

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
FACULDADE DE LINGUAGEM, CIÊNCIAS AGRÁRIAS E SOCIAIS APLICADAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ZOOTECNIA

HERCULES FERREIRA DA SILVA

**ÓLEOS ESSENCIAIS NA NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE – REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA**

PONTES E LACERDA-MT
JANEIRO/2021

HERCULES FERREIRA DA SILVA

**ÓLEOS ESSENCIAIS NA NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE – REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA**

“Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenação do Curso de Graduação em Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências para obtenção do título de BACHAREL EM ZOOTECNIA.”.

Orientadora: Profa. Dra. Daiane Caroline de Moura

Coorientadora: Ma. Rayane Pinho Bezerra

PONTES E LACERDA-MT
JANEIRO/2021

HERCULES FERREIRA DA SILVA

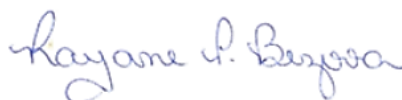
**ÓLEOS ESSENCIAIS NA NUTRIÇÃO DE BOVINOS CORTE – REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Coordenação do Curso de Graduação em
Zootecnia da Universidade do Estado de Mato
Grosso, como parte das exigências para
obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

APROVADO EM: 25/01/2021



Profª. Dra. Daiane Caroline de Moura
Orientadora/ UNEMAT – Pontes e Lacerda



Prof. Ma. Rayane Pinho Bezerra
Coorientadora/ UNEMAT – Pontes e Lacerda


Prof. Dr. Luiz Juliano Valério Geron - CRM 02302-0/2
Coordenador de Zootecnia (Área de Produção de Alimentos)
Departamento de Zootecnia - Pontes e Lacerda
UNEMAT - Mato Grosso

Prof. Dr. Luiz Juliano Valério Geron
Membro/ UNEMAT – Pontes e Lacerda

Dedico a minha rainha e fonte de inspiração, minha mãe;
Que sempre me incentivou a correr atrás de meus sonhos;
Meus amigos e colegas que sempre me ajudaram;

Dedico-lhes de coração.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, que me deu forças para chegar até aqui.

Em segundo lugar gostaria de agradecer a minha mãe, Rosenilda Francisca da Silva, que sempre foi uma luz que ilumina minha vida, que sempre me incentivou e todas vezes que pensei em desistir foi ela que me aconselhou a seguir em frente e conquistar meus objetivos.

À Universidade do Estado de Mato Grosso, por ter possibilitado a realização deste trabalho.

Ao Departamento de Zootecnia e todos os professores que participaram de minha formação e pelos ensinamentos valiosos que me foram passados durante este período.

A Profa. Dra. Daiane Caroline de Moura, pela paciência e por ter participado de minha formação, e ter aceitado me orientar mesmo com tantas dificuldades. Agradeço de todo coração.

Aos membros de banca professor Dr. Luiz Juliano Valério Geron e minha coorientadora professora Ma. Rayane Pinho Bezerra, por terem se disponibilizado a fazer parte deste momento tão importante para minha formação acadêmica, profissional e pessoal.

Aos meus amigos que a universidade deu, Jean, Yasmin, Kaysa, Carlos e Bruno, que sempre foi o grupinho do fundão, mas que me ajudaram de forma inexplicável durante minha formação. Sou eternamente grato.

E por último, mas de forma alguma menos importante, gostaria de agradecer ao meu irmão de outra mãe, Sr. Wiuguiner Emilio Costa Felix, não tem nem como colocar em palavras a gratidão que tenho por ele, já faz alguns anos que estamos na luta, e em todas as fases ele sempre me apoiou e incentivou, o céu é o limite para esse garoto.

“Quem abandona a luta não poderá nunca saborear o gosto de uma vitória”

(Textos Judaicos)

RESUMO

A crescente demanda por proteína animal torna necessário um aumento na produção de carne no mercado mundial. Atingir tal feito só será capaz através do aumento da eficiência no sistema produtivo, com a utilização de compostos que melhorem as condições de desempenho animal. A manipulação da fermentação ruminal é uma ferramenta fundamental para alcançar níveis de produção desejado, pois garante controle sobre os parâmetros ruminais diminuindo emissões de metano, controlando e melhorando a utilização de nitrogênio pelo animal. O uso de ionóforos pode ser relatado como o exemplo mais bem-sucedido para manipulação da fermentação ruminal, entretanto, sua associação a resistências antimicrobianas tem diminuído sua aceitação no mercado. Sendo assim, outras alternativas de moduladores da fermentação ruminal é de grande valia para a continuidade do aumento necessário da produção de carne. Uma alternativa promissora que vem sendo estudado em substituições aos os ionóforos são os óleos essenciais de plantas. Assim, objetivou-se realizar uma revisão de literatura sobre a uso de óleos essenciais na nutrição de bovinos de corte como agente de manipulação da fermentação ruminal, e seus efeitos no desempenho dos animais. Os óleos essenciais são capazes de melhorar diversas características de produção animal, como a redução na emissão de metano, diminuindo as perdas energéticas. Entretanto a falta de consistência nos resultados *in vivo* torna necessário a realização de novos estudos específicos para definir de forma concreta os efeitos destes compostos.

Palavras-chave: alternativas, extratos naturais, desempenho, fermentação ruminal, resistência microbiana.

ABSTRACT

The growing demand for animal protein makes it necessary to increase meat production on the world market. Achieving such an achievement will only be able through the increase of efficiency in the productive system, with the use of compounds that improve the conditions of animal performance. The manipulation of ruminal fermentation is a fundamental tool to achieve desired production levels, as it guarantees control over ruminal parameters, reducing methane emissions, controlling and improving nitrogen use by the animal. The use of ionophores can be reported as the most successful example for handling rumen fermentation, however its association with antimicrobial resistance has reduced its acceptance in the market. Therefore, other alternatives for modulating rumen fermentation are of great value for the continuation of the necessary increase in meat production. A promising alternative that has been studied in substitution to ionophores is the essential oils of plants. Thus, the objective was to carry out a literature review on the use of essential oils in the nutrition of beef cattle as a manipulation agent for rumen fermentation, and its effects on the performance of animals. Essential oils are able to improve several characteristics of animal production, such as the reduction in methane emission, reducing energy losses. However, the lack of consistency in the in vivo results makes it necessary to carry out new specific studies to concretely define the effects of these compounds.

Keywords: alternatives, natural extracts, performance, ruminal fermentation, microbial resistance.

SUMARIO

1 INTRODUÇÃO	10
2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1 BOVINOCULTURA DE CORTE	11
2.2 MANIPULAÇÃO DA FERMENTAÇÃO RUMINAL	14
2.3 ÓLEOS ESSENCIAIS	16
2.3.1. Processos de Extração de óleos essenciais	18
2.3.2 Mecanismo de ação dos óleos essenciais.....	20
2.4 EFEITOS DE ÓLEOS ESSENCIAIS NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE	21
3 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

O cenário mundial atual, em expansão acelerada do crescimento da população tem feito com que a demanda por proteína de origem animal exceda a sua produção. Desta forma, implantar melhorias no sistema produtivo, visando atender esta crescente demanda é fundamental (RANGEL et al., 2008).

Considerando esta realidade, pesquisadores, instituições e produtores buscam por novas tecnologias que possibilitem aumentos significativos na produção de alimentos (SALMAN; PAZIANI; SOARES, 2006).

Uma alternativa utilizada na nutrição de ruminantes são os reguladores dos processos de fermentação ruminal, por meio de aditivos que são capazes de aumentar a eficiência de utilização de nutrientes e consequentemente aumento de produção (STIVARI et al., 2014).

O uso de ionóforos na alimentação de bovinos é o exemplo mais bem sucedido de aditivo utilizado para a manipulação da fermentação ruminal, sendo capaz de contribuir para um significativo aumento no desempenho animal. Um exemplo destes aditivos é a monensina sódica, que é amplamente utilizada comercialmente há cerca de quatro décadas, este aditivo é capaz de melhorar a eficiência alimentar, diminuir a produção de metano e minimizar os riscos de ocorrência de distúrbios metabólicos (MANTOVANI; BENTO, 2013).

Apesar de todos estes benefícios citados, alguns países, principalmente os da União Europeia, baniram o uso destes compostos desde 2006 (artigo nº 11 do regulamento 1831/2003), pois surgiram teorias ligando o uso de aditivos à possíveis transferências de resistência antimicrobiana dos animais para os humanos, impactando claramente a saúde pública (FERRO; MOURA; GERON, 2016).

Por estes motivos, pesquisadores têm buscado formas alternativas que sejam capazes de manipular a fermentação ruminal, sem causar riscos à saúde pública, incluindo a utilização de leveduras, ácidos orgânicos, óleos essenciais, probióticos, entre outros (CALSAMIGLIA et al., 2007) e descrevem ainda que os óleos essenciais representam uma nova geração em produtos de manipulação ruminal. De acordo com Hummelbrunner e Isman, (2001), os óleos essenciais podem ser chamados também de metabólitos secundários e que ocorrem de forma natural nas plantas.

Desta forma, objetivou com este trabalho realizar uma revisão de literatura sobre a utilização de óleos essenciais na nutrição de bovinos de corte como agente de manipulação da fermentação ruminal, e seus efeitos sobre desempenho dos animais.

2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Um dos maiores objetivos da nutrição de ruminantes é o aumento da eficiência alimentar e diminuição de custos com alimentação (SOUZA et al., 2018).

Neste contexto, surge a necessidade de buscar alternativas que sejam capazes de melhorar o aproveitamento dos nutrientes fornecidos através da alimentação dos animais. Assim para atingir tal objetivo uma das alternativas é a adição de alguns compostos na dieta, que são responsáveis por modular a fermentação ruminal, melhorando a absorção e diminuindo as perdas de energia através do metano. Estes compostos são denominados “aditivos” sendo incluídos em pequenas quantidades na dieta de ruminantes, e atuam sobre os microrganismos presentes no rúmen. Porém a utilização de alguns aditivos, que são classificados como antibióticos promotores de crescimento, foi banida em alguns países devido à suspeita de que eles possam gerar resistências às pessoas, tornando-se assim um risco à saúde.

Após a proibição do uso desta classe de aditivos, a busca por outros aditivos que promova o mesmo efeito nos animais e que não causem resistência, tem aumentado. Uma das alternativas encontrada por produtores, pesquisadores e instituições de ensino é a utilização de aditivos “naturais” como os de extratos de plantas tornando-se uma alternativa promissora em substituição aos aditivos “convencionais” como por exemplo a monensina sódica.

Assim garantindo à bovinocultura brasileira o atendimento ao mercado nacional e internacional, sem restrições de exportações por uso de antibióticos, consolidando o Brasil como o principal exportador mundial de carne bovina e a permanência da atividade como destaque no agronegócio brasileiro (FRANÇA, 2014).

Diante disso esta revisão bibliográfica visa abordar o possível mecanismo de ação dos óleos essenciais e sua utilização como agente de manipulação da fermentação ruminal e seus efeitos no desempenho de bovinos de corte.

2.1 BOVINOCULTURA DE CORTE

O cenário mundial de consumo de alimentos de acordo com Soares et al. (2016) vem sofrendo um progressivo aumento em decorrência da ascensão econômica e populacional dos países, o que pode gerar o crescimento do consumo de proteína animal, dentre elas, a carne

bovina. De acordo com Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2016), se o atual ritmo de consumo continuar, em 2050 será necessário 60% a mais de comida, 50% a mais de energia e 40% a mais de água. Assim a FAO (2016) descreveu que para atender este aumento são necessários esforços concentrados e investimentos que promovam essa transição global para sistemas de agricultura e gestão de terra sustentáveis.

O Brasil é um dos principais responsáveis pela produção e comércio de carne bovina no mundo, no ano 2018 deteve o maior rebanho bovino em torno de 213,5 milhões de cabeças, isso é reflexo de um estruturado processo de desenvolvimento que foi capaz de elevar a produtividade e a qualidade do produto brasileiro, aumentando desta forma, sua competitividade e abrangência no mercado internacional (GOMES; FEIJÓ; CHIARI, 2017; IBGE, 2019). De acordo com Ferreira e Vieira Filho (2019), o Brasil possui um papel de destaque na área de exportação de carne bovina, sendo o principal país exportador com participação mundial em 2018 de 19,89%, seguido pela Índia, com 15,77%, Austrália (15,44%), Estados Unidos (13,59%), Nova Zelândia (5,71%) e os demais países (29,60%).

Assim podemos observar que o mercado nacional da bovinocultura de corte vem se tornando promissor. Neste contexto Euclides Filho (2007) descreveu que apesar de todo esse avanço ainda são necessárias melhorias nos aspectos gerenciais e nos índices zootécnicos e econômicos, de forma que garanta a sua competitividade e consequentemente a permanência da bovinocultura como um empreendimento economicamente atraente.

Estas melhorias envolvem fatores como a genética, saúde e a nutrição animal. Segundo Rosa (2016), a nutrição animal é um fator determinante para o sucesso ou fracasso da atividade. O mesmo autor ressaltou que um bom manejo nutricional irá garantir um aumento na produtividade de carcaça e influenciar positivamente no custo de produção por área. Na Tabela 1 estão apresentados alguns estudos realizados que comprovam esta afirmação, demonstrando a importância do manejo alimentar adequado, e da suplementação como forma de aumentar o desempenho e a rentabilidade da produção.

Tabela 1 - Estudos de avaliação do efeito da nutrição sobre o desempenho de bovinos.

Autores	Avaliação	Resultados
Fernandes; Reis; Paes, (2010).	Efeito da suplementação protéico-energética, durante o período das águas sobre o ganho de peso de bovinos mestiços	A suplementação proteico-energética com 0,6 de MS em relação ao peso animal, durante a época das águas, promoveu aumento no desempenho de bovinos mantidos em pastagem e aumento na produção de carne.
Tonello et al. (2011)	Efeitos da suplementação sobre o desempenho de bovinos de corte em pastagens, no Brasil.	- Em forragens tropicais, os animais tiveram o ganho diário corrigido de 0,31 kg dia ⁻¹ , com um consumo de NDT do suplemento de 0,43% do PV/dia; -Em forragens de clima temperado apresentaram ganho diário corrigido de 0,17 kg dia ⁻¹ , com um consumo de NDT do suplemento de 0,77% do PV/ dia;
Del Claro et al. (2013)	Efeito da suplementação de cobre e selênio no desempenho e na fermentação ruminal.	-Aumento ganho de peso diário com a suplementação de selênio (Se); -Suplementados com Se/cobre apresentaram maior proporção de ácido acético quando comparado com o controle; -As suplementações de selênio, cobre e selênio/cobre proporcionara melhor eficiência alimentar.
Figueiras et al. (2015)	Efeitos do fornecimento de quantidades crescentes de suplemento proteico durante o período de transição seca-águas sobre o consumo, a digestibilidade e aspectos do metabolismo de compostos nitrogenados em bovinos	- A digestibilidade total e ruminal da MO e PB foi incrementada linearmente à medida que se ampliou a quantidade de suplemento fornecida; - O aumento na quantidade de suplemento ampliou balanço de compostos nitrogenados no organismo do animal e no ambiente ruminal e a produção de compostos nitrogenados microbianos no rúmen. - Houve ampliação no balanço de compostos nitrogenados e na eficiência de uso do nitrogênio como reflexo de melhorias no status de nitrogênio no organismo animal.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

2.2 MANIPULAÇÃO DA FERMENTAÇÃO RUMINAL

Analisando a necessidade de melhorar a eficiência produtiva dos animais e uma forma de intensificar a produção, Possamai et al. (2011) descreveram a necessidade da utilização de alternativas que permitam pequenos ajustes no sistema nutricional para explorar o máximo potencial produtivo dos animais, atendendo as exigências do mercado consumidor.

Assim, a manipulação da fermentação ruminal surge como alternativa para melhorar o desempenho de ruminantes controlando alguns processos metabólicos no rúmen melhorando a eficiência de utilização dos nutrientes (DILORENZO, 2004; NAGARAJA, 2003).

No mercado atualmente há uma grande variedade de aditivos que apresentam elevado potencial para manipular o ambiente ruminal, afetando a composição da microbiota ruminal e, consequentemente, o metabolismo ruminal, tais como os ionóforos, enzimas, leveduras, lipídeos, tampões (MANTOVANI; BENTO, 2013; SOUZA et al., 2018; POSSAMAI et al., 2011) e óleos essenciais (MEDEIROS; GOMES; BUNGENSTAB, 2015; SOUZA et al., 2018).

Entre tantas alternativas de se melhorar as condições de fermentação no ambiente ruminal, os aditivos alimentares mais comumente utilizados na alimentação de bovinos de corte são os ionóforos (MARIANI, 2010). O mesmo relatou que estes compostos são agentes químicos que aumentam a permeabilidade de membranas lipídicas para íons específicos, se caracterizando por serem pequenas moléculas orgânicas que agem como carreadores móveis dentro das membranas ou formam um canal íon permeável através das mesmas.

Os ionóforos deprimem ou inibem o crescimento de microrganismos do rúmen, são produtos da fermentação de diversas linhagens de *Streptomyces*, possuindo como mecanismo de ação básico a modificação do fluxo de transporte de íons através da membrana celular (RANGEL et al., 2008). Na Tabela 2 estão apresentados alguns ionóforos que são mais utilizados na alimentação de ruminantes.

Tabela 2 - Principais ionóforos utilizados na alimentação de ruminantes

IONÓFOROS	SINTETIZADO POR
Monensina	<i>Streptomyces cinnamome</i>
Lasolacida	<i>Streptomyces lasaliensis</i>
Narasina	<i>Streptomyces aureofaciens</i>
Salinomicina	<i>Streptomyces albus</i>

Fonte: Salman; Paziani; Soares, (2006)

Entretanto estes compostos como a monensina e a lasolacida sódica são classificados pelo FDA (Foods and Drugs Administration) como antibióticos, e após a propagação de seu uso, grupos científicos e meios de comunicação começaram a indagar o uso dos mesmos em dietas de animais, pois acreditaram que antibióticos possam contribuir para o desenvolvimento de resistências, causando riscos à saúde humana (MARIANI, 2010). Tais compostos (antibióticos) eram inicialmente utilizados como *coccidiostáticos* para aves, somente a partir da década de 1970 que passaram a ser inseridos na dieta de ruminantes (RANGEL et al., 2008).

Diante destes fatos, a Suécia banuiu todos os antibióticos promotores de crescimento em 1996, tornando-o o país pioneiro na Europa a ter essa experiência. Após este ato, mais algumas proibições específicas ocorreram na Europa, mas de certa forma os resultados destas proibições sobre a emergência de microrganismos resistentes, ainda não são conhecidos. A percepção negativa criada por antibióticos sendo oferecidos aos animais, apesar da falta de comprovação científica, poderia ser suficiente para retirar os antibióticos da pecuária (MARIANI, 2010).

Salman, Paziani e Soares (2006) explicaram que a resistência causada pelos antibióticos pode ocorrer de três maneiras, sendo elas:

- Através da síntese de enzimas pelos microrganismos que degradam o antibiótico;
- Alteração nos ribossomos;
- Mudança na permeabilidade celular.

Ressaltaram ainda que esta resistência causada pelos antibióticos provavelmente está mais intimamente ligada à estrutura da parede celular.

Com base nestas informações, alguns países, principalmente os da União Europeia, baniram o uso em 1998 de alguns antimicrobianos como a espiramicina, fosfato de tilosina, virginamicina e bacitracina de zinco, ficando liberados somente a monensina, salinomicina, avilamicina e flavomicina. Em 2007 foram proibidos quase todos os antibióticos (incluindo monensina sódica, salinomicina sódica, avilamicina e flavofosfolipol) usados como pró-nutriente, sendo que desde 2008 nenhum antimicrobiano mais é usado com esta finalidade na UE (UE, 2008).

Mesmo sem provas científicas conclusivas, adotaram um posicionamento preventivo com base em especulações quanto ao uso de antibióticos em dietas dos animais, devido aos resíduos antimicrobianos e na contaminação do produto final. Assim, produtos que possam servir como substitutos desse antibiótico são de grande interesse (CAMPOS et al., 2010).

Entretanto em uma revisão publicado por Russel e Houlihan (2003) afirmaram que ainda não existem trabalhos na literatura que comprovem resistência de bactérias ao uso de ionóforos. A ideia de que a resistência aos ionóforos é uma seleção fenotípica, sustentada por medições

do fluxo de potássio monensina-dependente, é mais aceita do que a mutação ou aquisição de genes externos. Além disso, genes responsáveis pela resistência das bactérias ruminais aos ionóforos não tem sido identificados e há uma pequena evidência de que a resistência aos ionóforos possa ser transferida de uma bactéria para outra. Devido a isso, o uso de ionóforos na alimentação animal, provavelmente não tem um significativo impacto na transferência de resistência a antibióticos dos animais para os humanos

No entanto com o intuito de continuar atendendo as tendências de exportação para os países que baniram o uso de antibióticos, os países exportadores de carne bovina têm buscado alternativas de aditivos “naturais” que sejam capazes de substituir os ionóforos, priorizando a segurança alimentar. E como alternativa aos ionóforos surge o interesse de estudo e avaliação dos probióticos, enzimas exógenas e dos óleos essenciais que são aditivos zootécnicos utilizados como melhoradores no desempenho animal, apresentando diversos princípios ativos (SOUZA et al., 2018). De acordo com Silva et al. (2019) os aditivos naturais tem se tornado cada vez mais evidente após a União Europeia e outros países terem banido a utilização de promotores de crescimento antimicrobianos.

2.3 ÓLEOS ESSENCIAIS

A crescente busca por produtos naturais, que não deixem resíduos e não causem riscos à saúde do consumidor ou ao meio ambiente, abre espaço para o estudo de novos aditivos. Uma alternativa de aditivo que está sendo amplamente estudada é a utilização de extratos naturais de plantas, que possuem inúmeros compostos secundários com a função de defesa contra fungos, bactérias e insetos, porém quando utilizados na alimentação animal possuem potencial para alterar a fermentação ruminal (MEDEIROS; GOMES; BUNGENSTAB, 2015). Estes compostos podem ser fornecidos aos animais diretamente pelo alimento ou por extratos retirados industrialmente desses alimentos e adicionados à dieta dos animais (MORAIS; BERCHIELLI; REIS, 2011).

Os compostos mais importantes são reunidos em dois grupos químicos: terpenóides (monoterpenos e sesquiterpenos) e fenilpropanóides (ARAÚJO, 2010). Conforme consta na Instrução Normativa MAPA nº 42 de 16/12/2010, que estabelece critérios e procedimentos para fabricação, fracionamento, importação e comercialização dos produtos isentos de registro, e dá

outras providências, estes compostos são classificados como aditivos naturais sendo considerados aromatizantes naturais (MAPA, 2010).

Segundo Silva (2017), o termo “óleo” é devido às suas características lipofílicas, e “essencial” deriva da sua propriedade aromatizante. Os óleos essenciais (OE) são também denominados de fitonutrientes, compostos bioativos, extrato de plantas ou compostos secundários de plantas.

Os OE também são responsáveis por conferir odor e cor aos vegetais, atuando como mensageiros químicos entre a planta e o ambiente, de maneira a atrair insetos polinizadores e animais dispersores de sementes. Sendo que os principais exemplos destes compostos são os OE, as saponinas e os taninos (TAIZ; ZIEGER 2013)

Os OE são substâncias lipofílicas líquidas e voláteis obtidas de diversas partes dos vegetais (ARAÚJO, 2010) como raízes, caules, folhas, flores e sementes de plantas específicas (SILVA et al., 2019). Estes mesmos autores descreveram que dentro do grupo de aditivos fitogênicos o que tem maior representatividade são os óleos essenciais, podendo ser caracterizados como uma mistura de compostos voláteis e não voláteis, possuindo funções que vão além da oferta energética.

De acordo com Stevanovic et al. (2018), os OE estão dentro do grupo de aditivos fitogênicos, possuindo inúmeras aplicações como moduladores digestivos, ação antibiótica, imunomoduladores, antioxidantes, anti-inflamatórios, dentre outras. As atividades biológicas destes aditivos refletem de forma positiva na aceitabilidade da dieta, no funcionamento do sistema digestório e na constituição da microbiota digestiva dos ruminantes.

Crane, Nelson e Brown (1957), provavelmente foram os primeiros pesquisadores a demonstrar efeitos dos óleos essenciais sobre a fermentação ruminal quando verificaram que o limoneno e pineno eram capazes de inibir a formação de metano.

Velluti et al. (2003) descreveram que existem diversos óleos essenciais, entretanto alguns deles possuem sua funcionalidade conhecida, tais como o timol (extraído do tomilho), carvacrol (extraído do orégano), alina e alicina (extraídos do alho), citrol e citronolol (extraídos de diversas plantas cítricas), mentol (extraído da menta) e cinamaldeído (extraído da canela).

Segundo Oliveira et al. (2014), dentre os óleos essenciais conhecidos, não são todos que possuem estudos a respeito de seu efeito no organismo dos ruminantes. Porém, alguns óleos essenciais como a capsaicina, eugenol, cinamaldeído e carvacrol foram avaliados na dieta de vacas em lactação, através de inclusões crescentes sobre o consumo. Os resultados obtidos demonstraram que não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a variável consumo.

Segundo Lawrence (1993 apud BIZZO; HOVEL; REZENDE, 2009) existem 300 OE de importância comercial no mundo, os 18 principais podem ser observados na Tabela 3

Tabela 3 - Os 18 principais óleos essenciais para o mercado

Óleo essencial	Espécie
Laranja (Brasil)	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck
Menta japonesa (Índia)	<i>Mentha arvensis</i> L. f. <i>piperascens</i> Malinv. ex Holmes
Eucalipto (tipo cineol)	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill., <i>E. polybractea</i> R.T. Baker e <i>Eucalyptus</i> spp
Citronela	<i>Cymbopogon winterianus</i> Jowitt e <i>C. nardus</i> (L.) Rendle
Hortelã-pimenta	<i>Mentha x piperita</i> L.
Limão	<i>Citrus limon</i> (L.) N.L. Burm.
Eucalipto (tipo citronella)	<i>Eucalyptus citriodora</i> Hook.
Cravo-da-Índia	<i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. e L. M. Perry
Cedro (EUA)	<i>Juniperus virginiana</i> L. e <i>J. ashei</i> Buchholz
Lima destilada (Brasil)	<i>Citrus aurantifolia</i> (Christm. & Panz.) Swingle
Hortelã verde (Brasil)	<i>Mentha spicata</i> L
Cedro (China)	<i>Chamaecyparis funebris</i> (Endl.) Franco
Lavandim	<i>Lavandula intermedia</i> Emeric ex Loisel
Sassafrás (China)	<i>Cinnamomum micranthum</i> (Hayata) Hayata
Cânfora	<i>Cinnamomum camphora</i> (L.) J. Presl.
Coentro	<i>Coriandrum sativum</i> L.
Grapefruit	<i>Citrus paradisi</i> Macfady
Patchouli	<i>Pogostemon cablin</i> (Blanco) Benth.

Fonte: Lawrence (1993 apud BIZZO, HOVEL E REZENDE, 2009)

2.3.1. Processos de Extração de óleos essenciais

Os óleos essenciais são obtidos por diferentes processos, dependendo da localização no vegetal, da quantidade e das características requeridas para o produto final.

Os métodos mais usuais para sua obtenção são: hidrodestilação, prensagem ou expressão, enfloração, extração com solventes orgânicos, extração com fluido supercrítico, destilação por arraste de vapor e destilação por micro-ondas. Dentre esses, o método de maior aplicação é o de hidrodestilação, extração com solventes orgânicos e destilação por arraste de vapor (BAKKALI et al., 2009).

No método de hidrodestilação o material a ser destilado fica em contato direto com a água, e quando esta entra em ebulição, arrasta os compostos voláteis consigo inclusive o óleo, e quando condensa, forma uma mistura heterogênea, com duas fases, devido à diferença de

polaridade e densidade entre a água e o óleo. O método dessa extração do óleo essencial por hidrodestilação utiliza o aparelho Clevenger (Figura 1) (SILVA et al., 2010).



Figura 1 - Aparelho de Clevenger.

Fonte: Oliveira et al. (2012)

No método por arraste de vapor, a matéria-prima é colocada sobre uma placa perfurada, a certa distância do fundo do extrator, de modo a evitar o contato direto com a água em ebulição; ou ainda, pode-se introduzir vapor de água, gerado a partir de fontes de calor (exemplo: caldeiras ou autoclaves e etc.), em uma câmara de expansão do extrator, antes de passar pela placa perfurada, onde é colocada a matéria-prima. A água entra em ebulição no seu estado puro, o vapor percorre o material arrastando somente o óleo e segue na condensação e separação como na hidrodestilação (Figura 2) (SILVA et al., 2010).

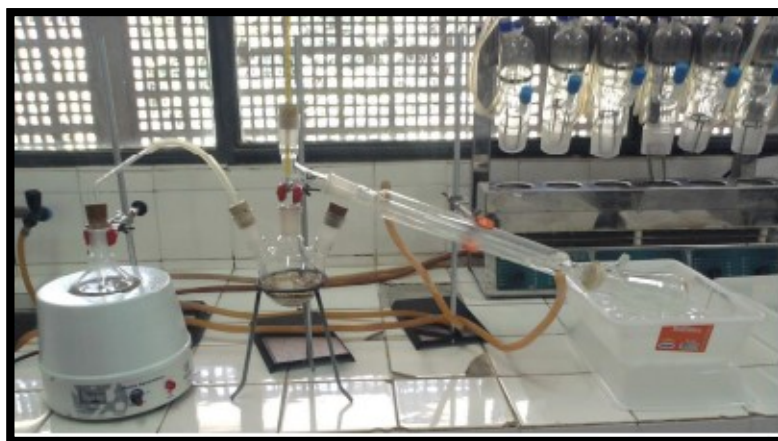


Figura 2 - Aparelho de arraste a vapor

Fonte: Oliveira et al. (2012)

O processo de extração utilizando solvente orgânico consiste em colocar um solvente orgânico em contato com a matriz vegetal. Após um intervalo de tempo, suficiente para que ocorra a transferência dos constituintes solúveis presentes na planta, efetua-se a separação das fases sólida e líquida. O óleo é obtido pela evaporação do solvente presente na fase líquida (STEFFANI, 2003). A Figura 3 representa o equipamento utilizado pelo Método Soxhlet na extração por solventes orgânicos.

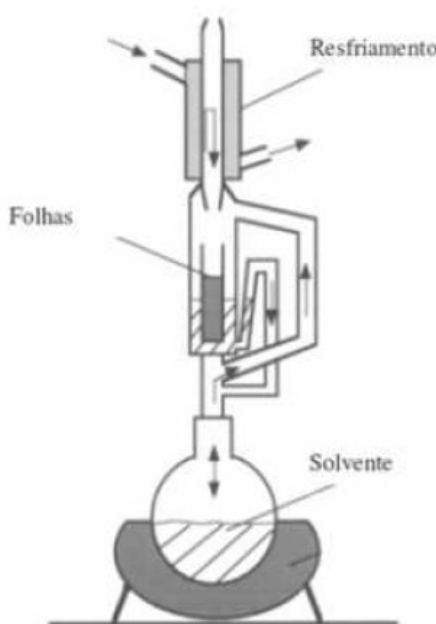


Figura 3 – Sistema de Extração Soxhlet
Fonte: Sartor, (2009).

Entretanto Serafini et al. (2002) ressaltaram que independentemente do método de extração utilizado, o conteúdo de óleo essencial extraído é muito baixo quantitativamente, sendo inferior a 1% em alguns casos, com algumas exceções que é o caso dos botões florais de cravo, onde podem ser encontrados rendimentos em torno de 15%.

2.3.2 Mecanismo de ação dos óleos essenciais

Dorman e Deans (2000); Carson et al. (2002); Skandamis et al. (2001) relataram que muito provável que a atividade antibacteriana não seja atribuível a um mecanismo específico. Burt (2004) corroborou demonstrando (Figura 4) os possíveis mecanismos de atuação dos óleos essenciais sobre uma célula bacteriana.

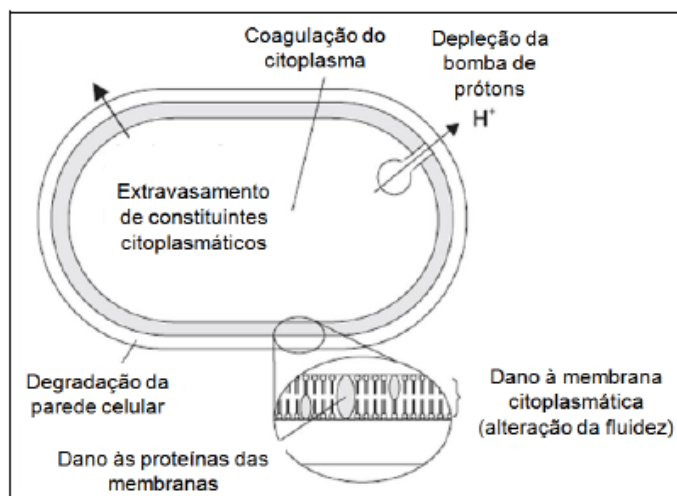


Figura – 4 Mecanismo de ação antimicrobiana dos óleos essenciais na célula bacteriana.
Fonte: Adaptado de Burt (2004)

Calsamiglia et al. (2007) explicaram como ocorre o processo de interação dos óleos essenciais com a célula. Primeiramente há a desintegração da membrana bacteriana, de forma a torná-la mais permeável, ocorrendo então uma grande translocação de íons através da membrana e, consequentemente, uma diminuição no gradiente iônico. Na tentativa de balancear os íons, as bactérias utilizam uma grande quantidade de energia. A morte celular pode não ocorrer nesta situação, mas caso o metabolismo das células for desviado para essa função (bomba iônica), posteriormente ocorre a morte bacteriana.

2.4 EFEITOS DE ÓLEOS ESSENCIAIS NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE

Dalla Martha (2017) avaliou o efeito da inclusão de diferentes níveis de óleo de semente de sucupira-preta (0 g, 1,25 g, 2,5 g, 3,75 g) sobre as concentrações séricas de enzimas e metabólitos, sobre a digestibilidade e produção de gases *in vitro*, sobre as variáveis ruminiais (pH, $N-NH_3$ e AGV's), sobre a degradabilidade da matéria seca (MS) e da fibra em detergente neutro (FDN), consumo voluntário e digestibilidade aparente dos nutrientes em dietas contendo suplementação concentrada para bovinos de corte. Os resultados encontrados demonstraram que os níveis de inclusão de óleo essencial não apresentaram efeito significativo sobre as variáveis estudadas, entretanto, observou-se que o óleo apresentou um efeito positivo de modulação da fermentação ruminal quando analisado diferentes horários de coleta, sendo que

nas primeiras 4 horas após o fornecimento da dieta houve estimulação das bactérias aminolíticas para produzir isoácidos de cadeia curta para o crescimento de bactérias fibrolíticas. Este efeito temporário resultou em melhor aproveitamento do FDN de volumosos de baixa qualidade, na manutenção do pH em dietas com maior proporção de grãos, porém aumenta negativamente a fermentação de proteína bruta.

Tomkins et al. (2015) avaliaram CRINA Ruminants ® (composto comercial de minerais que possui em sua composição a presença do OE Limoneno) em relação a monensina, sobre a redução na produção de metano entérico bovinos de corte. Os tratamentos utilizados no experimento foram: controle (sem adição), CRINA 1 (1g/d), CRINA 2 (2g/d), Mon1 (60mg/d de monensina) e Mon2 (250 mg/d de monensina). Os autores concluíram que a CRINA em sua atual formulação, não apresenta efeito significativo na fermentação ruminal ou na diminuição da metanogênese entérica, nas dosagens de 1 ou 2 g/d quando comparada ao uso de monensina a 250 mg/d.

Castro-Montoya et al. (2015) realizaram um estudo afim de avaliar os efeitos *in vivo* e *in vitro* de uma mistura de óleos essenciais, contendo principalmente óleo de coentro, acetato de geranila e eugenol, sobre a mitigação do metano ruminal. A concentração dos compostos ativos nesta mistura era em torno de 20%, ou seja, a cada 1 grama da mistura comercial continha 0,2 g de óleos essenciais. No experimento foi utilizado gado de corte e leite, sendo que a mistura de óleos essenciais foi fornecida igualmente, sendo feita diariamente, começando após o período controle (semana 0) e cada animal recebia uma dose diária de 200 mg da mistura, que foi misturada de forma homogenia com parte do concentrado. Com base nos dados os autores concluíram que os óleos essenciais tendem a diminuir as emissões diárias de metano em novilhas leiteiras e emissões de metano corrigidas para o peso corporal em gados de corte. No entanto para os estudos *in vitro* não foi observada nenhuma redução da produção nas doses de óleos essenciais que foram fornecidas.

Sippert (2019) desenvolveu um estudo com objetivo de avaliar a inclusão de óleos essenciais em simulações *in vitro* sobre diversos parâmetros da fermentação ruminal, através da utilização dos óleos essenciais de cravo e de laranja em diferentes dosagens sobre duas dietas diferentes, sendo que para bovinos de corte a dieta continha 80% de concentrado e para bovinos de leite 50% de concentrado. O autor concluiu que a inclusão de 100 a 200 mg/L de óleo essencial de laranja e de cravo pode ser benéfica para a melhoria da eficiência de fermentação ruminal em dietas com maior ou menor teor de concentrado, demonstrando também efeitos positivos sobre os teores de nitrogênio amoniacal, indicador de síntese proteica e microbiana, sem afetar negativamente parâmetros de cinética de fermentação ruminal.

Valero et al. (2014) avaliaram a utilização de própolis e óleos essenciais na dieta de bovinos não castrados terminados em confinamento, foram utilizados os óleos de mamona e caju, para avaliar os efeitos sobre o desempenho animal, ingestão de alimentos, digestibilidade aparente e características da carcaça. Os tratamentos utilizados na avaliação consistiam em uma dieta controle (CON – 45% de silagem de milho, 40% de concentrado com milho triturado, farelo de soja, calcário e sal mineral e 15% de glicerina), no grupo que foram alimentados com própolis (PRO – receberam a mesma dieta que o controle e 3 gramas/animal/dia de própolis) e no grupo que foi alimentado com óleos essenciais (OIL – receberam a mesma dieta que o controle e 3 gramas/animal/dia de óleos essenciais). Os autores concluíram que a adição de própolis na dieta não alterou o desempenho animal, digestibilidade aparente, características de carcaça ou qualidade da carne, porém a adição de óleos essenciais melhora o desempenho e a eficiência alimentar de touros terminados em confinamento.

Patra e Yu (2012) avaliaram o efeito de cinco óleos essenciais (óleo de cravo, óleo de eucalipto, óleo de alho, óleo de orégano e óleo de hortelã-pimenta) em um estudo *in vitro* sobre a produção de metano, fermentação e grupos selecionados de micróbios ruminais, incluindo bactérias totais, bactérias celulolíticas, arqueias e protozoários. Foram testadas 3 doses diferentes (0,25, 0,50 e 1,0 g/L). Os resultados obtidos demonstraram que todos os óleos testados reduziram significativamente a produção de metano com doses crescentes, na dose de 1,0 g/L as reduções foram de 34,4% para óleo de cravo, 17,6% para óleo de eucalipto, 42,3% para óleo de alho, 87% para óleo de orégano e 25,7% para o óleo de hortelã-pimenta. Os autores justificam que o óleo de orégano foi mais potente na redução da produção de metano, mas também teve a maior inibição da digestão dos alimentos, que pode ser explicado devido a sua natureza fenólica que o torne capaz de inibir as bactérias envolvidas na digestão dos alimentos e os metanógenos.

Khorrami et al. (2015) utilizaram quatro novilhos Holstein fistulados no rúmen para avaliar durante 21 dias os efeitos da suplementação de uma dieta basal (CON) com óleo de tomilho (THY, 500 mg/kg MS) ou óleo de canela (CIN, 500 mg/kg MS) na digestibilidade de nutriente, características de fermentação ruminal e populações microbianas ruminais. Os pesquisadores também utilizaram a monensina como controle positivo na dosagem de 33 mg/kg de MS. Os resultados encontrados pelos autores demonstraram que o fornecimento destes óleos essenciais não alterou significativamente o consumo de matéria seca, porém reduziu a população de protozoários e a produção de metano no rúmen. Sendo assim, concluíram que o óleo de tomilho e o óleo de canela podem ser considerados como alternativas potenciais à

monensina, e podem ser úteis como modificadores da fermentação ruminal em sistemas de produção de carne.

Rivaroli (2014) com o objetivo de avaliar o efeito da adição de óleos essenciais na dieta de bovinos super precoces terminados em confinamento sobre o desempenho animal e as características da carcaça, utilizou um mix de extratos vegetais compostos por orégano, alho, limão, alecrim, tomilho, eucalipto e laranja doce na dosagem de 3,5 g/animal/dia e 7,0 g/animal/dia que foi fornecido a 27 novilhos mestiços não castrados, durante 130 dias. Após as análises a autora constatou que a inclusão de 3,5 e 7,0 g/animal/dia de óleos essenciais na dieta de bovinos de corte terminados em confinamento não influencia o desempenho animal e as características de carcaça. Foi avaliado também o efeito desta alimentação na qualidade da carne e de gordura, sendo observado que os extratos vegetais não tiveram efeito negativo na qualidade da carne, porém a adição de óleos essenciais teve efeito antioxidante com a diminuição da oxidação lipídica da carne, sendo a dosagem de 3,5 g/animal/dia que apresentou melhor resultado.

Carvalho (2020) também realizou um estudo em bovinos mestiços terminados em confinamento e caracterizou compostos fenólicos presentes no extrato vegetal de folhas e caules de Baccharia (*Baccharis*) sementes de tamarindo, óleo essencial da folha de cravo, líquido da castanha do caju com o objetivo de avaliar a atividade microbiana *in vitro* destes compostos sobre cepas de bactérias ruminais gram-negativas. Em seguida o autor forneceu um MIX (baccharia, tamarindo, cravo e líquido da castanha de caju), em três doses diferentes, sendo: 2, 4 e 6 g/animal/dia e o grupo controle (sem a adição) para avaliar os efeitos sobre o desempenho animal, eficiência alimentar, digestibilidade aparente, concentrações de ácidos graxos e comportamento ingestivo. Os resultados demonstraram que os compostos inibiram o crescimento da *Prevotella albensis*, *Prevotella bryantii*, *Prevotella ruminicola*, *Treponema saccharophilum* e *Succinivibrio dextrinosolvens*, já em relação ao experimento *in vivo* o MIX não influenciou a ingestão de matéria seca, desempenho animal e o comportamento ingestivo, porém houve efeito sobre a digestibilidade e produção de AGV, sugerindo desta forma que a utilização de extratos vegetais/óleos essenciais podem ser uma alternativa natural ao uso de ionóforos na alimentação de ruminantes.

De acordo com Machado et al. (2018) existem diversos estudos que avaliam os efeitos de óleos essenciais na dieta de bovinos confinados, porém são raros estudos que avaliaram o uso destes aditivos naturais para bovinos em pastejo em condições tropicais. Desta forma destaca-se a importância da realização de novos estudos que demonstrem o comportamento destes

compostos em bovinos em sistemas de pastejo, pois assim irá refletir a realidade da maioria dos sistemas de criação do país.

Pereira et al. (2018) realizaram um estudo no período das águas com o objetivo de avaliar os efeitos da inclusão de um *blend* (mistura) comercial de óleos essenciais (óleo de castanha de caju, óleo de mamona e óleo de copaíba), e da monensina sobre o balanço de nitrogênio de bovinos de corte em pastejo. Os tratamentos utilizados foram 20 mg/kg MS/ dia de monensina, 0,15 g e 0,30 g de *blend* de óleos essenciais, sendo fornecido 0,5% do peso corporal inicial, os animais permaneceram em piquetes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Os autores concluíram que a monensina e o *blend* na dose de 0,15 g/kg MS consumida aumentam o consumo de nitrogênio, mas não alteram a eficiência de utilização de nitrogênio em bovinos de corte em pastejo suplementados durante o período das águas.

Machado et al. (2018) também analisaram o comportamento do *blend* de óleos essenciais (óleo de castanha de caju, óleo de mamona e óleo de copaíba) e da monensina sobre a concentração de nitrogênio ureico sérico de bovinos de corte em pastejo durante as águas utilizando as mesmas dosagens, e verificaram que a inclusão de monensina e o *blend* comercial de óleos não alteram a concentração de nitrogênio ureico sérico dos bovinos de corte em pastejo, sendo possível verificar que os níveis foram semelhantes ao apresentado pelos níveis de nitrogênio amoniacal ruminal.

Santos (2019) utilizou duas estratégias a fim de investigar a inclusão de uma mistura de óleos essenciais composta por Timol, Eugenol, Vanilina e Limoneno em dietas para bovinos de corte. No primeiro experimento foram avaliadas doses desta mistura no suplemento proteico energético para bovinos mantidos em pastagem tropical durante a recria, sendo elas: controle (0 mg), 100 mg, 200 mg e 400 mg para cada 100 kg de peso corporal dos animais. Não foi verificado efeito da adição da mistura no consumo e a digestibilidade aparente dos nutrientes, a concentração de ácidos graxos de cadeia curta totais, as proporções molares de acetato, propionato, butirato, isobutirato, isovalerato, a relação acetato:propionato e a concentração de nitrogênio amoniacal no fluido do rúmen. Desta forma, o autor concluiu que a adição de óleos essenciais para animais em pastagens não melhorou a eficiência fermentativa no rúmen, a digestão de nutrientes no trato digestivo e o metabolismo de nitrogênio.

No segundo experimento realizado por Santos (2019) foi avaliada a interação entre fonte de aditivo (monensina e óleos essenciais) e nível de suplementação proteico-energética (1,0 x 1,5% do PC) para bovinos mantidos em pastagens durante a terminação. Em ambos, foi feita a avaliação de consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes, parâmetros ruminiais, eficiência microbiana e crescimento microbiano. O autor concluiu que a monensina e óleos essenciais

estabelecem padrões de fermentação ruminal distintos, com valores de pH ruminal e proporções molares de propionato mais altos com monensina e com concentrações de AGCC, de acetato, eficiência e síntese microbiana mais altos com óleos essenciais.

Deve-se levar em consideração que a utilização de óleos essenciais na suplementação mineral também pode ser uma alternativa no período seco do ano. De acordo com Souza et al. (2014) em um estudo realizado com o objetivo de avaliar os efeitos de óleos essenciais de caju e mamona na suplementação mineral de bovinos em regime de pastejo, verificou que com a dosagem de 2,43 g/animal/dia de óleos pode melhorar o consumo de suplemento mineral e também promover ganho em peso médio, quando comparado ao grupo testemunha. Porém o autor ressaltou em seu trabalho que o ganho de peso apresentado pode ser justificado também pela boa disponibilidade de massa foliar existente no experimento, concluindo que de acordo com os resultados é recomendado a utilização de óleos essenciais de caju e mamona na suplementação mineral para bovinos de corte no período seco do ano.

Geraci et al. (2012) com o objetivo de avaliar os efeitos da adição de uma mistura de compostos de óleo essencial, contendo cinamaldeído, eugenol e *capsicum oleorresina*, sobre a fermentação ruminal e desempenho animal de gados confinados em comparação com a monensina sódica, utilizaram os seguintes tratamentos divididos no fornecimento de monensina (46,7 mg/kg de MS da dieta) e extratos vegetais (266 mg/animal/dia de cinamaldeído e eugenol + 133 mg/animal/dia de *capsicum oleorresina*) adicionando estes compostos a uma mistura de minerais. Os resultados encontrados demonstraram que os animais que receberam a dieta contendo óleos essenciais, tiveram um ganho médio de peso maior (1,43 kg/dia) que os alimentados com monensina (1,23 kg/ dia) no período de 45 a 84 dias de confinamento, entretanto a ingestão de matéria seca foi semelhante entre os tratamentos, sem diferença significativa. Em relação aos parâmetros de fermentação ruminal os autores concluem que apesar de não terem demonstrado efeito significativo, algumas variáveis demonstraram alterações favoráveis.

Almeida (2014) com objetivo de estudar a substituição parcial do milho (50% da MS na dieta total) e da casca de soja (13,27% da MS na dieta total) utilizou o coproduto do processamento do biodiesel (glicerina bruta) em associação com alguns aditivos, entre eles o óleo essencial de mamona e do caju, também utilizou a monensina sódica na dieta de bovinos de corte, com a hipótese de que essas associações forneceriam efeitos positivos à fermentação ruminal. A introdução de glicerina bruta nos tratamentos com óleos essenciais e monensina foi de 200 g/kg MS, e as inclusões de monensina sódica e óleos essenciais foram respectivamente de 0,03 g/kg e 0,5 g/kg de MS da dieta total. Os resultados demonstraram que os tratamentos

foram eficientes na manutenção do ambiente ruminal, e a associação da glicerina bruta e aditivos foi eficiente na redução da produção de gases metano *in vitro*. Sendo está uma alternativa viável a ser utilizada em confinamento

Em um estudo semelhante Zawadzki (2013) também avaliou a substituição parcial do milho pela glicerina (812 g de glicerol por kg/MS) e a adição de óleos de caju e mamona, foi avaliado o desempenho animal, ingestão de nutrientes, digestibilidade aparente, características da carcaça, qualidade do músculo *Longissimus*, composição de ácidos graxos da gordura perirenal, gordura subcutânea e do músculo *Longissimus*. O milho grão foi substituído por 203 g/kg/MS dia de glicerina e/ou adição de óleos essenciais (3g/animal/dia). As dietas avaliadas foram: sem glicerina (CON), com óleos essenciais (FOL), com glicerina (GLY) e glicerina + óleos essenciais. Os resultados demonstraram que dietas contendo glicerina e óleos essenciais não alteraram o desempenho animal, além disso melhoraram o peso de carcaça, o consumo de ração e a digestibilidade aparente, e de maneira geral os óleos essenciais adicionados ou não em dietas sem glicerina melhoram a composição de ácidos graxos.

Com base nos artigos revisados pode-se observar que os efeitos dos óleos essenciais são muito variados, de acordo com a dosagem e o óleo utilizado, por exemplo na fermentação ruminal houve efeitos diversos, onde o óleo de semente de sucupira apresentou um efeito positivo nas primeiras horas após o fornecimento da dieta, enquanto que os níveis de inclusão não tiveram efeitos significativos. Assim também a CRINA® nas dosagens de 1 ou 2 g/d não apresentou efeito na fermentação ruminal, já a utilização de óleo de cravo e de laranja nas dosagens de 100 a 200 mg/L podem ser benéficas para a melhoria da eficiência de fermentação. Estes óleos essenciais podem ser alternativas para substituição da monensina, como demonstrado em alguns estudos onde foi analisado que estes compostos podem ser úteis como modificadores da fermentação ruminal.

Observou-se também efeitos positivos da utilização de OE na redução na produção de metano, pelos ruminantes, sendo isto um aspecto desejável na nutrição de bovinos de corte, pois diminui a perda de energia. Alguns óleos que apresentaram potencial de redução foram óleo de coentro, acetato de geranila e eugenol numa dosagem de 200 mg/d fornecidas através de uma mistura com 20% de concentração destes óleos. Os óleos de cravo, de eucalipto, de alho, de orégano e hortelã-pimenta quando analisados *in vitro* demonstraram redução na produção de metano, onde o óleo de orégano obteve melhor porcentagem de redução. A associação dos óleos essenciais de mamona e de caju com glicerina bruta também foi eficiente na redução da produção de gás metano. Desta forma é possível afirmar a eficácia destes compostos na redução

de gases metano, quando utilizado dosagens e óleos específicos (CASTRO-MONTOYA et al., 2015; PATRA;YU, 2012; ALMEIDA, 2014).

Os OE também apresentaram em alguns trabalhos, potencial de melhoria de diversas variáveis como digestibilidade, consumo de matéria seca, características de carcaça, ganho de peso, digestibilidade aparente de nutrientes, desempenho entre outros parâmetros que ainda possuem poucos estudos específicos. Por exemplo uma mistura contendo cinamaldeído, eugenol e capsicum oleorresina fez com que novilhos obtivessem desempenho equivalente aos alimentados com monensina, contudo o óleo de mamona e caju são eficazes na melhoria de desempenho e eficiência alimentar de touros terminados em confinamento. Demonstrando assim, que estes compostos além de melhorarem o ambiente ruminal, também são capazes de apresentar efeitos positivos sobre características de ganho de peso e consumo de suplemento mineral (GERACI et al., 2012; VALERO et al., 2014; CARVALHO, 2020; SOUZA et al., 2014).

Outros parâmetros que podem ser citados como favoráveis à utilização de OE, são teores de nitrogênio amoniacal, síntese proteica microbiana e inibição de bactérias gram-negativas. Doses de 100 a 200 mg/L de óleo de cravo e de laranja apresentam efeitos positivos sobre teores de nitrogênio amoniacal e síntese microbiana. A inibição de algumas cepas de bactérias gram-negativas foi resultado da utilização de doses entre 2 e 6 g/anima/dia de compostos fenólicos presentes no extrato vegetal de folhas e caules de baccharia, sementes de tamarindo, óleo essencial da folha de cravo e líquido da castanha de caju (CARVALHO, 2020; SIPPERT, 2019).

Desta forma, vale ressaltar a importância da utilização destes compostos na alimentação de bovinos de corte, sendo compostos naturais são capazes de aumentar a aceitabilidade dos produtos e expandir o mercado de carnes no mundo, além de possuírem diversos efeitos favoráveis a um aumento e eficiência na produção de ruminantes.

3 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os óleos essenciais demonstram diversos efeitos favoráveis à produção de bovinos de corte, garantindo ser um potencial substituto aos ionóforos utilizados atualmente.

Diversas características foram melhoradas através da utilização de alguns óleos essenciais, como exemplo os óleos de cravo, óleo de eucalipto, óleo de alho, óleo de orégano e óleo de hortelã-pimenta que proporcionaram a redução na produção de metano, doses de óleo de cravo e de laranja tiveram efeitos positivos sobre teores de nitrogênio amoniacal e se mostraram uma excelente alternativa na manipulação da fermentação ruminal.

Alguns óleos essenciais como óleos de mamona e de caju também são eficazes na melhoria da eficiência alimentar, ganho de peso, desempenho animal, melhoria no consumo de minerais entre outros.

Entretanto, como seus efeitos ainda são variados quando estudado *in vivo*, é necessário a realização de estudos específicos sobre a ação destes extratos vegetais, e a quantificações dos princípios ativos que estão presentes nos óleos essenciais, pois como é grande a variedade é difícil definir como realmente a composição dos OE podem atuar no organismo de ruminantes e a concentrações dos princípios ativos nos extratos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. T. C. **Glicerina bruta associada a aditivos na alimentação de bovinos de corte**. 2014. Dissertação (Mestre em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, SP, 2014.
- ARAÚJO, R. C. **Óleos essenciais de plantas brasileiras como manipuladores da fermentação ruminal *in vitro***. Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Ciências. Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2010.
- BAKKALI, F., AVERBECK, S., AVERBECK, D., IDAOMAR, M. **Biological effects of essential oils: a review**. Food Chem Toxicol, v. 46, p. 446 – 475, 2008.
- BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. **Óleos essenciais no Brasil: Aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas**. Química Nova, v. 32, n. 3, p. 588-594, 2009.
- BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods-a review. **International Journal of Food Microbiology**. Amsterdam, v.94, n.3, p. 223-253, 2004.
- CAETANO, G. A. O; CAETANO JÚNIOR, M. B. **O estado da arte da nutrição de ruminantes**. PUBVET. v.11, n.4, 399-408, abr., 2017. ISSN 1982-1263
- 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, Champaign, v. 90, n. 6, p. 2580–2595, 2007.
- CAMPOS, C.; FERNANDES, R.M.; MORETTI, M.H.; CUSTODIO, L.; SIQUEIRA, G. R.; RESENDE, F. D. **Inclusão de óleos essenciais como manipuladores da fermentação ruminal de bovinos recebendo suplementação de baixo consumo em pastagens**. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/areadoinstituto/pibic/anais/2010/Artigos/RE10309.pdf>>. Acesso em 22/04/2020
- CARSON, C. F.; MEE, B. J.; RILEY, T. V. Mechanism of action of Melaleuca alternifolia (tea tree) oil on Staphylococcus aureus determined by time-kill, lysis, leakage and salt tolerance assays and electron microscopy. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 46, p. 1914-1920, 2002.
- CARVALHO, V. M. **Inclusão da combinação de Baccharis dracunculifolia, Tamarindus indica L., óleo essencial de cravo e líquido da castanha de caju sobre o desempenho de bovinos terminados em confinamento e seus efeitos sobre cepas bacterianas do rúmen**. 2020. 92 f. Tese (doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, 2020, Maringá, PR.
- CASTRO-MONTOYA, J.; PEIREN, N.; CONE, J. W.; ZWEIFEL, B.; FIEVEZ, V.; DE CAMPENEERE, S. *In vivo* and *in vitro* effects of a blend of essential oils on rumen methane mitigation. **Livestock Science**. Núm., 180, p. 134-142. 2015

CRANE, A.; NELSON, W. O.; BROWN, R. E. Effects of D-limonene and α -D-pinene on *in vitro* carbohydrate dissimilation and methane formation by rumen bacteria. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 40, n. 10, p. 1317 – 1323, 1957.

DALLA MARTHA, G.O. **Óleo da semente de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides kunth*) como aditivo nutricional para bovinos de corte**. 2017. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2017

DEL CLARO, G. R.; ZANETTI, M. A.; SARAN NETTO, A.; VILELA, F. G.; MELO, M. P.; CORREA, L. B.; FREITAS JUNIOR, J. E. Efeito da suplementação de cobre e selênio na dieta de novilhos Brangus sobre o desempenho e fermentação ruminal. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.65, n.1, p.255-261, 2013

DIOLORENZO, N. **Effects of feeding polyclonal antibody preparations against rumen starch and lacticfermenting bacteria on target bacteria populations and steer performance**. 2004. 101p. (Master thesis) - University of Minnesota, 2004.

DORMAN, H.J.D., DEANS, S.G. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. **J. Appl. Microbiol.** 88, 308–316, 2000.

EUCLIDES FILHO, K. **Bovinocultura de corte no Brasil**. Revista de política agrícola. Ano XVI – Nº 4 – Out./Nov./Dez. 2007

FERNANDES, L. O.; REIS, R. A.; PAES, J. M. V. **Efeito da suplementação no desempenho de bovinos de corte em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu**. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 34, n. 1, p. 240-248, jan./fev., 2010.

FERREIRA, M. D. P.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Inserção no mercado internacional e a produção de carnes no Brasil**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Brasília : Rio de Janeiro. IPEA, 2019.

FERRO, M. M.; MOURA, D. C.; GERON, L. J. V. Óleos essenciais em dietas para bovinos. **Revista de Ciências Agroambientais**. v.14, n.2, 2016.

FIGUEIRAS, J.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F.; BATISTA, E.D.; RUFNO, L.M.A.; VALENTE, T.N.P.; REIS, W.L.S.; FRANCO, M.O. Desempenho nutricional de bovinos em pastejo durante o período de transição seca-águas recebendo suplementação proteica. **Arch. Zootec.** 64 (247): 269-276. 2015.

FRANÇA, E. P. **Extratos de plantas como manipuladores da fermentação ruminal**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Zootecnia). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

GERACI, J. I.; GARCIARENA, A. D.; GAGLIOSTRO, G. A.; BEAUCHEMIN, K. A.; COLOMBATTO, D. Plant extracts containing cinnamaldehyde, eugenol and capsicum oleoresin added to feedlot cattle diets: Ruminal environment, short term intake pattern and animal performance. **Animal Feed Science and Technology**. Núm. 176, p. 123-130. 2012.

GOMES, R. C.; FEIJÓ, G. L. D. CHIARI, L. **Evolução e qualidade da pecuária brasileira**. EMBRAPA Gado de Corte: Nota técnica. Campo Grande – MS, 24 de Março de 2017.

HUMMELBRUNNER, L.A.; ISMAN, M.B. Acute, sublethal, antifeedant, and synergistic effects of monoterpenoid essential oil compounds on the tobacco cutworm, *Spodoptera litura* (Lep., Noctuidae). **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.49, p.715–720, 2001.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Tabela 3939 Efetivo do rebanho, por tipo de rebanho. 2019** Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939#resultado>> Acesso em 06/04/2020.

KHORRAMI, B.; VAKILI, A. R.; MESGARN, M. D.; KLEVENHUSEN, F. Thyme and cinnamon essential oils: Potential alternatives for monensin as a rumen modifier in beef production systems. **Animal Feed Science and Technology**. Núm. 200, p. 8 – 16. 2015

MACHADO, F. M. S.; TEOBALDO, R. W.; DE PAUÇA, N. F.; MARTELLO, H. F.; ARAÚJO, H. P. O.; CAMPOS, A. R. P.; OLIVEIRA, F. L. A.; JUNIOR RIBEIRO, I. Efeitos de óleos essenciais e monensina em suplementos múltiplos sobre o nitrogênio ureico sérico de bovinos de corte em pastejo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 28, 2018, Goiânia. **Anais [...]**. Goiânia: Universidade Federal de Mato Grosso, 2018, p. Trab. 0060.

MANTOVANI, H. C.; BENTO, C.B.P. **Manipulação da Fermentação microbiana ruminal para máxima eficiência animal**. Anais II Simpósio Matogrossense de Bovinocultura de Corte, Cuiabá-MT, 2013.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa MAPA nº 42 de 16/12/2010**. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/legislacao/InstruoNormativaMAPAn42de16122010.pdf>> Acesso em 03/11/2020

MARIANI, T. M. **Suplementação de anticorpos policlonais ou monensina sódica sobre o comportamento ingestivo e desempenho de bovinos Brangus e Nelore confinados**. Dissertação (mestre) - Universidade Estadual Paulista Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, SP, 2010.

MEDEIROS, S. R. de; GOMES, R. C.; BUNGENSTAB, D. J.; **Nutrição de bovinos de corte: Fundamentos e aplicações**. 1th Ed. Brasília, DF :Embrapa, 2015.

MORAES, J. A. S.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A. Aditivos. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. 2. Ed. Jaboticabal: FENEP, 2011. p.565-591.

NAGARAJA, T. G. **Response of the Gut and Microbial Populations to Feedstuffs: The ruminant story**. In: 64TH MINNESOTA NUTRITION CONFERENCE, 2003, St. Paul, Anais... St. Paul-MN, p.64-77, 2003.

OLIVEIRA, H. B. N.; LEONEL, F. P.; VILLELA, S. D. J.; LOBO JÚNIOR, A. R.; GUIMARÃES, E. C.; SANTIAGO, B. T.; CARVALHO, J. M.; RESENDE, R. J. V.; ARAÚJO, R. P. Desempenho de vacas em lactação consumindo dietas contendo misturas de óleos essenciais. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v.15, n.3, p.670-678 jul./set., 2014. ISSN 1519 9940

OLIVEIRA, W.P.; MARCELOS, E.A.; SOUZA, O. Comparação dos métodos extração de óleo essencial de arraste a vapor e hidrodestilação utilizando casca de manga nos estados de desidratação e *in natura*. **In: VII CONNEPI: Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação- Palmas - Tocantins, 2012**

PATRA, A. K.; YU, Z. Effects of Essential Oils on Methane Production and Fermentation by, and Abundance and Diversity of, Rumen Microbial Populations. **Applied and Environmental Microbiology**. Volume 78, Num. 12, p. 4271 – 4280. 2012

PEREIRA, L. B.; TEOBALDO, R. W.; DE PAULA, N. F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; MARTELLO, H. F.; MUNDIN, A. T.; ARRUDA, M. D. S.; VILAS BOAS, Y. R. Efeitos de óleos essenciais e monensina sobre o balanço de nitrogênio de bovinos de corte em pastejo. **In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 28, 2018, Goiânia. Anais [...].** Goiânia: Universidade Federal de Mato Grosso, 2018, p. Trab. 0705.

POSSAMAI, A. P. S.; LALA, B.; PEREIRA, V. V.; GOMES, L. C.; SILVA, S. C. C. Modificadores da fermentação ruminal: uma revisão. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas BioEng**, Tupã, v.5 n.2, p. 108-116, Mai/Ago., 2011.

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

ROSA, M. S. **A prática nutricional aplicada na bovinocultura de corte da fazenda brejinho.** 2016. Relatório Final de Estágio Supervisionado. Universidade de Brasília. Brasília – DF, 2016.

RIVAROLI, D. C. **Níveis de óleos essenciais na dieta de bovinos de corte terminados em confinamento: desempenho, características da carcaça e qualidade da carne.** 2014. Dissertação (Mestre em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Botucatu, SP, 2014.

SALMAN, A. K. D.; PAZIANI, S. F.; SOARES, J. P. G. **Utilização de ionóforos para bovinos de corte.** Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2006. 20 p.

SERAFINI, L.A.; SANTOS, A.C.A.; TOUGUINHA, L.A.; AGOSTINI, G.; DALFOVO, V. 2002. **Extrações e aplicações de óleos essenciais de plantas aromáticas e medicinais.** Caxias do Sul: EDUCS.

SANTOS, M. G. M. F. **Uso de óleos essenciais e doses de suplemento proteico energético, para bovinos mantidos em pastagens: Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes, parâmetros ruminais e crescimento microbiano.** 2019. Tese (Doutor em Ciências). Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, SP, 2019.

SILVA, R. B. **Suplementação de vacas leiteiras com óleos essenciais.** Tese apresentada para obtenção do título de Doutora em Zootecnia. Universidade Federal de Lavras. Lavras-MG, 2017.

SILVA, B. K.; GUIMARÃES, B. M. M.; URIBE, J. A. Z.; SOUZA, R. C. Uso de óleos essenciais em bovinos. **Sinapse Múltipla**, 8(2), dez.,230-234, 2019.

SILVA, C.A.; LIMA, C.A.; COSTA D.S. **Caracterização química do óleo essencial da casca do citrus sinensis obtido por hidrodestilação em aparelho clevenger**. Belém-PA, 2010.

SIPPERT, M. R. **Avaliação de óleos essenciais de laranja e cravo em rações de ruminantes utilizando sistemas *in vitro***. 2019. Dissertação (Mestre em zootecnia). Universidade Estadual de Maringá Centro de Ciências Agrárias, Maringá, PR. 2019

SKANDAMIS, P.; KOUTSOUMANIS, K.; FASSEAS, K.; NYCHAS, G. J. E. Inhibition of oregano essential oil and EDTA on Escherichia coli O157:H7. **Italian Journal of Food Science**, v. 13, p. 65-75, 2001.

SOARES, D. M. A.; SANTOS, C. L. A. dos; LIMA, P. M. F. de; SANTOS, V. C.; SOUZA, K. A. de; ABRANTES, R. S. X.; LOIOLA, M. V. C.; SANTOS, E. L. A. dos. **Noções básicas sobre bovinocultura de corte**. INTESA – Informativo Técnico do Semiárido (Pombal-PB), v 10, n 2, p53 - 56, Jul - dez , 2016.

SOUZA, J. M.¹; SOUZA, J. C. S. M.; SOUSA, D. O.; MESQUITA, L. G.; FABRÍCIO, E. C.; ALCANTARA, A. H. D.; RENNO, F. P.; BALIEIRO, J. C. C. **Aditivos zootécnicos e a manipulação da fermentação ruminal**. In: Novos desafios da pesquisa em nutrição e produção animal. Pirassunga: 5D editora. 294 p. 2018

SOUZA, L.R.; TAVEIRA, R. Z.; DIB, R. T.; SILVEIRA NETO, O. J. **Desempenho de bovinos Nelore suplementados com óleos essenciais de caju e mamona, mantidos em pastagens de Brachiária brizantha**. PUBVET, Londrina, V. 8, N. 6, Ed. 255, Art. 1692, Março, 2014.

STEFFANI, E. **Modelagem matemática do processo de extração supercrítica de óleo essencial de Ho-Sho (Cinnamomum camphora Nees & Eberm var. linaloolífera Fujita) Utilizando CO2**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

STEVANOVIC, Z. D.; NEUMÜLLER, J. B.; LIJAKOVIC, I. P.; RAJ, J.; VASILJEVIC, M. **Essential Oils as Feed Additives – Future Perspectives**. Molecules. Belgrade, v. 23, n. 7, p. ?, jul. 2018.

STIVARI, T.S.S. et al. **Aditivos enzimáticos na alimentação de ruminantes: estratégia para a produção animal**. PUBVET, Londrina, V. 8, N. 11, Ed. 260, Art. 1728, Junho, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Metabólitos secundários e defesa vegetal**. In: _____. Fisiologia Vegetal. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. Cap. 13, p. 309-334.

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

TONELLO, C. L.; BRANCO, A. F.; TSUTSUMI, C. Y.; RIBEIRO, L. B.; CONEGLIAN, S. M.; CASTAÑEDA, R. D. Suplementação e desempenho de bovinos de corte em pastagens: Tipos de forragem. **Acta Scientiarum**. Animal Sciences Maringá, v. 33, n. 2, p. 199-205, 2011. ISSN: 1806-2636

VALERO, M. V.; PRADO, R. M.; ZAWADZKI, F.; EIRAS, C. E.; MADRONA, G. S.; PRADO, I. N. Propolis and essential oils additives in the diets improved animal performance and feed efficiency of bulls finished in feedlot. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 36, n. 4, p. 419-426, Oct.-Dec., 2014.

VELLUTI, A.; SANCHIS, V.; RAMOS, A. J.; EGIDIO, 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, p. 145-154, 2003

ZAWADZKI, F. **Glicerina, antioxidantes e carotenóides sobre a qualidade e traçabilidade da carne de bovinos e ovinos**. Tese (Doutorado em Zootecnia). 2013. 202 f. Universidade Estadual de Maringá Centro de Ciências Agrárias, Maringá, 2013.