

ÓLEOS FUNCIONAIS COMO ADITIVOS NA DIETA DE BOVINOS DE CORTE

Erick Fernandes Carvalho¹, Vinicio Araujo Nascimento², Marcia Dias²,
Fernando José dos Santos Dias²

¹Discente do curso de Zootecnia, Universidade Federal de Jataí – UFJ, Jataí – GO.

²Docente do curso de Zootecnia, Universidade Federal de Jataí – UFJ, Jataí – GO.
e-mail: vinicio_nascimento@ufj.edu.br

Recebido em: 15/02/2023 – Aprovado em: 15/03/2023 – Publicado em: 30/03/2023

DOI: 10.18677/EnciBio_2023A11

RESUMO

Objetivou-se estudar o processo digestivo de bovinos de corte com relação ao uso de óleos funcionais como aditivo na dieta de bovinos de corte, a digestão dos alimentos ricos em forragem e grãos no rúmen, a ingestão dos alimentos fontes de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), pelo processo fermentativo no rúmen, seguindo o processo de absorção pela parede ruminal, os efeitos metabólicos dos ácidos graxos voláteis (AGV's) e os efeitos dos ionóforos. Os ionóforos mais utilizados no mercado nacional monensina, lasalocida, salinomycin e os óleos funcionais, atuantes na fermentação ruminal influenciam na produção de bactérias Gram-positivas, disponibilizando maior teor de AGCC, propionato no organismo, com consequência positiva a redução na produção de metano e óxido de carbono, mediante a fermentação ruminal. Os óleos funcionais, como alternativa para a substituição de ionóforos sintéticos e em eficiência na manutenção da estabilidade do pH ruminal, proporcionam efeitos de consumo e desempenho (GMD) satisfatórios. Assim, podem ser utilizados como aditivos na dieta de bovinos de corte, associando a novos estudos.

PALAVRAS-CHAVE: Eficiência produtiva, ionóforos, nutrição.

FUNCTIONAL OILS AS ADDITIVES IN THE DIET OF BEEF CATTLE

ABSTRACT

The objective of this study was to study the digestive process of beef cattle in relation to the use of functional oils as an additive in the diet of beef cattle, the digestion of foods rich in forage and grains in the rumen, the ingestion of foods that are sources of short-chain fatty acids (AGCC), by the fermentative process in the rumen, following the process of absorption by the ruminal wall, the metabolic effects of volatile fatty acids (VFA's) and the effects of ionophores. The most used ionophores in the domestic market, monensin, lasalocid, salinomycin and functional oils, active in ruminal fermentation, influence the production of Gram-positive bacteria, providing a higher level of AGCC, propionate in the body, with a positive consequence in the reduction in methane production and carbon oxide through ruminal fermentation. Functional oils, as an alternative for replacing synthetic ionophores and in terms of efficiency in maintaining ruminal pH stability, provide satisfactory consumption and performance effects (ADG). Thus, they can be used as additives in the diet of beef cattle, associating with new studies.

KEYWORDS: Productive efficiency, ionophores, nutrition

INTRODUÇÃO

A pecuária de corte no Brasil tem sido desafiada a desenvolver projetos e/ou sistemas de produção que produzam, de forma eficiente, carne de boa qualidade a preços baixos, para atender as exigências do consumidor final cada vez mais preocupado com a origem de seus alimentos (FREIRE, 2019; CAVECHINI, 2022). Para ter essa eficiência é importante levar em questão a importância do bem-estar, da sanidade e sustentabilidade envolvida no meio de produção.

Na produção de bovinos de corte brasileira, destaca-se a região Centro-Oeste que concentra um terço do rebanho nacional, utilizando o pasto como base da alimentação. Porém, as pastagens não suprem as exigências nutricionais dos animais, principalmente no período seco do ano, de maio a setembro. Nessa situação, a suplementação dos animais torna-se prática essencial e obrigatória para sucesso na produção de carne e leite (CAVECHINI, 2022).

A pecuária de corte tem sido cada vez mais intensificada e desafiada a aumentar o número de animais e a quantidade de carne produzida por hectare. Referindo-se a intensificação, quanto a estratégia do semiconfinamento, tem-se o fundamento de corrigir as deficiências nutricionais das pastagens, principalmente no período seco do ano. Propõe-se a complementação da dieta com o fornecimento de ração balanceada, minerais, aditivos e grãos, permitindo que os animais tenham acesso aos nutrientes essenciais para a manutenção e ganho de peso (SANTOS, 2016).

Uma variedade de produtos classificados como aditivos está disponível no mercado pecuário visando contribuir para o melhor desempenho dos animais em crescimento e/ou terminação. O efeito primário dos aditivos é a melhoria da conversão alimentar e/ou ganho de peso e, no caso de produtos novos, é necessário que sejam devidamente avaliados nas condições de campo para serem comparados com os já disponíveis no mercado. Os aditivos são ingredientes adicionados aos alimentos desde que não prejudique seu valor nutritivo, beneficiando o desenvolvimento animal, que seguem vários critérios para sua utilização sem oferecer risco à saúde humana, segundo o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2004).

Desse modo, os bovinos podem ser desafiados a dietas com carboidratos de rápida fermentação. O uso de alternativas como os aditivos ionóforos para auxiliar no equilíbrio fermentativo ruminal vem trazendo benefícios de aproveitamento do alimento ingerido. Assim, para serem adicionados na alimentação animal, eles seguem regulamentações rígidas e normas específicas para a utilização dos níveis de cada produto de acordo com o comitê da Organização Mundial de Saúde (OMS) e Organização para Alimentação e Agricultura (FAO), pela Legislação Brasileira, Portaria SVS/MS n. 540/1997 – e pelo Mercosul – GMC/RES. N° 52/98 (CAVECHINI, 2022).

Com a utilização desses produtos na inclusão das dietas, no decorrer dos anos, a medicina moderna começou a questionar sobre a possibilidade do uso desses aditivos e se após o abate ainda há resíduos, tendo como consequência a resistência de microrganismos de mesmo princípio ativo. Nessa questão, são descritas a importância da pesquisa e de referências internacionais para que o aditivo seja liberado para seu uso, por esse modo a procura por aditivos biológicos como promotores de crescimento vem sendo cada vez mais estudados (FREIRE, 2019).

Algumas plantas produzem extratos, toxinas, óleos, para se defender contra doenças, animais, insetos, fungos e bactérias (NEVES NETO, 2011). Com base nesses conhecimentos, o uso de óleos funcionais que tenham influência na produção de substratos que consigam desempenhar resultados positivos no

desenvolvimento de bactérias Gram-positivas e Gram-negativas no rúmen estão sendo pesquisados.

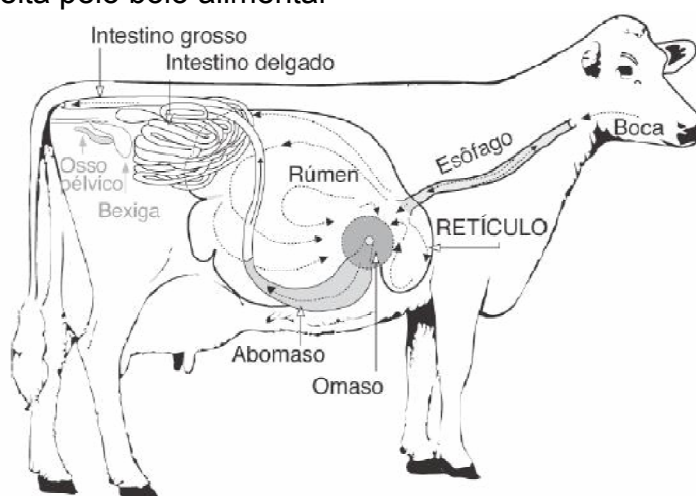
A busca por produtos e alternativas biológicas com o intuito de fazer com que os animais consigam desempenhar melhores resultados na fermentação alimentar estão em evidência. Contudo, é essencial que a população microbiana auxilie na relação acetato/propionato no rúmen e na redução da emissão de metano e óxido de carbono no meio ambiente (FLEITAS, 2021). Assim, objetivou-se estudar o processo digestivo dos bovinos de corte para identificar o meio de atuação dos óleos funcionais como aditivo na dieta de bovinos de corte.

Processo Digestivo de Bovinos de Corte

Os bovinos são herbívoros, tendo como principal fonte os alimentos à base de fibras vegetais, e ruminantes, uma vez que quando não estão comendo ficam mastigando, e como seu estômago é fermentativo, a quebra da fibra vegetal deve-se a esta mastigação. O processo digestivo de um bovino inicia-se na boca e finaliza no intestino grosso (Figura 1). Os bovinos possuem seu estômago dividido em quatro partes: o retículo, o omaso, o abomaso e o rúmen (MEDEIROS *et al.*, 2015).

Os ruminantes podem se alimentar de várias fontes, conseguindo transformar fontes de fibras como forragens, subprodutos industriais, nitrogênio não proteico (NNP, ureia), em alimentos para o consumo humano: A carne e o leite (SANTOS, 2016).

FIGURA 1. Representação do processo digestivo do ruminante, indicado por setas a via feita pelo bolo alimentar



Fonte: Wattiaux e Armentano (1994).

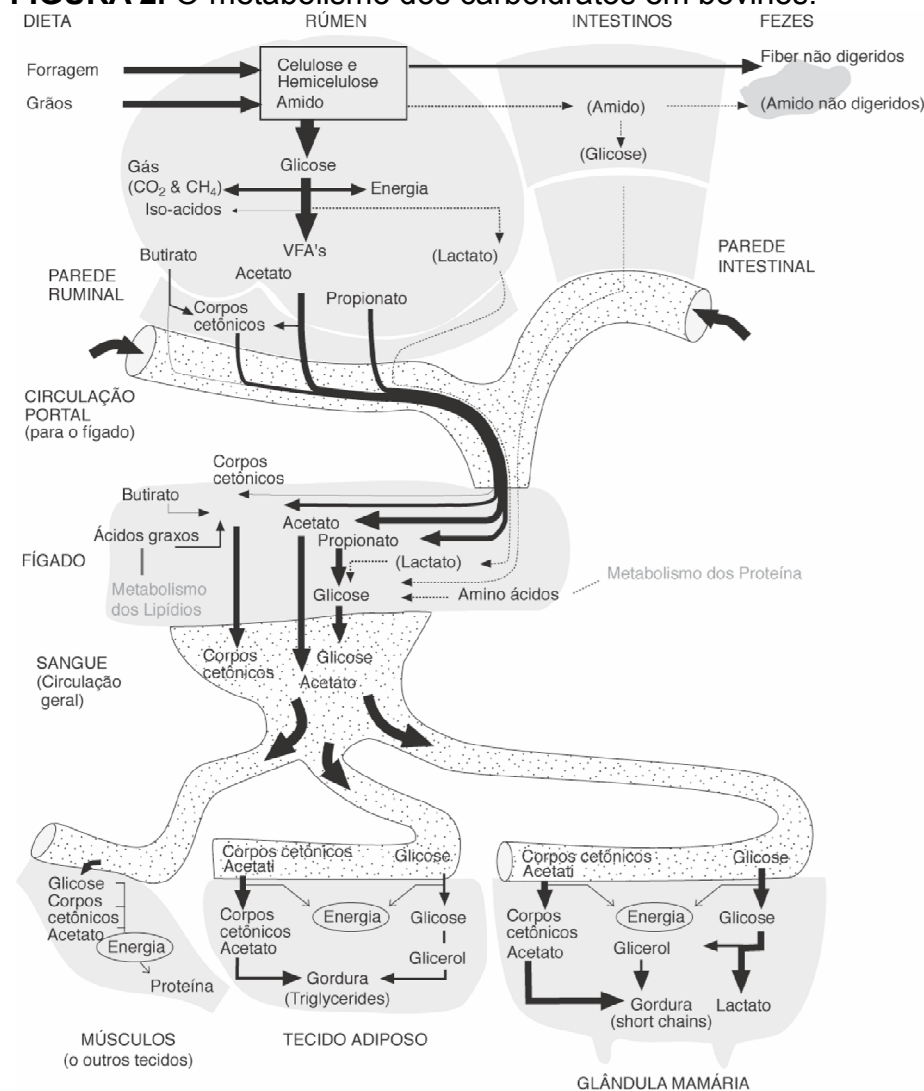
O retículo e o rúmen são as principais estruturas do estômago de um bovino. O conteúdo alimentar do retículo e do rúmen se misturam, sendo conhecido como retículo-rúmen. Essas duas estruturas possuem densa população de bactérias, fungos e protozoários, capazes de degradar o alimento (MEDEIROS *et al.*, 2015). Com isso, a otimização desta microbiota ruminal é essencial para incremento na eficiência produtiva de carne e de leite (MATTHEWS *et al.*, 2019).

No retículo acontece a seleção das grandes partículas estimulando a ruminação. As partículas compartilhadas do rúmen que vão para o terceiro compartimento do estômago, o omaso, tem aproximadamente o tamanho inferior a 1-2mm e densidade superior 1,2 g/mL (COSTA *et al.*, 2021).

O rúmen possui a capacidade de armazenamento de 100 a 120 kg de material vegetativo em estado de digestão. Passando por processo lento de fermentação, a

fermentação microbiana é capaz de sintetizar ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) pela fermentação da celulose e outros açúcares. As partículas fibrosas levam cerca de 20 a 48 horas para serem degradadas. Algumas partículas de celulose degradam com maior facilidade melhorando o processo de digestão do alimento (WATTIAUX; ARMENTANO, 1994; Figura 2).

FIGURA 2. O metabolismo dos carboidratos em bovinos.



Fonte: Wattiaux; Armentano (1994).

O omaso é o compartimento com volume em cerca de 10 litros, com grande capacidade de absorção, permitindo a reciclagem da água e de alguns minerais como fósforo e sódio, e também absorção de AGCC. Funciona como um órgão de transição entre o retículo e o rúmen (WATTIAUX; ARMENTANO, 1994).

O abomaso apresenta semelhança ao estômago dos não ruminantes, possibilitando a secreção de enzimas digestivas e ácido clorídrico (HCL), contribuindo para quebra de partículas alimentares não fermentadas, proteínas e lipídeos, subprodutos da fermentação microbiana provindos do rúmen (WATTIAUX; ARMENTANO, 1994).

O processo fermentativo da dieta à base de forragem e grãos ocorre pela condição adequada de ambiente no rúmen para o desenvolvimento das bactérias (Figura 2). Há o crescimento bacteriano que permite degradar a parede celular das plantas (celulose) e alguns açúcares (glicose). O processo fermentativo da glicose

possibilita que os microrganismos produzam energia, sendo liberados os AGCC, que são absorvidos pelas membranas ruminais, constituindo a principal fonte de energia para os bovinos (MEDEIROS *et al.*, 2015).

A maioria das fontes de carboidratos provindos de forrageiras, possuem altos teores de lignina em sua composição, com isso, quanto mais a planta está madura, menor será a digestão da hemicelulose e celulose, fazendo com que o processo fermentativo no rúmen necessite de maior período (COSTA *et al.*, 2021).

Os alimentos com partículas de fibras grandes proporcionam aumento na ruminação, tendo como consequência o aumento do volume de saliva, que por ser rica em bicarbonato de sódio e sais de fosfato em sua composição, melhora o equilíbrio de pH ruminal (MEDEIROS *et al.*, 2015).

Os carboidratos de passagem rápida conhecidos nutricionalmente como carboidratos não fibrosos, são degradados rapidamente pelo processo fermentativo (amido e açúcares), diferentemente dos carboidratos fibrosos que não estimulam a fermentação ruminal, proporcionando a redução de concentração energética na dieta. Assim, dietas com maior teor de ingredientes a base de concentrados causam redução fermentativa, redução do pH ruminal, promovendo maior risco ao animal com a acidose ruminal (WATTIAUX; ARMENTANO, 1994).

A fermentação ruminal pela população bacteriana, consiste em fermentar carboidratos para produzir fonte de energia, gases (metano-CH₄ e CO₂⁻ óxido de carbono e ácidos). Cerca de 95% destes ácidos produzidos no rúmen, são chamados de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), compostos por ácidos butíricos, ácidos acéticos e propionato. Uma parte do acetato e todo propionato são transportados para o fígado, já o butirato parte é convertida na parede ruminal em corpos cetônicos (β-hidroxibutirato) sendo uma fonte de energia para a maioria dos tecidos (FERNANDES *et al.*, 2022).

O crescimento bacteriano no rúmen sintetiza aminoácidos, provedores de esqueletos carbônicos, utilizando amônia e ou ureia como fonte de nitrogênio para fabricar aminoácidos. As proteínas bacterianas sintetizadas no rúmen são absorvidas no intestino delgado, sendo a fonte principal de aminoácidos para os bovinos (MEDEIROS *et al.*, 2015). Conhecendo o processo de liberação dos AGCC pela fermentação, absorção via parede ruminal, e transporte para o fígado para a produção de glicose extraída do propionato, pode-se compreender a importância das bactérias produtoras desses AGCC (FERNANDES *et al.*, 2022).

Os tampões presentes na fermentação ruminal provenientes da ruminação e produção de saliva ou adicionados na dieta auxiliam na estabilidade ruminal, promovendo digestão alimentar e crescimento bacteriano (NEVES NETO, 2011).

Em dietas que proporcionem muita fermentação ruminal, obtém-se outra estratégia para conduzir e interferir com o uso de ionóforos, provindos da produção das bactérias *Streptomyces*. Há a busca por alternativas de estratégias com produtos visando melhor eficiência na fermentação ruminal sem o uso de aditivos sintéticos, como o uso de aditivos orgânicos (SENE, 2017).

Aditivos na Dieta de Bovinos de Corte

Os ionóforos são aditivos que modulam o crescimento e o desenvolvimento de microrganismos no rúmen, melhorando a eficiência energética pela redução na fermentação de proteína ruminal, e, conseqüentemente, o incremento da disponibilidade de proteína no intestino delgado do animal (THOMPSON *et al.*, 2016). As *Streptomyces* possuem várias linhagens de bactérias e que, a partir de 1970, foi possível a utilização desse produto na dieta de ruminantes (NICODEMO, 2002).

Há estudos com os ionóforos sobre as bactérias Gram-positivas, com diferentes dosagens dos aditivos, avaliando os efeitos do processo fermentativo no ganho de peso (Tabela 1).

TABELA 1. Efeito de aditivos ionóforos

Aditivos ionóforos	Bactéria atuante	Dosagens g/animal/dia	Efeitos GMD/pH	Referências
Monensina	Gram-positiva	2	0,576 kg	MANO <i>et al.</i> (2017)
Salinomicina	Gram-positiva	60	0,531 kg	FERREIRA (2013)
Lasalocida	Gram-positiva	200	6,59 pH	ALMEIDA (2016)

Quando o volumoso na dieta tem maior teor de fibras de baixa fermentação, os ionóforos não tem efeito sobre a ingestão de alimento, mas atua no ganho de peso e tem influência na conversão alimentar. Os mais utilizados em dietas de ruminantes são a Monensina, a Salinomicina e a Lasalocida (RANGEL *et al.*, 2008).

Os ionóforos são atuantes nas bactérias ruminais, na resistência contida da parede celular, regulando os balanços químicos entre o meio extracelular e o intracelular. Assim, atua no equilíbrio chamado de bomba iônica. O ionóforo se liga ao cátion e o transporta da membrana celular para dentro da bactéria, o que afeta o autoconsumo de energia nesse transporte, interferindo no desenvolvimento e crescimento de bactérias Gram-positivas e favorecendo as Gram-negativas (FREIRE *et al.*, 2019).

Monensina Sódica

A Monensina Sódica é o aditivo mais utilizado por nutricionistas, caracterizando como um antibiótico ionóforo, agindo no melhor aproveitamento dos nutrientes da dieta pela modulação ruminal (NEUMANN *et al.*, 2018). Tem origem do fungo *Streptomyces cinnamonensis*, que através da membrana controla a capacidade de fluxo de bactérias Gram-positivas (COSTA *et al.*, 2018).

A capacidade de carrear os íons para dentro das células Gram-positivas, ocasiona distúrbios do equilíbrio metabólico, acarretando desequilíbrios funcionais e morfológicos nas células (NICODEMO, 2002; RANGEL *et al.*, 2008). Uma alternativa utilizada pela célula para manter equilíbrio e pH controlado é a ATPase, promovendo alto consumo de energia, levando ao esgotamento da célula e promovendo a morte celular (RUSSELL; STROBEL, 1989).

A redução da produção de bactérias Gram-positivas na microbiota ruminal acarreta mudanças. Os ionóforos tem a capacidade de promover alterações significativas em bactérias produtoras de ácido láctico, acético, butílico, fórmico e moléculas de hidrogênio (COSTA, 2021). Há alterações nos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e redução do consumo de alimento, influenciado pela densidade energética da dieta que proporciona aumento expressivo do ácido propiônico (C3).

Lana e Russell (1996) trabalhando com dietas ricas em concentrado, verificaram que a monensina melhorou em 6% a conversão alimentar das vacas holandesas fistuladas quando a ração era suplementada com proteína verdadeira (farelo de soja), mas não foi encontrando efeito quando utilizado o nitrogênio não proteico (ureia).

Salinomicina

A Salinomicina é resultante do metabolismo da *Streptomyces albus*. Utilizada como promotor de crescimento em suínos e bovinos e controlador de coccidiose em aves. Tende a ter uma afinidade bem grande ao sódio, potássio, cálcio, magnésio (VIEGAS, 2019).

Foi observado em estudos de Kobayashi *et al.*, (1986) que a Salinomicina reduziu a taxa de passagem de sólidos em 24% no rúmen e em 25% no intestino grosso. A taxa mais lenta de digestão de fibra no rúmen pode explicar a mais lenta taxa de passagem no rúmen.

Reffett-Stabel *et al.*, (1989) avaliaram o fornecimento de dieta com silagem de milho, farelo de soja e fubá de milho com diferentes doses de Salinomicina (0,50 mg, 100 mg/cabeça/dia) e uma dose de 250 mg de Lasalocida e concluíram que os ganhos de peso (GMD) foram semelhantes entre os tratamentos, mas o consumo de alimento foi menor para os garrotes Angus alimentados com os ionóforos.

Saran Netto *et al.*, (2004), testando diferentes níveis de Salinomicina (0,1; 0,2 e 0,3 mg/kg de peso vivo) em sal proteinado a pasto para novilhas, observaram que o melhor resultado no desempenho dos animais foi quando consumiram sal proteinado com 0,3 mg de Salinomicina/kg/PV, apresentando GMD de 201 gramas.

Lasalocida

A Lasalocida é um ionóforo poliéster carboxílico, originário da bactéria *Streptomyces lasaliensis*, sendo comercializada com o nome de Taurotec® no Brasil. Comparada com a Monensina, possui melhor aceitabilidade e menor taxa de toxidez, reduzindo a queda na ingestão de alimentos em dieta de alto teor energético, apresentando maiores ganhos de peso, visto que proporciona aumento de ácido propiônico, reduzindo a proporção de ácido acético e/ou butirato. Prevalendo a redução na produção de metano, na taxa de passagem ruminal, na alteração da digestibilidade e degradação das proteínas e na produção de ácido láctico, o que reduz o risco de timpanismo (SILVA *et al.*, 1997). Atua na redução do crescimento das bactérias Gram-positivas, não tem efeito sobre as bactérias Gram-negativas, que proporcionam a produção de ácido propiônico, aumentando a eficiência do metabolismo energético e proteico do rúmen.

Rodrigues *et al.*, (2000), trabalhando com a Lasalocida sódica em dietas a base de feno de *Coast cross* (200 mg de Lasalocida/animal/dia) sobre a degradabilidade de fibra (FDN e FDA) de 4 novilhas, pesando 500 kg e com cânulas ruminais, observaram que na ausência de Lasalocida e na dieta com 40% de volumoso, as degradabilidades da FDN e FDA foram de 12,0% e 12,7%, respectivamente; e na sua presença esses valores foram de 7,0% e 4,9%.

A Lasalocida predispõe a uma afinidade de potássio e cálcio, mediante a concentração desses íons, sendo o fator controlador das reações de troca dos cátions e prótons. O ionóforo desregula o gradiente de íons presente no transporte ativo das bactérias e de seu metabolismo (SALMAN *et al.*, 2006).

Óleos Funcionais na Dieta de Bovinos de Corte

Os óleos funcionais são óleos que possuem atividades além do seu conteúdo energético. De acordo com o tipo de óleo, podem ter atividade antioxidante, antimicrobiana ou anti-inflamatória. Esses óleos funcionais são diferentes dos óleos essenciais. Todos os óleos essenciais são óleos funcionais, mas nem todos os óleos funcionais são óleos essenciais. Óleos essenciais são aqueles extraídos de essências e/ou especiarias, entre os quais tem-se o óleo de alecrim, tomilho ou canela, responsáveis pelo cheiro e cor presentes nas plantas (MONTESCHIO, 2017; OLIVEIRA *et al.*, 2019; SIPPERT, 2019; SAMPAIO *et al.*, 2021). Como exemplos de

óleos funcionais que não são essenciais tem-se os óleos de caju, mamona ou ácidos graxos de cadeia média derivados do coco. Os óleos são como aditivos modificadores da fermentação ruminal, podendo promover redução na produção de CH₄ e melhorando a saúde animal.

Os óleos funcionais são considerados como uma mistura de terpenóides aromáticos, líquidos e lipofílicos, e metabólicos secundários de plantas. A extração desse óleo é feita por destilação a vapor de folhas, raízes, caules, definindo cor e cheiro (VELLUTI *et al.*, 2003). Assim, constituem alternativas de produtos não industrializados provindos de compostos vegetais nas dietas animais, promovendo a melhora da qualidade da carne, como os ácidos graxos da família dos ômega 3 e 6, vitamina A, B e E, ácidos graxos conjugados e produtos naturais, aumentando o ganho de peso corporal dos animais e resultando em melhor carcaça (ZHANG *et al.*, 2009). Compõem a categoria de aditivos que não gera impactos negativos ao meio ambiente, apresentando boa viabilidade econômica, sem prejuízos aos índices do rebanho (FERNANDES *et al.*, 2022).

Atualmente, com o interesse por ingredientes que ajudem no processo de digestão, os nutricionistas buscam o melhor aproveitamento de produtos alimentares para atender à exigência animal e potencializar seu desempenho pelas dietas balanceadas de fontes de carboidratos, lipídeos e proteínas (OLIVEIRA *et al.*, 2019). Por exemplo, a extração de óleo da planta de mamona (*Ricinus communis* L.) considerada produtora de sementes oleaginosas destinadas a produção de biodiesel, mundialmente cultivada, mas somente há pouco tempo sendo aproveitada como aditivo natural na alimentação animal. Após a extração do óleo por prensagem e uso de solventes, a mamona torna-se o subproduto da torta de mamona, que é rica em proteínas, porém, possui toxicidade para o uso em níveis de inclusões como alimento animal, sendo aproveitada como adubo no solo (BARROS; JARDINE, 2012).

Os óleos de mamona e óleos de caju, pela capacidade de manipular a dinâmica ruminal, vem sendo empregados nas últimas décadas como alternativas de substituição dos antibióticos, na alimentação dos animais, com eficiência sobre as bactérias ruminais (FURLAN *et al.*, 2016).

O Brasil, como o maior exportador mundial de proteína animal (NEVES; CAMBAÚVA, 2022), possui um viés para estudo de aditivos para a substituição dos ionóforos, de acordo com a preocupação mundial para o consumo de alimentos livres de antibióticos. Na utilização de promotores de crescimento, o óleo de rícino extraído da semente da mamona, provindo do ácido ricinoleico, considerado óleo fixo, possui efeitos analgésicos e anti-inflamatórios, com ação bactericida e citolítica, com ação na quitina, presente na membrana celular de microrganismos (OSMARI; BRANCO, 2012).

Com o uso de aditivos químicos ocorre maior preocupação a respeito da toxicidade e quanto aos resíduos de metabólicos na carne, somando o aumento da resistência de bactérias do intestino do ser humano (ELGHALID *et al.*, 2020). Assim, justifica-se a procura por alternativas que promovam resultados similares e sem risco a saúde. Os produtos alternativos de plantas, como os óleos funcionais, poderão se os mais utilizados (SENE, 2017; SOUSA, 2019).

Mecanismo de ação

Os óleos funcionais expressam a atividade antioxidante pela presença de compostos fenólicos, como os terpenóides e flavonoides. Tem a capacidade de ligar-se aos lipídeos das membranas celulares e das mitocôndrias das bactérias, modificando a estrutura da membrana, deixando-a mais permeável e fluida, liberando a passagem de íons (KNOBLOCH *et al.*, 1989), acarretando alteração da bomba iônica de algumas bactérias, semelhante à ação do ionóforo monensina

(PALUDO, 2014). Não há propriamente a morte da bactéria, mas sim gasto expressivo de energia, interferindo na capacidade de crescimento bacteriano, promovendo mudanças nas populações das bactérias ruminais.

A inclusão de óleos funcionais na dieta de ruminantes proporciona o estímulo à produção de saliva, do suco gástrico e pancreático, com o objetivo de auxiliar na absorção dos nutrientes, enfim proporcionando melhora satisfatória na digestão dos alimentos. Também, atuam na inibição de gases metano, controlando o crescimento das bactérias metanogênicas, na redução dos teores de acetato e amônia no rúmen, e aumentando os teores de butirato e propionato (SIQUEIRA; CAVIGLIONI, 2021).

Há efeito positivo para o uso de óleos em pH 5,5, em relação a pH 6,5, visto que os óleos na forma indissociada, apresentam aumento da característica hidrofóbica, capacidade importante para a interação com lipídios da membrana celular e das mitocôndrias das bactérias (CALSAMIGLIA *et al.*, 2007). Assim, dietas com teores de concentrado, provocando redução de pH, proporcionam efeito positivo nas condições ruminais para a inclusão desses aditivos. Também, com a inclusão de óleos funcionais foram observadas vantagens na degradação da proteína por promoverem maior liberação de N no rúmen, possibilitando que maior quantidade passe para o intestino (FURLAN *et al.*, 2016).

Fator importante da atividade dos óleos funcionais, refere-se ao seu poder antibacteriano, que vai atuar sobre as bactérias Gram-positivas (*Streptococcus bovis* e *Lactobacillus* sp.), causadoras da redução acentuada do pH ruminal, potencializando de forma efetiva a redução dessas bactérias produtoras da acidose ruminal, auxiliando no controle do pH ruminal (COSTA, 2021).

Efeitos dos Óleos Funcionais

Com a importância do conhecimento sobre os efeitos dos óleos funcionais na bovinocultura, em conhecer suas atividades além do seu valor energético, Mano *et al.*, (2017) avaliaram a inclusão de óleos funcionais de caju, mamona e Monensina em suplemento proteico-energético no desempenho de novilhos Nelore x Red Angus, em pastejo de tifton 85, por 63 dias, divididos em três períodos experimentais de 21 dias. Houve efeito significativo da Monensina no GMD de 0,576g, para animais que receberam 2 g/animal/dia, comparados aos animais controle. Os animais que receberam 2 e 4 g/animal/dia de óleo funcional apresentaram GMD de 0,425 e 0,427 (P<0,05), não tendo diferença significativa entre as dosagens (Tabela 2).

TABELA 2. Peso corporal, consumo de suplemento proteico-energético (CS) e ganho de peso médio diário (GMD) de novilhas em pastejo com adição de Óleo Funcional ou Monensina Sódica no suplemento

Tratamentos	Peso corporal (kg)		CS (Kg/dia)
	Inicial	Final	
Controle	246,5	264,8	
Óleo funcional (2g/animal/dia)	246,0	272,1	0,785
Óleo funcional (4g/animal/dia)	245,8	272,7	0,820
Monensina sódica (2g/animal/dia)	247,1	283,4	0,828
Média	246,3	273,3	0,830
CV (%)	3,1	4,2	11,30

Médias na coluna, seguidas de diferentes letras diferem entre si (P<0,05) pelo teste *tukey*.

TABELA 2. Peso corporal, consumo de suplemento proteico-energético (CS) e ganho de peso médio diário (GMD) de novilhas em pastejo com adição de Óleo Funcional ou Monensina Sódica no suplemento

Tratamentos	Peso corporal (kg)		CS (Kg/dia)	GMD (Kg)
	Inicial	Final		
Controle	246,5	264,8		0,290 b
Óleo funcional (2g/animal/dia)	246,0	272,1	0,785	0,425 ab
Óleo funcional (4g/animal/dia)	245,8	272,7	0,820	0,427 ab
Monensina sódica (2g/animal/dia)	247,1	283,4	0,828	0,576 a
Média	246,3	273,3	0,830	0,430
CV (%)	3,1	4,2	11,30	22,6

Médias na coluna, seguidas de diferentes letras diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste *tukey*.

Fonte: Mano (2017).

Há registros na literatura que demonstram efeitos da inclusão de óleos funcionais na dieta de bovinos (Tabela 3). Pode-se observar respostas similares ou numericamente positivas de acordo com o item em análise, embora não tenha sido possível determinar a relação do nível de inclusão dos óleos. Assim, vitaliza o tema para pesquisas, visto que pode-se ter bons resultados no GMD pelos efeitos positivos na microbiota ruminal, reduzindo a população bacteriana, associando também, os benefícios de produção mais sustentável pela redução da emissão metano (MELO *et al.*, 2018).

TABELA 3. Resultados do efeito da inclusão de óleos funcionais na dieta de ruminantes

Inclusão de óleos funcionais	Análise	Controle	Tratamento
0, 50, 10, 150 μ p/mL	Propionato (mmol/L)	49,6 mmol/L	61,2 mmol/L
50, 100, 150 mg/kg de MS	Lactação (L)	1.565 L	1982 L
0,5 g/animal/dia	GMD (Kg/dia)	0,768 kg/dia	0,761 kg/dia

TABELA 3. Resultados do efeito da inclusão de óleos funcionais na dieta de ruminantes

Inclusão de óleos funcionais	Análise	Controle	Tratamento	Referencia
0, 50, 10, 150 μ p/mL	Propionato (mmol/L)	49,6 mmol/L	61,2 mmol/L	WATANABE <i>et al.</i> , (2010)
50, 100, 150 mg/kg de MS	Lactação (L)	1.565 L	1982 L	GIANNENAS (2011)
0,5 g/animal/dia	GMD (Kg/dia)	0,768 kg/dia	0,761 kg/dia	SANTOS (2016)

Pouco se sabe sobre a quantidade ideal para cada tipo de óleo, principalmente mamona e caju ofertados para bovinos. Alguns trabalhos realizados com (*Essential®*), ainda predispõe de poucos dados para discutir sobre o seu fornecimento na alimentação, mas já se sabe que, o uso desse produto funciona como melhorador de desempenho, tendo efeito anticoccidiano, melhorando a qualidade da carcaça, aumentando a ingestão, controlando o pH ruminal e

melhorando o ganho de peso, conversão e aumento de energia metabolizável em dietas suplementadas (COSTA, 2021).

Coneglian (2009) ao avaliar inclusões de um produto a base de mistura de óleo de caju e de mamona, produto comercial (*Essential*®), em diferentes doses, obtiveram efeitos positivos na digestibilidade de 3,10 g/dia em bovinos holandeses.

Ao utilizar óleos funcionais na nutrição de bovinos de corte, como alternativa de substituição dos ionóforos, visando reduzir o uso de produtos sintéticos como agentes de estabilidade fermentativa ruminal, o uso de dietas com teor de fermentação rápida, no controle de pH ruminal, promove o aumento do propionato e reduz o acetato. Assim, reduzindo a produção de bactérias produtoras de ácido láctico, causadoras de acidose ruminal, reduzir-se a produção de óxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄) (SEEG, 2022).

Zawadzki *et al.*, (2010) trabalhando com bovinos precoces da raça Purunã, verificaram que o uso dos óleos funcionais adicionados na dieta, apresentou melhora de peso e rendimento de carcaça animal.

CONCLUSÕES GERAIS

Com o objetivo de reduzir o uso de produtos sintéticos na produção animal, o uso de alternativas naturais que possam aumentar o desempenho vem se destacando cada vez mais. Os óleos funcionais, melhorando a eficiência em manter a estabilidade do pH ruminal, podem ser incluídos nas dietas, gerando efeitos significativos no consumo e no desempenho animal.

O uso dos óleos funcionais tem efeitos também na redução de bactérias indesejáveis, prevalecendo a produção de AGCC, proporcionalmente inibindo a produção de metano, NH₃, reduzindo o risco à saúde através de resíduos e metabólicos na carne.

A inclusão de óleos funcionais na dieta de bovinos de corte, além de melhorar a saúde dos animais, o produtor irá obter um produto que gerará grande contribuição ambiental e na saúde pública. Contudo, salienta-se que há a necessidade de se realizar mais pesquisas com o uso dos óleos funcionais na nutrição de bovinos de corte.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C.M.D. **Lasalocida sódica para bovinos de corte em pastejo no período das águas**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Sinop, p48., 2016.

BRASIL - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução **Normativa Mapa nº12, de dezembro de 2004**. Secretaria de apoio rural e cooperativo sobre a regulamentação e outras providências. Brasil. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/IN12.2004.pdf>. p.6, 2004.

BARROS, T.D.; JARDINE, J.G. **Mamona**. 2012. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fb123vmz02wx5eo0sawqe3kht4d7j.html>. Acesso em: nov. De 2022.

CALSAMIGLIA, S.; BUSQUET, M.; CARDOZO, P.W.; CASTILLEJOS, L.; FERRET, A. Invited review: essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. **Journal of Dairy Science**, v.90, n.6, p.2580-2595, 2007.

CAVECHINI, B. (coord.). **Bovinos do Brasil: Inovação, Sustentabilidade e Mercado**. São Paulo: Metalivros, 256p., 2022.

CONEGLIAN, S.M. **Uso de óleos essenciais de mamona e caju em dietas de bovinos**. Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Tese (Zootecnia), 103p., 2009.

COSTA, L.F.X. **Uso de monensina sódica, virginiamicina e óleos funcionais na suplementação de bovinos**. Monografia (Pós-Graduação Lato Sensu Especialização em Produção e Utilização de Alimentos para Animais de Interesse Zootécnico). Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, 17p., 2021. Disponível em: https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/2136/1/mon_esp_LETICIA%20FERNANDA%20XAVIER%20COSTA.pdf 6. Acesso em: nov. de 2022.

COSTA, L.F.X.; OLIVEIRA, I.L.D.S.; RODRIGUES, L.G.S.; RESENDE, V.C.S.; COSTA, R.X. Viabilidade da utilização da monensina sódica na alimentação de ruminantes: revisão de literatura. **Nutritime Revista Eletrônica**, v.15, n.01, p.8115-8121, 2018.

COSTA, A.P.; OLIVEIRA, L.M.; LOPES, K.P. Plantas do Bioma Caatinga com potencial forrageiro. In: REDIN, E. (Organizador). **Ciências Rurais em Foco - Volume 3**. Belo Horizonte - MG: Poisson, 202p., 2021. Disponível em: https://www.poisson.com.br/livros/Ciencias_Rurais/volume3/Ciencias_Rurais_vol3.pdf. Acesso em: nov. de 2022.

ELGHALID, O.A.; KHOLIF, A.E.; EL-ASHRY, G.M.; MATLOUP, O.H.; OLAFADEHAN, O.A.; EL-RAFFA, A.M.; ABD EL-HADY, A.M. Oral supplementation of the diet of growing rabbits with a newly developed mixture of herbal plants and spices enriched with special extracts and essential oils affects their productive performance and immune status. **Livestock Science**, v.238, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1871141320303802>. Acesso em: nov. de 2022.

FERNANDES, L.O.; D'AUREA, A.P.; MACIEL, G.A.; LUCENA, A. Novas Conquistas na Alimentação dos Bovinos. In: CAVECHINI, B. **Bovinos Inovação, Sustentabilidade e Mercado do Brasil**. Metalivros, São Paulo, 255p., 2022.

FERREIRA, S.F. **Uso de salinomicina e virginiamicina na alimentação de bovinos de corte criados à pasto no verão e no inverno**. Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás. Tese (Doutorado). Apresentada junto à disciplina do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. 101p. 2013. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/3491>. Acesso em: nov. de 2022.

FLEITAS, A.C. **Substituição de ionóforos por um blend de óleos funcionais na alimentação de novilhas nelore em terminação intensiva a pasto**. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Tese (Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal), 88p., 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/bitstream/123456789/4140/1/Tese%20Dr%20Alex%20Oficial.pdf>. Acesso em: nov. de 2022.

FREIRE, J.M. **Ionóforos em dietas para bovinos de corte: estudo meta analítico**. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Mato Grosso, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Cuiabá, 50p., 2019. Disponível em: <http://ri.ufmt.br/handle/1/3252>. Acesso em: nov. de 2022.

FURLAN, M.L.N.; FURLAN, J.J.M.; MARTINS, T.S.; ZANATA, M.; FERRINHO, A.M.; MUELLER, L.F.; GALLO, S.B.; PEREIRA, A.S.C. Óleos funcionais na alimentação de ruminantes, Cap. III, p.52-72. In: **Novos Desafios da Pesquisa em Nutrição e Produção Animal**. GOBESSO, A.A.O.; RENNO, F.P.; BALIEIRO, J.C.C.; BRUNETTO, M.A. Edição 2016. Pirassununga: 5D Editora, 304p., 2016. Disponível em: <https://posvnp.org/simposio/>. Acesso em: nov. de 2022.

GIANNENAS, I. Effects of essential oils on milk production, milk composition, and rumen microbiota in Chios dairy ewes. **Journal of Dairy Science**, v.94, n.11, p.5569-5577, 2011.

KNOBLOCH, K.; PAULI, A.; IBERL, B.; WEIGAND, H.; WEIS, N. Antibacterial and antifungal properties of essential oil components. **Journal of Essential Oil Research**, v.1, n.3, p.119-128, 1989.

KOBAYASHI, Y.; WAKITA, M.; HOSHINO, S. Effects of salinomycin on digesta passage, digestibility, nitrogen. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.56, n.1-5, p.90-96, 1986.

LANA, R.P.; RUSSELL, J.B. Use of potassium depletion to assess adaptation of ruminal bacteria of ionophores. **Applied and Environmental Microbiology**, v.62, n.12, p.4499-4503, 1996.

MANO, D.S.; BRANCO, A. F.; CONEGLIAN, S.M.; BARRETO, J.C.; CARVALHO, S.T.; OLIVEIRA, M.V.M.; GOES, R.H.T.B. 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.

MATTHEWS, C.; CRISPIE, F.; LEWIS, E.; REID, M.; O'TOOLE, P. W.; COTTER, P. D. The rumen microbiome: a crucial consideration when optimising milk and meat production and nitrogen utilization efficiency. **Gut Microbes**, v.10, n.2, p.115-132, 2019.

MEDEIROS, S.R.; GOMES, R.C.; BUNGENSTAB, D.J. **Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações**. Embrapa Gado de Corte-Livro técnico (INFOTECA-E), p.176, 2015. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1010951>. Acesso em: nov. de 2022.

MELO, W.O.; SOUSA, E.S.; SANTOS, R.C.B.D. Utilização de aditivos nas dietas de bovinos de corte no Brasil: revisão de literatura. **Nutritime Revista Eletrônica**, v.15, n.3, p.8182-8190, 2018.

MONTESCHIO, J.O. **Dietas suplementadas com óleos essenciais de cravo e alecrim e óleos protegidos (eugenol, timol e vanilina) sobre a qualidade da**

carne de novilhas terminada em confinamento. Tese (Doutor em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, 35p., 2017.

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

NEVES, M.F.; CAMBAÚVA, V.O. Mercado da Carne Bovina: Caracterização, Comércio e Tendências. In: CAVECHINI, B. **Bovinos Inovação, Sustentabilidade e Mercado do Brasil**. Metalivros, São Paulo, 255p., 2022.

NEVES NETO, J.T. **Extratos de plantas como manipuladores da fermentação ruminal: potenciais substitutos aos ionóforos**. Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás. Revisão Apresentada junto à disciplina do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, 23p., 2011. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/67/o/semi2011_Jose_Tiago_1c.pdf. Acesso em: nov. de 2022.

NICODEMO, M.L.F. **Uso de aditivos na dieta de bovinos de corte**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2002 (CNPGC. Documentos, 106). Disponível em: www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/doc/doc106/. Acesso em: mar. de 2022.

OLIVEIRA, O.A.M.; AMARAL, A.G.; PEREIRA, K.A.; CAMPOS, J.C.D.; TAVEIRA, R.Z. Utilização de aditivos modificadores da fermentação ruminal em bovinos de corte. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v.12, ed.1, p.287-311, 2019.

OSMARI, M.P.; BRANCO, A.F. **Essential na alimentação de ruminantes, melhorando a digestibilidade de nutrientes em dietas de alto grão**. 2012. Disponível em: <http://www.beefpoint.com.br/parceiros/novidades/essential-na-alimentacao-de-ruminantes-melhorando-a-digestibilidade-de-nutrientes-em-dietas-de-alto-grao73055/>. Acesso em: nov. de 2022.

PALUDO, A. **Uso de óleo funcional em dietas de ovinos**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, 50p., 2014. Disponível em: https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos_10/2017-06-14-11-45-30Dissertac%CC%A7a%CC%83o%20Alexsandra%20Paludo.pdf. Acesso em: nov. De 2022.

RANGEL, A.H.N.; LEONEL, F.P.; SIMPLÍCIO, A.A.; MENDONÇA JÚNIOR, A.F. Utilização de ionóforos na produção de ruminantes. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.8, n.2, p.173- 182, 2008.

REFFETT-STABEL, J.; SPEARS, W.; HARVEY, W.; LUCAS, D.M. Salinomycin and lasalocid effects on growth rate, mineral, metabolism and ruminal fermentation in steers. **Journal of Animal Science**, v.67, n.10, p.2735-2742, 1989.

RODRIGUES, P.H.M.; LUCCI, C.S.; MELOTTI, L. Efeitos da lasalocida sódica e proporção volumoso/concentrado sobre a degradabilidade *in situ* do farelo de soja e do

feno *Coast cross* [*Cynodon dactylon* (L.) Pers] em vacas secas. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.37, n.3, p.676, 2000.

RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J. Effects os additives on *in vitro* ruminal fermentation: a comparison of monensin and bacitracin, another Gram-positive antibiotic. **Journal of Animal Science**, v.66, n.2, p.552-558, 1989.

SALMAN, A.K.; PAZIANI, S.F.; SOARES, J.P.G. **Utilização de ionóforos para bovinos de corte**. Porto Velho: Embrapa Rondônia. Documento 101, 24p., 2006. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/708265/1/doc101ionoforos.pdf>. Acesso em: nov. de 2022.

SAMPAIO, C.B.; ARAÚJO, F.L.; XAVIER, J.V.V. Aditivos alimentares alternativos para bovinos. **Boletim de Extensão**, Viçosa, MG: UFV, DEX, 37p., 2021. Disponível em: <https://www2.dti.ufv.br/noticias/files/anexos/1616007538.pdf>. Acesso em: nov. de 2022.

SANTOS, R.L.C. **Avaliação da monensina, da virginiamicina e do óleo funcional na suplementação da dieta de bovinos**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade de Brasília, Brasília, 56p., 2016.

SARAN NETTO, A.; ZANETTI, M.A.; SALLES, M.S.V.; MORGULIS, S.C.F.; FAFTINE, O.L.J. Efeito da adição de salinomycin no sal proteinado sobre o desempenho de novilhas nelore em regime de pastejo em *Brachiaria decumbens*. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, v.41, p.1-5, 2004; Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, 2004.

SEEG. **Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa**. Disponível em: www.seeg.eco.br. Acesso em: nov. de 2022.

SENE, G.A. **Aditivos orgânicos para bovinos confinados com dietas de alto concentrado**. 2017. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Produtividade Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2017. Disponível em: doi:10.11606/D.74.2017.tde-23112017-092931. Acesso em: nov. de 2022.

SILVA, M.V.G.B.; RODRIGUES, P.H.M.; GUARAGNA, G.P.; LUCCI, C.S.; BIONDI, P. Efeitos da lasalocida sobre a produção de vacas leiteiras em sistema semi-intensivo. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.34, n.4, p.236-239, 1997. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/bjvras/article/view/50300/54413>. Acesso em: nov. de 2022.

SIPPERT, M.R. **Avaliação de óleos essenciais de laranja e cravo em rações de ruminantes utilizando sistemas *in vitro***. Dissertação (Mestre em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, 35p., 2019.

SIQUEIRA, F.; CAVIGLIONI, M.B.C. **Metagenômica, nanotecnologia e nutrição animal: alternativas para o uso de antibióticos e mitigação de gases de efeito estufa**. Documentos 283. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 98p., 2021.

SOUSA, S.L.M. **Desempenho e saúde ruminal de bovinos da raça Nelore em confinamento, suplementados com leveduras vivas e fonte de lipídios**. Dissertação (Mestre em Medicina Veterinária) - Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, 90p., 2019.

THOMPSON, A.J.; SMITH, Z.K.F.; CORBIN, M.J.; HARPER, L.B.; JOHNSON, B.J. Ionophore strategy affects growth performance and carcass characteristics in feedlot steers. **Journal of Animal Science**, v.94, n.12, p.5341-5349, 2016.

VELLUTI, A.; SANCHIS, V.; RAMOS, A.J.; EGIDO, J.; MARÍN, S. Inhibitory effect of cinnamon, clove, lemongrass, oregano and palmarose essential oils on growth and fumonisin B1 production by *Fusarium proliferatum* in maize grain. **International Journal of Food Microbiology**, v.89, n.2-3, p.145-154, 2003.

VIEGAS, C.R. **Aditivos ionóforos e não ionóforos na dieta de tourinhos na fase de recria e terminação**. Tese (Doutorado) em Zootecnia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 75p., 2019.

WATTIAUX, M.A.; ARMENTANO, L.E. Metabolismo de carboidratos em bovinos de leite. In: **Essenciais em gado de leite**. Instituto Babcock para Pesquisa e Desenvolvimento da Pecuária Leiteira Internacional. University of Wisconsin-Madison, Capítulo 3, 1994. Disponível em: <https://kb.wisc.edu/dairynutrient/page.php?id=52752>. Acesso em: out. de 2022.

WATANABE, Y.; SUZUKI, R.; KOIKE, S.; NAGASHIMA, K.; MOCHIZUKI, M.; FORSTER, R.J.; KOBAYASHI, Y. *In vitro* evaluation of cashew nut shell liquid as a methane-inhibiting and propionate-enhancing agent for ruminants. **Journal of Dairy Science**, v.93, n.11, p.5258–5267, 2010

ZAWADZKI, F.; FUGITA, C.A.; SILVA, L.G.; SESTARI, B.B.; TORECILHAS, J.A.; PEROTTO, D.; OLIVEIRA, M.G.; MICHELLON, G.; ORNAGHI, M.G.; PRADO, I.N. Glicerol e óleos essenciais na dieta de bovinos não castrados precoces Purunã terminados em confinamento sobre o desempenho e ingestão de alimentos. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 47., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: SBZ, 2010. 1 CD-ROM.

ZHANG, H.; KONG, B.; XIONG, Y.L.; SUN, X. Antimicrobial activities of spice extracts against pathogenic and spoilage bacteria in modified atmosphere packaged fresh pork and vacuum packaged ham slices stored at 4° C. **Meat Science**, v.81, n.4, p.686-692, 2009.