi identificar as evidências científicas sobre a utilização de ionóforos na nutrição de ruminantes e seus efeitos no melhoramento do desempenho produtivo. A pesquisa foi conduzida por meio de busca online em bases de dados, incluindo Google Acadêmico, ScienceDirect e Periódicos Capes, no mês de fevereiro de 2025.

Para a seleção dos artigos, foram utilizadas palavras-chave indexadas nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS), sendo, em inglês: "ionophores", "ruminant nutrition", "feed efficiency", "monensin", "lasalocid", "salinomycin", "narasin", e, em português: "ionóforos", "nutrição de ruminantes", "eficiência alimentar", "monensina", "lasalocida", "salinomicina" e "narasina".

Como critérios de inclusão, foram considerados artigos originais e revisões sistemáticas que abordassem a temática proposta, publicados no período de 2015 a 2025, e que disponibilizassem acesso integral ao conteúdo, redigidos em inglês, português ou espanhol.

Foram excluídos estudos que não apresentassem relação direta com o tema, trabalhos duplicados e pesquisas sem metodologia claramente descrita.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 ADITIVOS

Segundo a Instrução Normativa nº 13, de 30 de novembro de 2004, alterada pela Instrução Normativa nº 44, de 22 de dezembro de 2015, aditivo é toda substância, microorganismo ou produto formulado, adicionado intencionalmente aos produtos, que não é utilizada normalmente como ingrediente, tenha ou não valor nutritivo e que melhore as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais, melhore o desempenho dos animais sadios e atenda às necessidades nutricionais (MAPA, 2004).

A inclusão de aditivos na suplementação da dieta animal desempenha um papel essencial na otimização do desempenho animal e na redução dos custos de produção. Em sistemas de confinamento e semi-confinamento, onde a dieta apresenta alta proporção de concentrados, a utilização de aditivos torna-se indispensável, uma vez que a elevada ingestão de grãos resulta em um aumento significativo na produção de ácidos graxos voláteis (AGVs), levando à redução do pH ruminal. Nesse contexto, os aditivos atuam na regulação do pH, promovendo o equilíbrio do ambiente ruminal e prevenindo distúrbios metabólicos associados à acidose ruminal (Castro, 2023).

A administração dos aditivos na dieta dos ruminantes pode ocorrer em diferentes fases do desenvolvimento animal, dependendo dos objetivos produtivos estabelecidos. Dessa forma, sua utilização pode ser iniciada ainda nas fases iniciais do crescimento (Zoetis, 2023). Os aditivos promotores de crescimento atuam na modulação da microbiota ruminal, favorecendo populações microbianas benéficas e reduzindo a atividade de microrganismos metanogênicos, responsáveis pelo desperdício energético. Essa modificação no ambiente ruminal melhora a eficiência da digestão e a absorção de nutrientes, resultando em um melhor aproveitamento dos compostos ingeridos. Como consequência, há uma melhoria na conversão alimentar e no ganho de peso dos animais (Carlos, 2024).

3.2 IONÓFOROS

São descritos na literatura mais de 120 tipos de ionóforos; entretanto, apenas a monensina, lasalocida, salinomicina, narasina e laidomicina propionato encontram-se aprovadas para

utilização em dietas destinadas a ruminantes (MAPA). Os ionóforos apresentam a capacidade de atuar como carreadores de íons, formando complexos lipossolúveis com cátions. Essa característica possibilita a translocação desses complexos através da membrana lipídica das bactérias gram-positivas presentes no rúmen. A ação seletiva sobre a população microbiana ruminal promove alterações no perfil de fermentação, influenciando diretamente os processos fermentativos e, consequentemente, a eficiência alimentar dos animais (RODRIGUES, 2016).

Os aditivos alimentares utilizados na dieta de ruminantes visam otimizar a fermentação ruminal por meio do estímulo à produção de ácido propiônico e da redução na geração de metano e dióxido de carbono — gases que podem representar perdas energéticas de 2% a 12% da energia ingerida. Além disso, esses compostos contribuem para a diminuição da proteólise e da desaminação de proteínas no rúmen, promovendo, assim, uma maior eficiência na utilização dos nutrientes e melhorando o desempenho produtivo dos animais (figura 1) (Nicodemo, 2001).

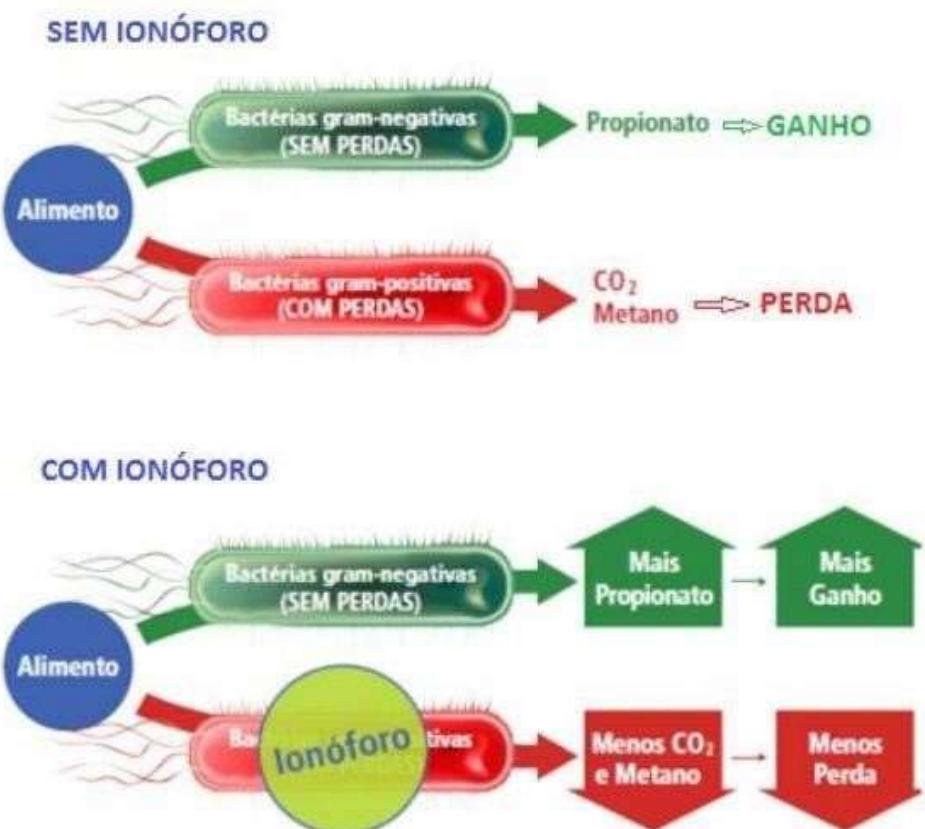


Figura 1 - Representação esquemática do efeito dos ionóforos sobre a fermentação ruminal (adaptado de Bergen e Bates, 1984).

3.2.1 MECANISMO DE AÇÃO

Ionóforos são substâncias naturalmente produzidas por bactérias do gênero *Streptomyces*. Essas moléculas atuam como transportadores de íons através da membrana celular bacteriana, alterando sua permeabilidade. Facilitam a entrada de cátions e a saída de potássio, resultando em um aumento da concentração iônica intracelular e consequente redução do pH no citoplasma. Bactérias Gram-positivas são particularmente sensíveis à ação dos ionóforos, uma vez que possuem apenas uma membrana lipídica, o que favorece a ação direta dessas substâncias (MARINO et al., 2015).

Conforme descrito por Russel e Strobel (1989), a diferença na eficácia dos ionóforos entre os distintos grupos de microrganismos está relacionada à composição estrutural de suas envoltórias celulares. A classificação das bactérias em Gram-positivas e Gramnegativas tem origem na técnica de coloração desenvolvida por Hans Christian Gram, em 1884, que permite diferenciar esses microrganismos de acordo com a composição da parede celular e a retenção de corantes específicos (SILVA; SOUZA, 2020). Essa distinção não se limita apenas ao aspecto morfológico, mas também envolve características funcionais e clínicas de grande relevância.

As bactérias Gram-positivas apresentam uma parede celular espessa, formada por várias camadas de peptidoglicano, responsável pela rigidez e proteção celular. Incorporados a essa estrutura encontram-se os ácidos teicoicos e lipoteicoicos, que contribuem para a estabilidade, adesão e transporte de íons (Madigan et al., 2016). Essas bactérias possuem apenas uma membrana, localizada na região citoplasmática.

Por outro lado, as bactérias Gram-negativas possuem uma parede celular mais complexa e menos espessa, composta por uma fina camada de peptidoglicano localizada entre duas membranas: a membrana plasmática interna e a membrana externa. Essa membrana externa contém lipopolissacarídeos (LPS), proteínas de porina e lipoproteínas. O LPS, além de função estrutural, atua como endotoxina, podendo desencadear fortes respostas inflamatórias em hospedeiros infectados (Tortora et al., 2017). Entre as duas membranas encontra-se o espaço periplasmático, rico em enzimas e proteínas associadas ao metabolismo e à resistência a antimicrobianos.

O método de Gram baseia-se na capacidade das paredes celulares de reter o corante violeta cristal após a aplicação de um agente descolorante. As Gram-positivas, por possuírem maior quantidade de peptidoglicano, conseguem manter o complexo corante-iodo, apresentando coloração roxa ao final do processo. Já as Gram-negativas perdem esse corante durante a descoloração devido à fina camada de peptidoglicano e à presença de lipídios na

membrana externa. Dessa forma, são coradas por um corante de contraste (como a safranina), assumindo coloração rosa ou vermelha (Willey et al., 2019).

As diferenças estruturais entre Gram-positivas e Gram-negativas possuem implicações clínicas relevantes. A parede celular espessa das Gram-positivas as torna mais suscetíveis a antibióticos que atuam na síntese de peptidoglicano, como as penicilinas e cefalosporinas. Em contrapartida, a membrana externa das Gram-negativas atua como barreira protetora contra muitos antimicrobianos, conferindo maior resistência intrínseca (Silva et al., 2020).

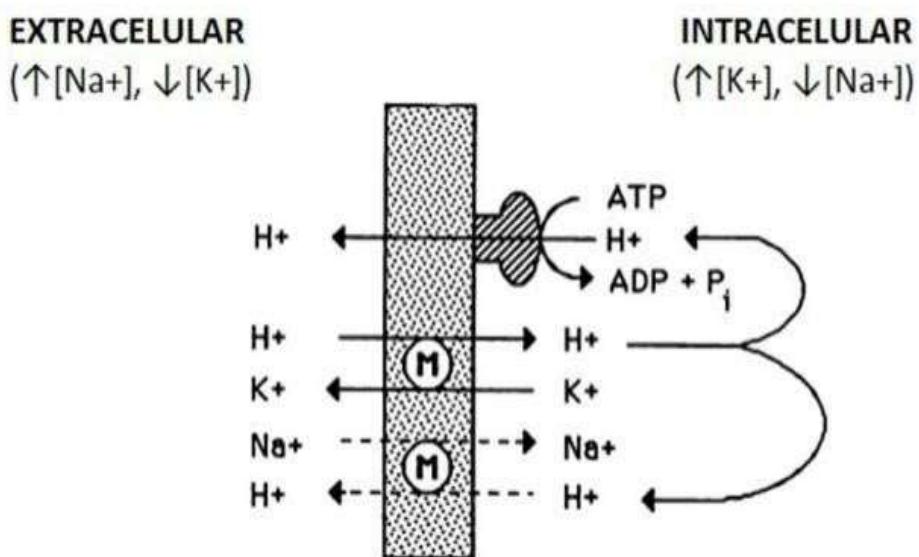


Figura 2 – Representação do efeito da monensina (M) no fluxo de íons *Streptococcus bovis*. Fonte: Adaptado de RUSSEL e STROBEL (1989)

Ionóforos que se ligam aos íons sódio (Na^+) e potássio (K^+) interferem no transporte de hidrogênio nas membranas celulares, uma vez que esses íons alcalinos, especialmente o sódio, participam desse processo. Entre os microrganismos mais sensíveis a essa ação estão as bactérias metanogênicas. A eficácia dos ionóforos, no entanto, pode ser influenciada pelas concentrações dietéticas de Na e K: dietas com alto teor de potássio tendem a reduzir a ação do lasalocida, enquanto níveis elevados de sódio potencializam sua atividade antimicrobiana. Além disso, os ionóforos podem modificar o equilíbrio de íons divalentes, promovendo, de modo geral, um aumento na absorção de cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}) e zinco (Zn^{2+}). (Van Soest, 1994).

3.2.2 EFEITO DOS IONÓFOROS NO CONSUMO E DESEMPENHO ANIMAL

A inclusão de ionóforos na dieta promove a redução das populações de bactérias Gram-positivas no rúmen, o que resulta em uma melhoria na digestibilidade dos nutrientes. Esse

aumento na eficiência digestiva contribui para uma maior disponibilidade de energia metabolizável, que pode ser utilizada pelos animais em seus processos metabólicos (Van Soest, 1994).

A adição de ionóforos na dieta de bovinos mantidos a pasto não afetou o consumo de nutrientes (como matéria seca, proteína bruta e fibras) nem a digestibilidade aparente desses componentes. Portanto, conclui-se que os ionóforos utilizados (salinomicina e narasina), não influenciam negativamente o consumo ou a digestão dos alimentos pelos animais. (Cardoso, 2018).

Os ionóforos monensina, narasina, salinomicina e lasalocida, embora apresentem mecanismos de ação semelhantes — atuando no transporte de íons através das membranas das bactérias Gram-positivas e modificando a fermentação ruminal — diferem quanto à intensidade de seus efeitos, seletividade microbiana, metabolismo e segurança. A monensina, produzida por *Streptomyces cinnamonensis*, é o ionóforo mais utilizado e estudado, promovendo redução no consumo de matéria seca, aumento da produção de ácido propiônico e melhor conversão alimentar, além de diminuir as emissões de metano.

A narasina, de *Streptomyces aureofaciens*, apresenta efeito semelhante, porém com ação mais prolongada e estável, não alterando o consumo de nutrientes e favorecendo maior produção de propionato, o que melhora o aproveitamento energético e a gliconeogênese hepática. Já a salinomicina, produzida por *Streptomyces albus*, destaca-se por proporcionar maior ganho de peso diário e melhor acabamento de carcaça, mesmo com menor ingestão de ração, sendo considerada eficaz para otimizar o desempenho zootécnico e econômico dos bovinos.

Por fim, a lasalocida, sintetizada por *Streptomyces lasaliensis*, possui ação mais ampla sobre diversos íons (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} e Zn^{2+}) e tem se mostrado eficiente em bovinos de recria a pasto, promovendo aumento do ganho médio diário e da eficiência alimentar, embora sua ação possa ser influenciada pelo teor de potássio da dieta. Em geral, todos os ionóforos melhoraram a eficiência alimentar e reduzem a metanogênese, mas apresentam diferenças sutis quanto à potência, resposta produtiva e margem de segurança, sendo a monensina e a narasina as opções mais equilibradas e seguras, enquanto a salinomicina e a lasalocida se destacam por maior potencial de ganho de peso e variação conforme o manejo e as condições de alimentação.

3.3 MONENSINA

Segundo Carlos (2024), a inclusão de monensina na dieta de bovinos resultou em uma

redução no consumo de matéria seca, incremento de 26,56% no ganho de peso de bezerras, além de promover uma diminuição de 32% na excreção de compostos nitrogenados e de 30% nas emissões de metano, evidenciando sua eficácia na melhoria do desempenho produtivo e na mitigação de impactos ambientais.

Conforme relatado por Potter et al. (1976), Kunkle & Sand (1998) e Stock & Mader (1998), a suplementação com monensina sódica durante a fase de crescimento de bovinos promoveu um incremento no ganho de peso variando entre 5% e 17%, além de uma melhora na eficiência alimentar entre 8% e 20%, em comparação aos animais não suplementados. Na fase de terminação, os efeitos, embora mais modestos, ainda foram positivos, com aumento no ganho de peso de 1% a 3% e melhora na eficiência alimentar de 6% a 8% em relação ao grupo controle.

De acordo com Carolina e Sergio (2015), foi apresentado um resumo de dados comparativos entre bovinos mantidos em confinamento e a pasta nos Estados Unidos, com ou sem suplementação de monensina sódica. A inclusão da monensina na dosagem de 246 mg/dia em sistemas de confinamento não alterou significativamente o peso corporal final dos animais; no entanto, promoveu uma redução no consumo de concentrado, que caiu em 0,54 kg de matéria seca (MS). Em sistemas de confinamento no Brasil, onde as dietas podem conter proporções elevadas de volumoso, a suplementação com monensina geralmente não impacta a ingestão de matéria seca, mas os efeitos sobre o desempenho animal tendem a ser mais expressivos. Nesse contexto, observou-se um incremento de até 82 kg no ganho de peso com a inclusão de 154 mg/dia de monensina, evidenciando sua eficácia em melhorar a eficiência alimentar e o desempenho produtivo dos animais.

Um experimento realizado por Neumann et al. (2018) mostrou que os bovinos que consumiram monensina tiveram menor ingestão de matéria seca proporcional ao peso corporal (2,36% contra 2,55%), melhor conversão alimentar (8,61 contra 10,06 kg de ração por kg de ganho de peso), peso final maior (511 kg contra 494 kg), carcaça mais pesada (285 kg contra 272 kg) e espessura de gordura mais elevada (4,97 mm contra 4,25 mm) em comparação ao grupo controle. Esses ganhos no desempenho refletiram em maior retorno econômico, com um lucro adicional de R\$ 122,84 por animal. Quanto à segurança alimentar, após um período de carência de 16 horas antes do abate, os níveis de monensina nos tecidos comestíveis ficaram abaixo de 0,25 µg/kg, bem menores que o limite permitido por lei (tabela 1).

Tabela 1 – Limites máximos de resídos, de medicamentos veterinários em alimentos de origem animal, em bovinos.

IFA	Tecido	LMR (mcg/Kg)
Monensina	Figado	100
Monensina	Gordura	100
Monensina	Leite (mcg/L)	2
Monensina	Músculo	10
Monensina	Rim	10

IFA = Insumos farmacêuticos ativos.

LMR = Limites máximos de resíduos, em microgramas por quilo. Fonte: Anvisa (2022).

3.4 NARASINA

Paula (2022) relata que a inclusão de narasina não alterou as variáveis de consumo e digestibilidade dos nutrientes. Por outro lado, a narasina promoveu mudanças na fermentação ruminal, alterando a proporção molar de ácidos graxos voláteis, como o aumento do ácido propiônico e a redução nas relações entre acético/propiônico e acético/butírico/propiônico. O aumento na produção de propionato pode levar, de forma indireta, à redução da metanogênese, uma vez que a adição de ionóforos altera a composição da microbiota ruminal, diminuindo a presença de microrganismos que produzem hidrogênio e formato - compostos que servem como substrato para a geração de metano. Além disso, a elevação nos níveis de propionato favorece o aproveitamento energético do animal, pois esse ácido graxo volátil atua como precursor da glicose, sendo convertido por meio da gliconeogênese no fígado (Tomkins, 2015). A seguir, apresenta-se a Tabela 2, que mostra os limites máximos de resíduos para a narasina em tecidos bovinos.

Tabela 2 – Limites máximos de resídos, de medicamentos veterinários em alimentos de origem animal, em bovinos.

IFA	Tecido	LMR (mcg/Kg)
Narasina	Figado	50
Narasina	Gordura	50
Narasina	Músculo	15
Narasina	Rim	15

IFA = Insumos farmacêuticos ativos.

LMR = Limites máximos de resíduos, em microgramas por quilo. Fonte: Anvisa (2022).

3.5 SALINOMICINA

A utilização de salinomicina na terminação de novilhos confinados resultou em incremento no peso de carcaça quente, com média de 287,76 kg em comparação a 275,81 kg nos animais não tratados. Além disso, observou-se uma melhora significativa no retorno econômico, com aumento estimado de R\$ 84,20 por animal na margem de lucro. O emprego desse aditivo na dieta demonstrou efeitos positivos tanto no desempenho zootécnico quanto na rentabilidade do sistema de produção, sem comprometer a segurança alimentar, uma vez que não foram detectados níveis significativos de resíduos nos tecidos comestíveis dos animais (Neumann et al., 2016).

O uso de salinomicina na dieta de bovinos confinados resultou em melhor desempenho produtivo em comparação ao grupo controle, com maior ganho de peso diário e melhor conversão alimentar, mesmo com menor consumo de ração. Embora as características de carcaça não tenham apresentado diferenças significativas, houve tendência a melhor acabamento nos animais tratados isso sugere que o aditivo contribui para uma melhor deposição de gordura, aspecto relevante para a qualidade do produto final (Ferreira et al., 2019). Os limites máximos de resíduos para a salinomicina estão estabelecidos pela Anvisa (2022) (Tabela 3).

Tabela 3 – Limites máximos de resíduos, de medicamentos veterinários em alimentos de origem animal, em bovinos.

IFA	Tecido	LMR (mcg/Kg)
Salinomicina de sódio	Figado	500
Salinomicina de sódio	Gordura	500
Salinomicina de sódio	Rim	500

IFA = Insumos farmacêuticos ativos.

LMR = Limites máximos de resíduos, em microgramas por quilo. Fonte: Anvisa (2022).

3.6 LASALOCIDA

Embora o aumento na concentração total de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) não tenha sido estatisticamente significativo ($P = 0,12$), observou-se uma elevação de 4,38 mM com a utilização da Lasalocida. A suplementação com Lasalocida sódica a 15% (Taurotec®), fornecida em doses reduzidas durante o período chuvoso a bovinos em recria mantidos em pastagem, resultou em um acréscimo de 44 g/dia no ganho médio diário, sugerindo uma utilização mais eficiente da energia da dieta (Siqueira, 2024).

De acordo com Siqueira (2024), a pastagem utilizada no experimento apresentava teor médio de proteína bruta de 11,6%, valor considerado adequado para atender às exigências de manutenção e ganho moderado de peso dos animais em pastejo durante o período das águas.

Dessa forma, a comparação entre os tratamentos só foi possível devido à semelhança no teor de proteína bruta das dietas, o que permitiu isolar o efeito da Lasalocida sobre o desempenho animal. Em condições de elevada disponibilidade e qualidade da forragem, comuns em pastagens tropicais nesse período, a adição de Lasalocida ao suplemento adensado proporcionou desempenho comparável ao obtido com suplementos proteicos tradicionais. Isso reforça que a tecnologia pode representar uma alternativa eficaz para reduzir custos com alimentação, mantendo ou até melhorando os índices produtivos na pecuária de corte.

A lasalocida aumentou o ganho médio diário (GMD) em 40 g/dia, melhorou a conversão alimentar (CA) em 410 g/kg e a eficiência alimentar geral (EA). O consumo de matéria seca (CMS) não mudou, mas variou com a duração do uso e o peso inicial dos animais.

Bovinos com até 275 kg alimentados por mais de 100 dias consumiram menos ração. O maior GMD foi observado em bovinos com mais de 275 kg alimentados por até 100 dias. Doses maiores melhoraram a EA e a CA, especialmente em animais mais pesados, devendo sempre atender aos limites recomendados (Golder et al., 2016). Conforme apresentado na Tabela 4, os limites máximos de resíduos para a lasalocida variam entre os diferentes tecidos bovinos.

Tabela 4– Limites máximos de resíduos, de medicamentos veterinários em alimentos de origem animal, em bovinos.

IFA	Tecido	LMR (mcg/Kg)
Lasalocida sódica	Figado	100
Lasalocida sódica	Gordura	20
Lasalocida sódica	Músculo	10
Lasalocida sódica	Rim	20

IFA = Insumos farmacêuticos ativos.

LMR = Limites máximos de resíduos, em microgramas por quilo. Fonte: Anvisa (2022).

4 INTOXICAÇÃO POR IONÓFOROS

A intoxicação por lasalocida em bezerros búfalos foi diagnosticada com base em dados clínicos, epidemiológicos, exames laboratoriais e na estimativa do consumo do ionóforo, obtida por meio do rótulo do suplemento e informações fornecidas pelo tratador. A ausência de estratificação dos animais por idade permitiu que bezerros com mais de 30 dias ingerissem maiores quantidades do suplemento, o qual continha 300 mg/kg de lasalocida. Estima-se que um bezerro de 70 kg, consumindo entre 1 e 1,5 kg do suplemento por dia ao longo de 90 dias, tenha ingerido entre 4,2 e 6,4 mg/kg de peso corporal, níveis compatíveis com toxicidade. Este caso evidencia que bezerros búfalos não devem receber ionóforos, e, se seu uso for inevitável,

é imprescindível adotar protocolos rigorosos de manejo alimentar para evitar intoxicações, principalmente a separação dos animais por faixas etárias durante a alimentação (Carlos, 2024). Conforme apresentado no Quadro 2, as manifestações clínicas variam entre as espécies afetadas pelos diferentes ionóforos.

Quadro 2. Manifestações clínicas da intoxicação pelos principais antibióticos ionóforos

Manifestações clínicas	Bovino	Equino	Ovino	Suíno	Cão	Gato	Coelho	Galinha	Peru
Anorexia	M ^a , L ^b , S ^c	M ^{def} , L ^g , S ^h	M ⁱ , L ^j	M ^k , L ^l	M ⁿ	N ^φ	-	-	-
Perda de peso	L ^b	M ^{def} , L ^g , S ^h	-	-	-	-	-	-	-
Sudorese	-	M ^{def} , L ^g	-	-	-	-	-	S ^v	-
Hipertermia	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diarreia	M ^a , L ^b	M ^{def} , S ^h	M ⁱ	M ^k , S ^r	M ⁿ	SP	S ^x , N ^φ	-	-
Atonia ruminal	M ^a , L ^b	-	-	-	-	-	-	-	-
Dispneia	-	M ^{def} , S ^h	M ⁱ	M ^k , S ^r	M ⁿ	SP	S ^x , N ^φ	-	-
Hiperglicemia	-	-	-	S ^t	-	-	-	S ^s	-
Taquicardia	-	-	-	S ^t	-	-	-	-	-
Cianose	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Poliúria	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Urina escura	S ^c	-	-	M ^k , L ^l	-	-	-	S ^u	-
Ataxia	M ^a , L ^b	M ^{def} , L ^g , S ^h	-	M ^k , L ^l	-	-	-	-	-
Déficit neurológico	-	L ^g , S ^h	-	L ^l	-	-	-	-	-
Tremores musculares	M ^a , L ^b	L ^g , S ^h	-	L ^l	L ^o	L ^o	-	-	-
Paresia/paralisia	-	M ^{def} , L ^g , S ^h	M ⁱ	M ^k , S ^r , N ^M	M ⁿ	SP	S ^x	-	-
Depressão	-	-	M ⁱ	M ^k , S ^r , N ^M	M ⁿ	SP	S ^x	-	-

Decúbito	M ^a , L ^b	-	-	-	-	-	-	-	-
Opistótono	-	-	-	-	-	M ⁿ	-	-	-
Morte tardia	-	-	-	-	-	-	-	S ^u	-

L = lasalocida, M = monensina, S = salinomicina, N = narasina.

Fonte: Nogueira, et al. (2009)

A toxicidade associada aos ionóforos pode ocorrer quando são administradas doses excessivas nos alimentos ou quando há inclusão inadvertida ou incorreta em espécies não-alvo (como equinos), devido à grande variação na sensibilidade entre elas. Embora sejam considerados seguros para as espécies indicadas dentro dos níveis recomendados, casos de intoxicação já foram documentados em bovinos, ovinos, suínos, cães, aves e, especialmente, equinos, que apresentam alta sensibilidade à toxicidade desses compostos. Os quadros clínicopatológicos observados envolvem lesões degenerativas e necróticas nos músculos esqueléticos e no miocárdio, resultando em sinais como fraqueza, incoordenação, dificuldade de locomoção e, nos casos mais graves, morte súbita (Nogueira et al., 2009).

Os casos de intoxicação por ionóforos em ruminantes alimentados com sobras de fábrica de rações (“varredura”) evidenciam os riscos associados ao uso inadequado desses aditivos. Já em poucas horas após o acesso ao alimento contaminado, ovinos manifestaram sinais como inapetência, fraqueza, incoordenação, dispneia, decúbito lateral e, em muitos casos, morte rápida — com 42,36 % de mortalidade no rebanho; nos bovinos jovens, os sintomas surgiram após um dia, evoluindo para óbito entre 4 e 20 dias após a ingestão. As necropsias revelaram áreas pálidas nos músculos, e os exames histológicos mostraram necrose e regeneração tanto em musculatura esquelética quanto cardíaca. A confirmação, via análise cromatográfica (HPLC), indicou presença de 97,14 mg de monensina por kg de ração. Com base nos achados epidemiológicos, clínicos, anatomo-histopatológicos e toxicológicos, concluiu-se que essa prática, embora aparentemente econômica, representa sério risco de intoxicação ou morte, e não é recomendada (RESENDE et al., 2015).

5 IONÓFOROS NATURAIS

A utilização da própolis como aditivo alimentar em dietas de ruminantes tem se mostrado uma alternativa promissora aos ionóforos, principalmente em função de seu potencial antimicrobiano e modulador da fermentação ruminal. Estudos apontam que a própolis pode

contribuir para a redução da produção de metano, melhorar a eficiência da digestão e favorecer a saúde ruminal, sem deixar resíduos nos produtos de origem animal. Além disso, apresenta a vantagem de ser um recurso natural e amplamente aceito pelo consumidor, podendo atender às demandas por sistemas de produção mais sustentáveis e livres de antibióticos (Da Costa et al., 2023).

A tese de Fleitas (2021) avaliou a substituição dos ionóforos monensina (25 mg/kg MS de concentrado) e narasina (13 mg/kg MS de concentrado) por um blend de óleos funcionais à base de óleo de caju e mamona em novilhas Nelore em terminação intensiva a pasto. Os resultados mostraram que o uso dos óleos funcionais apresentou desempenho zootécnico semelhante ao dos ionóforos em termos de consumo de concentrado, ganho de peso, acabamento de gordura, rendimento e peso de carcaça; além disso, modificou o comportamento alimentar das novilhas, com maior frequência de visitas ao cocho em comparação aos tratamentos com monensina e narasina.

Embora a própolis e blends de óleos funcionais à base de óleo de caju e mamona sejam alternativas naturais e potencialmente interessantes aos ionóforos sintéticos, seu uso em larga escala acarreta custos bastante elevados (Coneglan, 2009; Fleitas et al., 2021). Para se suplementar animais de grande porte, seriam necessárias quantidades grandes desses insumos, o que exige não apenas matéria-prima em volume, mas também processamento, padronização, transporte e armazenamento adequados (Silva & Cambaúva, 2023).

Por exemplo, um produto de própolis em pó de 70.000 mg custa cerca de R\$ 218,35 no varejo para um frasco relativamente pequeno, o que evidencia que o preço por unidade de matéria-ativa nessas formulações é alto (FNAC Suplementos e Vitaminas, 2025). Além disso, cápsulas de própolis também são vendidas em kits com preços que ultrapassam R\$ 145,00 para pequenas doses, o que, em escala de alimentação animal, torna o custo proibitivo (FNAC Suplementos e Vitaminas, 2025).

Em comparação, ionóforos sintéticos, embora sujeitos a regulação, geralmente já têm cadeia de produção industrial otimizada, o que reduz bastante o custo por grama ou por efeito no rúmen (Leopoldino et al., 2007; Salman et al., 2009). Assim, mesmo que os blends de óleos de caju e mamona ofereçam benefícios, para grandes rebanhos os custos de produção, dosagem e logística tendem a elevar o custo total significativamente em comparação aos ionóforos convencionais (Zornitta, 2023).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão de literatura permitiu aprofundar o conhecimento sobre o uso de ionóforos na nutrição de ruminantes, evidenciando sua importância como ferramenta estratégica para a melhoria da eficiência alimentar, redução de perdas energéticas e incremento do desempenho zootécnico dos animais. Compostos como a monensina, salinomicina, narasina e lasalocida demonstraram eficácia na modulação da fermentação ruminal, favorecendo a produção de ácido propiônico, a redução da metanogênese e a melhor utilização dos nutrientes, aspectos fundamentais para a sustentabilidade da pecuária moderna.

O mecanismo de ação dos ionóforos no rúmen baseia-se na sua capacidade de alterar o gradiente eletroquímico das bactérias Gram-positivas, promovendo o transporte seletivo de íons através da membrana celular. Essas moléculas, ao se ligarem a cátions como sódio (Na^+) e potássio (K^+), desestabilizam o equilíbrio osmótico e reduzem o pH intracelular, levando à inibição do crescimento de microrganismos sensíveis, como as bactérias produtoras de hidrogênio e ácido acético. Como consequência, ocorre uma mudança no padrão fermentativo ruminal, com aumento na proporção de bactérias produtoras de ácido propiônico — principal precursor da glicose — e redução da metanogênese, o que representa menor perda de energia sob a forma de gás metano. Esse processo contribui para maior eficiência energética e melhor aproveitamento dos nutrientes, refletindo em desempenho zootécnico superior e em maior sustentabilidade dos sistemas de produção animal.

Além disso, os resultados analisados destacaram benefícios econômicos relevantes, como maior ganho de peso e melhora na conversão alimentar, sem comprometer a segurança dos produtos de origem animal, desde que sejam respeitadas as dosagens e protocolos recomendados. Contudo, é imprescindível reforçar a necessidade de manejo técnico e criterioso no uso desses aditivos, considerando as particularidades de cada sistema produtivo e os riscos potenciais de intoxicação, especialmente em casos de uso indiscriminado ou inadequado.

Conclui-se que os ionóforos, quando utilizados de forma responsável e tecnicamente embasada, representam aliados valiosos na intensificação sustentável da produção animal, contribuindo não apenas para a produtividade, mas também para a mitigação dos impactos ambientais e o uso racional dos recursos.

Este trabalho reforça a importância da constante atualização científica e da adoção de tecnologias fundamentadas em evidências, como forma de promover avanços significativos na área da Zootecnia e garantir a produção de alimentos de forma eficiente, ética e sustentável.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Limites máximos de resíduos de medicamentos veterinários em alimentos de origem animal.

BERGEN, W. G.; BATES, D. B. Ionophores: Their effect on production efficiency and mode of action. **Journal of Animal Science**, v.58, p.1465-1483, 1984.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 13, de 30 de novembro de 2004.

CARDOSO, C. J. T.; DIAS, M. de S.; MARTINS, J. V. de S.; LIMA, R. de O.; SILVA, L. G. da; MATEUS, R. G.; MELO-STERZA, F. de A.; NOGUEIRA, E. **Efeitos de ionóforos sobre consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes em bovinos mantidos à pasto.** In: ENCONTRO DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 2.; ENCONTRO CIENTÍFICO DA ZOOTECNIA, 7.; ENCONTRO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 5., 2018,

CARLOS, E. O. **Aditivos na dieta de bovinos de corte em fase de terminação.** 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Escola de Ciências Médicas e da Vida, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2024.

CASTRO FILHO, Sergio Jose De. **Uso de aditivos na nutrição de bovinos de corte.** 2023.

CONEGLIAN, Sabrina M. **Uso de óleos essenciais de mamona e caju em dietas para ruminantes.** 2009. 142 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.

DA COSTA, R. V. S. et al. **Uso de própolis como aditivo em dietas de ruminantes.** Editora Verde, 2023.

COELHO, G. de J.; et al. Probióticos como alternativa aos ionóforos em dietas de ruminantes. **Ciência Animal**, v. 30, n. 4, p. 117-130, 2020.

Embrapa Gado de Corte. In., MARINO, C. T.; MEDEIROS, S. R. de. **Aditivos alimentares na nutrição de bovinos de corte.** [S. l.: s. n.], 2015. cap. 7, p. 97 - 106.

FERREIRA, S. F. et al. Uso de virginiamicina e de salinomicina na dieta de bovinos de corte criados em sistema de pastejo no período das águas: desempenho e metabolismo ruminal. **Ciência Animal Brasileira**, v. 20, p. e-26867, 2019.

FLEITAS, A. C. **Substituição de ionóforos por um blend de óleos funcionais na alimentação de novilhas Nelore em terminação intensiva a pasto.** 2021. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2021.

GOLDER. H.M.; LEAN, I.J. A meta-analysis of lasalocid effects on rumen measures, beef and dairy performance, and carcass traits in cattle. **Journal of Animal Science**, v.94, p. 306 – 326, 2016

KUNKLE, B; SAND, B. Beef cattle: feeding. RF-AA070. Disponível: site Florida Agricultural Information Retrieval System, FAIRS (December 1992).

LEOPOLDINO, W. M.; LOPES, J. B.; SOARES, M. F. **Avaliação de ionóforos pela técnica da perda do potássio intracelular em bactérias ruminais.** Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 59, n. 1, p. 1-7, 2007.

MADIGAN, M. T. et al. **Microbiologia de Brock.** 14. ed. Porto Alegre: Artmed, 2016.

NAGARAJA, T.G., NEWBOLD, C.J., VAN NEVEL, C.J., DEMEYER, D.I. (1997). **Manipulação da fermentação ruminal.** In: Hobson, PN, Stewart, CS (eds) O Ecossistema Microbiano do Rúmen. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-009-1453-7_13

NEUMANN, M.; KYOSHI, U. R.; HEKER, J.C.J.; ASKEL, J. E.; SOUZA, M. A.; VIGNE G. L. D.; POCZYNEK, M.; COELHO, M. G.; ETO, A. K. Growth performance and safety of meat from cattle feedlot finished with monensin in the ration. **Ciências Agrárias**, Londrina, v.39, n.2, p.697-710, 2018.

NEUMANN, MIKAEL et al. Desempenho produtivo e inocuidade da carne de bovinos terminados em confinamento com salinomicina na dieta. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 6, p. 4221-4234, 2016.

NICODEMO, M. L. F. (2001). Uso de aditivos na dieta de bovinos de corte. Documento 106. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Embrapa Gado de Corte**, Campo Grande, Brasil

NOGUEIRA, A. P. A. et al. Susceptibilidade de equinos à intoxicação por antibióticos ionóforos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 29, n. 3, p. 191-197, 2009.

OLIVEIRA, O. A. M.; 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.

PAULA, M. F. F. V. de. **Uso de ionóforos na dieta de bovinos de corte: fermentação ruminal e digestibilidade aparente dos nutrientes.** 2022. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2022. doi:10.11606/D.10.2022.tde17032022-093454.

POFFO, L.L.; GLIENKE, C.L. **Ionóforos como aditivos na alimentação de ruminantes** revisão bibliográfica. 2022.

POTTER, E. L. et al. Effect of monensin on performance of cattle fed forage. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 43, n. 3, p. 665-669, 1976.

RESENDE, F. D. et al. Intoxicação por antibiótico ionóforo em ruminantes alimentados com varredura de fábrica de ração. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 35, n. 8, p. 691-697, 2015.

RODRIGUES, P.H.M. **Controle e Manipulação da Fermentação Ruminal**. In: MILLEN, D., DE BENI ARRIGONI, M., LAURITANO PACHECO, R. (orgs.) Rumenologia. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-30533-2_6, 2016.

RUSSELL J.B, STROBEL H.J. **Effect of ionophores on ruminal fermentation**. *Appl Environ Microbiol*. 1989 Jan;55(1):1-6. doi: 10.1128/aem.55.1.1-6.1989. PMID: 2650616; PMCID: PMC184044.

SALMAN, A.K.D.; PAZIANI, S.F.; SOARES, J.P.G. **Utilização de ionóforos para bovinos de corte**. Infoteca-e, 2009.

SILVA, J.R.; SOUZA, F.C. Diferenciação por Gram: bactérias Gram-negativas e Grampositivas, uma abordagem didática. **Anais da Jornada Acadêmica da UFOPA**, Santarém, v. 5, p. 1-6, 2020.

SILVA, F. L. F.; CAMBAÚVA, J. A. A. **Óleos funcionais como aditivos na dieta de bovinos de corte**. Enciclopédia Biosfera, v. 19, n. 37, p. 1-10, 2023

SILVA, R. G.; PIRES, A. V.; POLIZEL, D. M.; FERRAZ JÚNIOR, M. V. C.; MOREIRA, E. M.; MISZURA, A. A.; BERTOLONI, A. V.; OLIVEIRA, G. B. **Inclusão de narasina na mistura mineral de bovinos**. In: GOBESSO, A. A. O.; RENNÓ, F. P.; BALIEIRO, J. C. C.; BRUNETTO, M. A. (Org.). Novos desafios da pesquisa em nutrição e produção animal. Pirassununga: Editora 5D, 2016. p. 31–50.

SIQUEIRA, A. M. A. **Uso da lasalocida sódica em suplementos de baixo consumo na recria de bovinos nelore em pastejo em condições tropicais**. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, 2024.

STOCK, R.; MADER, T. **Feed additives for beef cattle**. Nebguide G85-761-A. Disponível: site NebGuide (April 1997).

TOMKINS, N. W.; DENMAN, S. E.; PILAJUN, R.; WANAPAT, M.; MCSWEENEY, C. S.; ELLIOTT, R. Manipulation of rumen fermentation and methanogenesis using an essential oil and monensin in beef cattle fed a tropical grass hay. **Animal Feed Science and Technology**, v. 200, p. 25–34, 2015.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. In **Nutritional Ecology of the Ruminant** (Vol. 1, Issue 2). Cornell University Press. 1994.

WILLEY, J. M.; SHERWOOD, L. M.; WOOLVERTON, C. J. **Microbiologia de Prescott**. 10. ed. Porto Alegre: AMGH, 2019.

ZOETIS. Uso de ionóforos na nutrição de bovinos. **Boletim Técnico Taurotec**, Zoetis, São Paulo, 2023.

ZORNITTA, C. **Probióticos e ionóforo como aditivos para ruminantes**. 2023. 120 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2023.