

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

Bernardo da Trindade Gallarreta

**USO DE ÓLEOS FUNCIONAIS EM SUBSTITUIÇÃO A MONENSINA  
NA NUTRIÇÃO DE RUMINANTES: ESTUDO META-ANALÍTICO**

Santa Maria, RS  
2020

**Bernardo da Trindade Gallarreta**

**USO DE ÓLEOS FUNCIONAIS EM SUBSTITUIÇÃO A MONENSINA NA  
NUTRIÇÃO DE RUMINANTES: ESTUDO META-ANALÍTICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Zootecnia**.

Orientador: Prof. Dr. Julio Viégas

Santa Maria, RS  
2020

Gallarreta, Bernardo da Trindade

Uso de óleos funcionais em substituição a monensina na nutrição de ruminantes: Estudo meta-analítico / Bernardo da Trindade Gallarreta.- 2020.

54 f.; 30 cm

Orientador: Julio Viégas

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós Graduação em Zootecnia, RS, 2020

1. Óleos funcionais 2. Meta-análise 3. Ruminantes 4. Modulação ruminal 5. Desempenho I. Viégas, Julio II. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, BERNARDO DA TRINDADE GALLARRETA, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

**Bernardo da Trindade Gallarreta**

**USO DE ÓLEOS FUNCIONAIS EM SUBSTITUIÇÃO A MONENSINA NA  
NUTRIÇÃO DE RUMINANTES: ESTUDO META-ANALÍTICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Zootecnia**.

**Aprovado em 09 de março de 2020:**

---

**Julio Viégas, Dr. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)

---

**Ana Gabriela de Freitas Saccol, Dr. (UFSM)**

---

**Guilherme Joner, Dr. (UNIPAMPA)**

Santa Maria, RS  
2020

## DEDICATÓRIA

A minha família, minha companheira Viviana e a nosso filho Facundo. Dedico também a todas as pessoas que de alguma maneira contribuíram para que este trabalho concretizasse.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecer primeiramente a Deus por guiar minha vida da melhor forma possível, agradecer meus progenitores Julio e Laura, pelo esforço dispendido para que eu pudesse estudar, além de todo o apoio que sempre me deram em todos os momentos da minha vida. A minha irmã Isadora, meus familiares e amigos que tornaram essa caminhada mais agradável.

Agradecer a minha companheira Viviana e meu filho Facundo que em muitos momentos foram o otimismo, a perseverança e a calma, contribuindo para eu seguir em frente.

Agradecer ao Prof. Julio pela compreensão e por auxiliar para eu realizar este trabalho, a Prof. Luciana pelos ensinamentos que foram primordiais para que eu pudesse desenvolver a pesquisa.

Agradecer aos membros da banca examinadora pela disponibilidade em poder avaliar e contribuir.

Agradecer aos colegas de Pós-graduação que de alguma maneira cooperaram. Bem como a todos os colegas de graduação, os quais compartilharam aprendizado comigo, tanto técnico como de vida.

Agradeço a todas as pessoas que passaram na minha vida até o dia de hoje e que fizeram com que eu aprendesse e evoluísse.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. MUITO OBRIGADO!

## RESUMO

### USO DE ÓLEOS FUNCIONAIS EM SUBSTITUIÇÃO A ANTIBIÓTICOS IONÓFOROS NA NUTRIÇÃO DE RUMINANTES: ESTUDO META-ANALÍTICO

AUTOR: BERNARDO DA TRINDADE GALLARRETA  
ORIENTADOR: JULIO VIÉGAS

Com o objetivo de avaliar a substituição do antibiótico monensina por um aditivo natural capaz de modular a fermentação ruminal composto por dois óleos funcionais (óleo da semente de mamona e da castanha de caju), foi conduzido o presente estudo meta-analítico. Nove trabalhos referentes à produção de grandes ruminantes foram selecionados, tabulados e metanalisados após uma revisão sistemática. Foi utilizado o programa estatístico R, versão 3.5.2, para analisar as variáveis, selecionando o pacote 'meta', função 'metacont'. Dezoito variáveis foram avaliadas: Consumo de matéria seca (CMS), eficiência animal (EA), produção de leite (PL), produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLC 3,5%), teor de gordura no leite (TGL), teor de proteína no leite (TPL), teor de lactose do leite (TLAC), produção diária de gordura do leite (PDG), produção diária de proteína do leite (PDP), produção diária de lactose do leite (PDLAC), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFDN), relação acetato:propionato (A:P), ganho médio diário GMD), acetato no rúmen (AR), propionato no rúmen (PR), butirato no rúmen (BR) e proteína animal (PA). Teor de gordura do leite e produção diária de gordura do leite diferiram ( $P < 0,05$ ) de um aditivo para o outro, as demais não apresentaram diferença ( $P > 0,05$ ). A mistura de óleos funcionais pode ser uma alternativa para melhorar a eficiência do ruminante, podendo ser usado como substituto ao antibiótico ionóforo monensina.

**Palavras-chave:** Aditivo natural. Fermentação ruminal. Modulação ruminal. Monensina.

## ABSTRACT

### USE OF FUNCTIONAL OILS TO REPLACE IONOPHORE ANTIBIOTICS IN RUMINANT NUTRITION: META-ANALYTICAL STUDY

AUTHOR: BERNARDO DA TRINDADE GALLARRETA  
ADVISOR: JULIO VIÉGAS

In order to evaluate the replacement of the antibiotic monensin by a natural additive capable of modulating rumen fermentation composed of two functional oils (castor oil and cashew nut oil), the present meta-analytical study was conducted. Nine works related to the production of large ruminants were selected, tabulated and meta-analyzed after a systematic review. The statistical program R, version 3.5.2, was used to analyze the variables, selecting the 'meta' package, 'metacont' function. Eighteen variables were evaluated: dry matter intake (DMI), animal efficiency (AE), milk production (MP), milk production corrected to 3.5% fat (MPC 3.5%), fat content in milk (FM), milk protein content (MP), milk lactose content (MLAC), daily milk fat production (DMFP), daily milk protein production (DMPP), daily milk lactose production (DMLACP), neutral detergent fiber intake (NDFI), neutral detergent fiber digestibility (FDND), acetate: propionate ratio (A:P), average daily gain (ADG), rumen acetate (RA), rumen propionate (RP), rumen butyrate (RB) and animal protein (AP). Milk fat content and daily milk fat production differed ( $P < 0.05$ ) from one additive to the other, the others showed no difference ( $P > 0.05$ ). The mixture of functional oils can be an alternative to improve the efficiency of the ruminant, and can be used as a substitute for the ionophore monensin antibiotic.

**Keywords:** Natural additive. Rumen fermentation. Ruminal modulation. Monensina.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 -	Diagrama de fluxo da seleção de artigos.....	27
FIGURA 2 -	Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação a monensina, no consumo de matéria seca da dieta de bovinos de corte.....	32
FIGURA 3 -	Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação a monensina, no consumo de matéria seca da dieta de bovinos de leite.....	33
FIGURA 4 -	Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação à monensina na produção de acetato no rúmen de bovinos de corte e leite.....	33
FIGURA 5 -	Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação à monensina na produção de propionato no rúmen de bovinos de corte e leite.....	34
FIGURA 6 -	Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação à monensina na produção de butirato no rúmen de bovinos de corte e leite.....	35
FIGURA 7 -	Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação à monensina no ganho médio diário.....	36
FIGURA 8 -	Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação à monensina na produção de leite.....	36
FIGURA 9 -	Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação à monensina na produção de leite corrigida para 3,5% de gordura.....	37
FIGURA 10 -	Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação à monensina no teor de gordura do leite.....	37
FIGURA 11 -	Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação à monensina na produção diária de gordura do leite.....	38
FIGURA 12 -	Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação à monensina no teor de proteína do leite.....	39

FIGURA 13 -	Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e a semente de mamona em relação à monensina no teor de lactose do leite.....	40
FIGURA 14 -	Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação à monensina na produção diária de proteína do leite.....	40
FIGURA 15 -	Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação à monensina na produção diária de lactose do leite.....	41
FIGURA 16 -	Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação à monensina na produção diária de proteína animal.....	41
FIGURA 17 -	Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação à monensina no consumo de fibra em detergente neutro de bovinos de leite.....	42
FIGURA 18 -	Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação à monensina na digestibilidade da fibra em detergente neutro da dieta de bovinos de leite.....	42
FIGURA 19 -	Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação à monensina na relação acetato:propionato de bovinos de leite.....	43
FIGURA 20 -	Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação à monensina na eficiência animal de bovinos de corte.....	44
FIGURA 21 -	Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação à monensina na eficiência animal de bovinos de leite.....	44

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características dos estudos selecionados. Brasil (BR), Estados Unidos (EU), São Paulo (SP), Angus/Mestiço Angus (Ang./Mest.Ang.).....	28
Tabela 2 - Descrição dos valores da análise estatística para as variáveis utilizadas no estudo meta-analítico.....	30

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>A</b>	Acetato
<b>AGV</b>	Ácidos Graxos Voláteis
<b>AI</b>	Antibiótico Ionóforo
<b>Ang.</b>	Angus
<b>A:P</b>	Acetato:Propionato
<b>AR</b>	Acetato no Rúmen
<b>BR</b>	Butirato no Rúmen
<b>C</b>	Concentrado
<b>CFDN</b>	Consumo de Fibra em Detergente Neutro
<b>CMS</b>	Consumo de Matéria Seca
<b>CV</b>	Coeficiente de Variação
<b>DFDN</b>	Digestibilidade da Fibra em Detergente Neutro
<b>DP</b>	Desvio Padrão
<b>EA</b>	Eficiência Alimentar
<b>EPM</b>	Erro Padrão da Média
<b>EUA</b>	Estados Unidos da América
<b>Exp.</b>	Experimento
<b>FDA</b>	Fibra em Detergente Ácido
<b>FDN</b>	Fibra em Detergente Neutro
<b>GMD</b>	Ganho Médio Diário
<b>LCC</b>	Líquido da Castanha de Caju
<b>MC</b>	Músculo na Carcaça
<b>Mest.</b>	Mestiço
<b>MS</b>	Matéria Seca
<b>P</b>	Propionato
<b>PA</b>	Proteína Animal Diária
<b>PDL</b>	Produção Diária de Leite
<b>PDLC</b>	Produção Diária de Leite Corrigida para 3,5% de Gordura
<b>PML</b>	Proteína no Músculo Longísimus dorsi
<b>PR</b>	Propionato no Rúmen
<b>PDG</b>	Produção Diária de Gordura do Leite
<b>PDLAC</b>	Produção Diária de Lactose do Leite
<b>PDP</b>	Produção Diária de Proteína do Leite
<b>RS</b>	Revisão Sistemática
<b>TGL</b>	Teor de Gordura do Leite
<b>TLAC</b>	Teor de Lactose do Leite
<b>TPL</b>	Teor de Proteína do Leite
<b>V</b>	Volumoso

## LISTA DE SÍMBOLOS

=	Igual
X	Vezez
+	Mais
Ȳ	Média
° C	Graus Célsius
<	Menor
>	Maior
%	Por cento
R\$	Reais
kg	Quilogramas
g	Gramas
mg/kg	Miligramas por quilogramas
mg/dia	Miligramas por dia
g/dia	Gramas por dia
mg/animal/dia	Miligramas por animal por dia
mg/vaca/dia	Miligramas por vaca por dia
mM	Milimolar
mmol/L	Milimoles por litro
µg/mL	Micrograma por mililitro

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO .....	14
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>14</b>
3.1 MONENSINA.....	14
3.2 ÓLEOS FUNCIONAIS .....	17
3.3 REVISÃO SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE.....	20
<b>4 CAPÍTULO I - COMPARAÇÃO DO CONSUMO E DESEMPENHO DE GRANDES RUMINANTES SUBMETIDOS AO USO DE UMA MISTURA DE ÓLEO FUNCIONAL DA CASTANHA DE CAJU E DA SEMENTE DE MAMONA OU DE MONENSINA: ESTUDO META-ANALÍTICO</b> .....	<b>22</b>
RESUMO .....	22
ABSTRACT .....	23
INTRODUÇÃO .....	24
MATERIAL E MÉTODOS .....	25
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
CONCLUSÃO .....	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	45
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>49</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>50</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo, vários são os estudos envolvendo a avaliação dos microrganismos do rúmen (ALISSON, 1969; RUSSELL e HERBERT, 1989; LU et al., 2019), os quais mantêm uma simbiose com o ruminante e são responsáveis por parte da nutrição do hospedeiro.

Interferir no ambiente ruminal de forma que se possa manipular a fermentação, tendo em vista melhor aproveitamento do alimento é o que se busca com moduladores da fermentação ruminal. Obtendo fermentação menos ineficiente, acarretando em mais energia disponível para que o animal possa desempenhar seu potencial de produção

Um aditivo largamente empregado é o antibiótico ionóforo (monensina sódica), bastante utilizado em dietas de vacas leiteiras, para melhorar o desempenho dos animais. Alguns trabalhos desenvolvidos reportam melhoras no desempenho de vacas leiteiras (EIFERT et al., 2005; GANDRA et al., 2009; POSSATTI et al., 2015;).

Em bovinos de corte confinados que recebem uma quantidade diária de carboidratos rapidamente fermentáveis também é utilizada a monensina para melhorar a eficiência animal. Este consumo diário de carboidratos não fibrosos causa uma acidificação ruminal levando à depressão no desempenho animal. Yang et al. (2014) demonstram que o fornecimento de monensina nas dietas com altas quantidades de concentrado tem por objetivo minimizar esta condição de ineficiência.

Em alguns países o uso de antibióticos ionóforos (AI) como aditivo nutricional está proibido. A União Européia devido as pressões exercidas pelo consumidor, exigindo, cada vez mais produtos livres de antibióticos, levou à proibição dos AI em 2003.

Em virtude da exigência do consumidor surgiu um viés de pesquisa, o qual busca substitutos para os aditivos antibióticos utilizados na alimentação de animais como promotores de crescimento. Assim, recentemente, pesquisas tem sido realizadas para lançar luz sobre os efeitos e possíveis benefícios que a inclusão de óleos funcionais na dieta pode proporcionar para melhorar a eficiência produtiva de grandes ruminantes (GANDRA et al., 2012; DIAZ et al., 2015; JESUS et al., 2016).

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Investigar o consumo e desempenho de grandes ruminantes submetidos a dietas contendo óleos funcionais ou monensina. Comparar por meio de uma meta-análise.

### 2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Fazer uma revisão sistemática, tabular os dados obtidos com a revisão sistemática. Realizar a meta-análise dos dados tabulados.

## 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 3.1 MONENSINA

A monensina é um antibiótico ionóforo, cuja inclusão na alimentação de bovinos de corte favorece o melhor aproveitamento dos nutrientes da ração, via modulação ruminal (NEUMANN et al., 2018). Isto gera um incremento na energia disponível para o ruminante. Segundo Bergen e Bates (1984), os ionóforos melhoram a eficiência energética, reduzem a degradação proteica e funcionam como tamponantes de pH ruminal uma vez que reduzem a quantidade de ácido láctico no rúmen.

Segundo Zanine et al. (2006), a monensina foi utilizada nos Estados Unidos primeiramente para aves como coccidicida e posteriormente como aditivo promotor de crescimento para bovinos confinados. Tem sido utilizada em dietas para gado de corte confinado desde 1976, e em animais sob pastejo desde 1978 (COSTA et al., 2018).

Um dos principais ionóforos utilizados no Brasil é a Monensina Sódica (REIS et al., 2011). É um tipo de antibiótico produzido por linhagens de *Streptomyces cinnamonensis* (fungo) que é capaz de debilitar seletivamente microrganismos ruminais. Marcucci et al. (2014), relata que a ação dos ionóforos sobre as bactérias



tem relação com a resistência presente na estrutura da parede celular que é responsável pela homeostase da célula, sendo este equilíbrio mantido pelo mecanismo de bomba iônica.

Rangel et al. (2008) descreve que o mecanismo de regulação da célula bacteriana (bomba iônica) é afetado pela monensina que se complexa com o cátion  $\text{Na}^+$  facilitando sua passagem pela membrana. A bactéria ao tentar reestabelecer a regulação gasta energia até esgotar suas reservas prejudicando seu crescimento.

A monensina favorece o desenvolvimento de algumas bactérias, de modo que o metabolismo da bactéria beneficiada pode afetar o desempenho do animal hospedeiro, proporcionando vantagens metabólicas ou nutricionais (MAURO et al., 2006). Segundo Rangel et al. (2008) o grupo de bactérias Gram negativas é mais resistente aos ionóforos que as Gram positivas, devido a uma diferença em sua constituição, o primeiro grupo apresenta uma membrana protetora que dificulta a ação do ionóforo que o segundo grupo não possui.

Ogunade et al. (2018) fizeram análises metagenômicas e metabolômicas do líquido ruminal de oito bovinos fistulados no rúmen para encontrar mudanças na função ruminal, como resultado da alimentação de forragens com fornecimento de monensina (200 mg/dia por animal). Os autores concluíram que o fornecimento de monensina para bovinos alimentados com forragem modula a microbiota ruminal alterando o perfil de ácidos graxos voláteis no rúmen, favorecendo a produção de propionato.

Marcucci et al. (2014), menciona que, em dietas com elevados níveis de carboidratos rapidamente fermentáveis o uso de monensina geralmente causa uma diminuição no consumo sem afetar o ganho de peso, assim melhorando a conversão alimentar. Em animais em pastejo, a monensina sódica, como anteriormente mencionado, não reduz o consumo, mas incrementa o ganho de peso, resultado do aumento da eficiência alimentar (MARCUCCI et al., 2014). De acordo com Bertipaglia (2008), o fornecimento de monensina para animais em pastejo tem por objetivo melhorar o processo digestivo minimizando as perdas de nutrientes.

Kozerski et al. (2017), em um experimento com vacas mestiças (holandesa X Gir) em pastagem tropical e suplementadas com concentrado notaram que os animais que recebiam monensina a digestibilidade da MS ( $P < 0,03$ ) e digestibilidade da fibra em detergente neutro ( $P < 0,001$ ) melhorou quando comparado com os animais controle. Os mesmos autores também relataram aumento na quantidade de

gordura do leite ( $P < 0,001$ ) e de sólidos totais ( $P < 0,01$ ) do leite nos animais do tratamento com monensina.

Schären et al. (2017), alimentaram vacas Holandesas com dietas contendo monensina ou óleo essencial (Crina Ruminants, DSM, Basel, Switzerland) ou nenhum aditivo. Os autores tiveram como resultado aumento na produção de propionato ruminal ( $P < 0,001$ ) e a relação acetato:propionato inferior ( $P < 0,001$ ) para a dieta contendo monensina em relação as demais dietas.

Zanine et al. (2006) descreve que ao se fornecer monensina para bovinos é necessário uma adaptação ao aditivo. O mesmo descreve que esta adaptação serve para evitar intoxicação que pode causar anorexia, diarreia, dispneia, ataxia, depressão, recumbência e morte.

Gandra et al. (2009) verificaram uma redução no consumo de MS de vacas em lactação de 2,94% e 12,42% nas dietas contendo 24 e 48 mg/kg de monensina sódica respectivamente. Essa diminuição no consumo foi atribuída ao aumento na produção de ácidos graxos voláteis no rúmen, principalmente de propionato, pois o mesmo atua no sistema metabólico de regulação de consumo. Porém a produção de leite foi maior ( $P = 0,022$ ) para os animais submetidos a menor dose. Os mesmos autores obtiveram melhores resultados para a menor dose e descreveram haver uma possível interação desta dose com a silagem de milho, apontando que a dose utilizada está intimamente relacionada com o tipo de volumoso.

Borges et al. (2008), argumenta que em vacas de leite a redução no consumo de MS é influenciada pelo estágio de lactação dos animais quando se faz uso do aditivo monensina. Vacas secas e lactantes em balanço energético positivo apresentam menor consumo quando utilizado monensina o que não ocorre em vacas lactantes em balanço energético negativo.

Tomkins et al. (2015), ao testarem duas doses de óleos essenciais CRINA® Ruminants (DSM Nutritional Products Ltd., Basel, Switzerland), 1 g/dia e 2 g/dia e duas doses de monensina 60 mg/dia e 250 mg/dia em novilhos Brahman alimentados com feno de capim Rhodes (*Chloris gayana*), constataram que a maior dose de monensina ( $P < 0,05$ ) reduziu o CMS em 18% em relação ao tratamento controle sem causar efeito no pH ruminal e na produção de AGV. Também houve redução ( $P < 0,05$ ) na relação acetato:propionato em relação ao controle e aos tratamentos com óleos essenciais CRINA® Ruminants (DSM Nutritional Products Ltd., Basel, Switzerland).

Baumgard et al. (2011) ao submeterem vacas holandesas a condições de estresse térmico e ofertar uma dieta contendo monensina notaram que o CMS dos animais suplementados com monensina diminuiu ( $P<0,05$ ). Porém a eficiência alimentar dos animais aumentou ( $P<0,05$ ) em 7%, independente do ambiente que foram submetidas.

Martinez et al. (2009) realizaram dois experimentos com vacas Holandesas de alta produção onde ofertaram aos animais dietas com 50 ou 60% de volumoso contendo monensina ou não com duas fontes de volumoso alterando a proporção de cada um deles em cada experimento (Exp. 1 – 55% silagem de alfafa e 45% silagem de milho; Exp. 2 – 70% silagem de milho e 30% feno de alfafa). No Exp. 1 obtiveram um maior percentual de gordura no leite para a dieta com maior nível de volumoso e ao incluir monensina, o percentual de gordura do leite diminuiu ( $P<0,05$ ). Esses autores em um segundo experimento onde a principal fonte de volumoso era silagem de milho não notaram nenhuma influência da adição de monensina (300 mg/vaca/dia).

Arieli et al. (2008), ao testarem uma cápsula de liberação lenta de monensina (335 mg/dia por 95 dias) em vacas no período de transição recebendo uma dieta com alto nível de energia notaram que as vacas que receberam monensina tiveram menos ( $P<0,05$ ) cetose que as vacas do tratamento controle, 8% e 21% respectivamente. A produção de leite também diferiu ( $P<0,05$ ) durante os primeiros cinco meses, sendo 37,6 kg para o tratamento com monensina e 35,2 kg para o tratamento controle. Neumann et al. (2018) notaram ( $P<0,05$ ) redução no consumo em relação ao peso vivo, melhor conversão alimentar, maior peso vivo, maior peso de carcaça quente e maior espessura de gordura em animais mestiços (Canchin X Angus) alimentados com uma dieta contendo 50% de volumoso (silagem de milho) e 50% de concentrado (milho grão e concentrado proteico) contendo monensina (250 mg/animal/dia) comparados com os animais do tratamento controle (mesma dieta sem adição de monensina).

### 3.2 ÓLEOS FUNCIONAIS

Os óleos essenciais recebem este nome, pois são oriundos de plantas e utilizados na indústria como essências, e podem ser considerados funcionais. Toseti,

(2017) menciona que outros óleos não são classificados como óleos essenciais, pois não são originados de essências de plantas, como é o caso dos óleos funcionais. O óleo da castanha de caju e da semente de mamona são exemplos de óleos funcionais pesquisados como moduladores da fermentação ruminal.

Diaz et al. (2015) descreve que os óleos funcionais são obtidos de plantas oleaginosas compostos por triglicerídeos com elevada quantidade de ácidos graxos insaturados e possuem compostos fenólicos com propriedades antimicrobianas. Os óleos funcionais podem apresentar ação contra bactérias Gram-positivas e ainda leveduras e fungos filamentosos (PRASHAR et al., 2003).

Em ruminantes, grande parte dos trabalhos investiga a ação dos extratos vegetais, no metabolismo do animal, principalmente a ação desses no ambiente ruminal (TAKANO et al., 2007; LUVISON, 2014; TOMKINS et al., 2015). Nestas condições, verificam-se resultados semelhantes à utilização de ionóforos quanto aos produtos resultantes do processo fermentativo e as proporções populacionais de bactérias e protozoários no ambiente ruminal (CONEGLIAN, 2009).

Devido aos óleos funcionais apresentarem modo de ação semelhante ao da monensina, ambos atuam na parede celular, os quais não conseguem penetrar na parede das bactérias gram-negativas (SANTOS, 2013). As ações estão em sua maioria associadas à membrana celular, como o transporte de elétrons e gradientes de íons, translocação de proteínas, fosforilação e outras reações enzimo-dependentes (DORMAN & DEANS, 2000).

Seu modo de ação ainda não é bem conhecido devido a gama de substâncias presentes em sua composição, não estando elucidado se sua ação se dá pela ação isolada de seus compostos ou por suas combinações (SANTOS, 2013). A intensidade de cada reação ainda não é bem conhecida, devido a grande variedade de compostos que reagem com a membrana plasmática, podendo haver mais de um mecanismo de ação ao mesmo tempo (SANTOS, 2013).

Na mamona são as sementes que fornecem o óleo, o qual não apresenta fatores antinutricionais, pois após a prensagem os princípios tóxicos e alergênicos como a proteína ricina, permanecem na torta que se origina posterior a extração (MAIA et al., 2010). O cultivo da mamona é mundialmente destinado a extração de óleo, que é o mais importante constituinte da semente, cerca de 40 a 50%, muito utilizado como biodiesel e recentemente aplicado como aditivo natural na alimentação de bovinos (OLIVEIRA et al., 2019).

O ácido ricinoleico principal componente do óleo de mamona, dentre suas tantas aplicações e dinamicidade pode ser usado na fabricação de desinfetante e germicida (TAKANO et al., 2007). O óleo de mamona é composto basicamente de ácido ricinoleico (89,5%). Pode ser classificado como um óleo fixo, pois mesmo em temperaturas superiores a 200° C, não sofre perdas por volatilização (OLIVEIRA et al. 2019).

Segundo Novak et al. (1961), devido a sua estrutura molecular o óleo de rícino apresenta características para o controle de bactérias e fungos. Por sua funcionalidade, o ácido ricinoleico pode ser classificado como ionóforo divalente, com estrutura bem parecida ao ácido graxo oleico, sendo um radical hidroxila presente no ricinoleico que os difere (OLIVEIRA et al. 2019). Alguns estudos (GANDRA et al. 2014; GANDRA et al. 2012; JOSHI et al. 2018) mostram os benefícios da utilização do óleo de mamona na alimentação de ruminantes, proporcionando uma fermentação eficiente e melhorando sua produtividade.

O caju (*Anacardium occidentale*) é composto pelo pedúnculo e pela castanha, o Brasil é o segundo produtor mundial de castanha de caju, ficando somente atrás da Índia. No processamento a película que recobre o fruto é removida, desta película que é retirado o óleo da casca da castanha do caju (OSMARI et al., 2015). De casca bem resistente, a castanha de caju possui um óleo viscoso, conhecido como óleo de castanha de caju ou LCC (líquido da castanha de caju) (OLIVEIRA et al., 2009).

O LCC apresenta alto teor de lipídios totais e a maior parte destes (82,1%) é constituído de ácidos graxos insaturados (DIAZ et al., 2015). Oliveira et al. (2011) relata que o LCC natural apresenta uma composição de ácidos graxos que pode variar de 71,70 a 82,00% para o ácido anacárdico, de 13,80 a 20,10% para o ácido cardol e 1,60 a 9,20% para o ácido cardanol, obtido por prensagem. Existe o LCC técnico que é um subproduto das indústrias de beneficiamento da castanha, cujo principal constituinte é o cardanol (60-65%), seguido pelo cardol (15- 20%) e material polimérico (10%), e traços de metilcardol (SANTOS, 2013), pode ser obtido por extração térmica ou por solvente. Os constituintes do LCC apresentam uma cadeia lateral acíclica, contendo até três insaturações a partir do oitavo carbono (DIAZ et al., 2015). Estas insaturações contribuem para a atividade antibacteriana, assim como a hidroxila presente em seus compostos.

Trabalhos mostram que as bactérias gram-positivas apresentam sensibilidade ao óleo da casca da castanha de caju (PARASA et al., 2011; WATANABE et al.,

2010), a redução destas bactérias causa um aumento na população das bactérias gram-negativas envolvidas na produção de propionato (WATANABE et al., 2010; SHINKAI et al., 2012). Estas modificações podem promover melhor eficiência de fermentação ruminal.

Produtos comerciais contendo os componentes dos óleos da casca da castanha de caju e da semente de mamona estão sendo testados em ruminantes, com o intuito de modificar a fermentação ruminal e com isso, aumentar a produção de propionato no rúmen. Porém a maioria dos trabalhos realizados apresentam resultados de experimentos “*in vitro*” dificultando alcançar os mesmos resultados em testes “*in vivo*” (KONGMUN et al., 2010; OSMARI et al., 2015; JOCH et al., 2016). De acordo com Toseti (2017) o óleo de rícino e o óleo da castanha do caju, denominados funcionais, possivelmente possam ser utilizados como moduladores da fermentação ruminal, tornando-se possíveis substitutos dos ionóforos.

Segundo Osmari et al. (2015), pouco se sabe a respeito da quantidade ideal de cada tipo de óleo (mamona ou casca da castanha de caju) a ser fornecida aos animais. Os poucos dados referentes à utilização na alimentação animal, se referem a respostas obtidas com o fornecimento de uma mistura comercial (Essential®). Trabalhos testando a combinação destes óleos em ruminantes têm sido realizados (RENÓ et al. 2016; SILVA et al. 2019), para modular a fermentação ruminal com intuito de torná-la mais eficiente e assim proporcionar um substituto aos antibióticos ionóforos, uma vez que alguns países e grupos de consumidores condenam o uso destes.

### 3.3 REVISÃO SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE

Cordeiro et al. (2007) descreve que os primeiros indícios de uma revisão sistemática surgiram em 1904. Segundo Sousa e Ribeiro (2009), denomina-se revisão sistemática (RS) da literatura a revisão planejada da literatura científica, que usa métodos sistemáticos para identificar, selecionar e avaliar criticamente estudos relevantes sobre uma questão claramente formulada. Uma revisão sistemática, assim como outros tipos de estudo de revisão, é uma forma de pesquisa que utiliza como fonte de dados a literatura sobre determinado tema (SAMPAIO e MANCINI, 2007).

Conforme Souza et al. (2010), para se realizar uma RS é necessário seguir seis fases: elaboração da pergunta norteadora; busca ou amostragem na literatura; coleta de dados; análise crítica dos estudos incluídos; discussão dos resultados; apresentação da revisão integrativa. Cabe destacar que uma revisão sistemática segue a estrutura de um artigo original, incluindo seções de introdução, métodos, resultados e discussão (SAMPAIO e MANCINI, 2007). Nas revisões sistemáticas os "sujeitos" da investigação são os estudos primários (unidades de análise) selecionados por meio de método sistemático e pré-definido (CORDEIRO et al., 2007).

Muñoz et al. (2002) sintetiza que a RS vem sendo utilizada em pesquisa científica para a avaliação de um conjunto de dados, dada à capacidade de integrar os achados de pesquisas individuais já existentes e permitir a síntese da informação científica. Canozzi (2015) relata que dependendo da quantidade, diversidade, qualidade metodológica e descrição dos estudos primários, a meta-análise pode ser uma etapa subsequente da RS.

Segundo Sauvant et al., (2005) a supressão de alguns tópicos de pesquisa, exige um mínimo controle bibliográfico em determinadas áreas negligenciadas e que a meta-análise é adequada para este tipo de atividade de observação. Lovatto et al. (2007), aponta que, quando são realizadas análises estatísticas, dependendo da amostra os testes utilizados podem não ser significativos, mas que, a meta-análises muda o enfoque, a direção e a magnitude dos efeitos entre os estudos.

A maneira mais elaborada de resumir e divulgar os dados obtidos em revisões sistemáticas é por meio de meta-análise, uma soma estatística dos resultados de cada estudo (PEREIRA & GALVÃO, 2014). Lovatto et al. (2007) relata que, a meta-análise pode apresentar um efeito de tratamento que individualmente não poderia ser notado por falta de repetições, o mesmo autor comenta que nesta situação a meta-análise melhora o poder analítico da situação. A meta-análise é uma ferramenta importante para mostrar áreas onde a evidência disponível é insuficiente e onde são necessários novos estudos (LOVATTO et al., 2007)

#### 4 CAPÍTULO I - COMPARAÇÃO DO CONSUMO E DESEMPENHO DE GRANDES RUMINANTES SUBMETIDOS AO USO DE UMA MISTURA DE ÓLEO FUNCIONAL DA CASTANHA DE CAJU E DA SEMENTE DE MAMONA OU DE MONENSINA: ESTUDO META-ANALÍTICO

##### RESUMO

Com o propósito de verificar a viabilidade de substituir um aditivo antibiótico promotor de crescimento por um composto natural a base de óleos funcionais foi conduzido o presente estudo meta-analítico, avaliando o efeito sobre a fermentação ruminal e sobre o desempenho de grandes ruminantes. Por meio de revisão sistemática, que abrangeu os últimos dez anos, foram coletados nove trabalhos, dos quais foram retirados os dados e tabulados em planilha do programa Microsoft® Office Excel® 2010. As variáveis avaliadas na meta-análise foram: consumo de matéria seca (CMS), produção diária de leite (PDL), produção diária de leite corrigida para 3,5% gordura (PDLC 3,5%), produção diária de gordura do leite (PDG), teor de gordura do leite (TGL), produção diária de proteína do leite (PDP), teor de proteína do leite (TPL), produção diária de lactose do leite (PDLAC), teor de lactose do leite (TLAC), ganho médio diário (GMD), acetato no rúmen (AR), propionato no rúmen (PR), butirato no rúmen (BR), eficiência animal (EA), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFDN), relação acetato:propionato (A:P) e proteína animal (PA). Foi utilizado o programa estatístico R, versão 3.5.2, para analisar as variáveis, selecionando o pacote 'meta', função 'metacont'. A estimativa da diferença na média entre os grupos foi obtida pela combinação dos resultados dos experimentos aplicando ponderação inversa da variância, considerando uma probabilidade de 5% e optando pelo modelo aleatório. A heterogeneidade foi quantificada utilizando a estatística  $I^2$  proposta por Higgins e Thompson (2002). As variáveis CMS, PDL, PDP, TPL, PDCL 3,5%, PDLAC, TLAC, GMD, AR, PR, BR, A:P, CFDN, DFDN, PA, EA, não diferiram ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos controle (monensina sódica) e experimental (óleo funcional). As variáveis PDG e TGL apresentaram diferença ( $P < 0,05$ ) entre o controle (monensina sódica) e experimental (óleo funcional). O presente estudo mostrou que a monensina pode ser substituída pela mistura de óleos funcionais para as variáveis analisadas.

**Palavras-chave:** Aditivo. Antibiótico. Fermentação. Ionóforo. Ácidos graxos voláteis.



## COMPARISON OF CONSUMPTION AND PERFORMANCE OF LARGE RUMINANTS SUBJECT TO THE USE OF A FUNCTIONAL OIL MIXTURE OF CASHEW AND CASES OF MONAMINE OR MONENSINE SEED: META-ANALYTICAL STUDY

### ABSTRACT

In order to verify the feasibility of replacing a growth-promoting antibiotic additive with a natural compound based on functional oils, the present meta-analytical study was conducted, evaluating the effect on ruminal fermentation and on the performance of large ruminants. Through systematic review, which covered the last ten years, nine works were collected, from which the data were taken and tabulated in a Microsoft® Office Excel® 2010 spreadsheet. The variables evaluated in the meta-analysis were: dry matter intake (DMI), daily milk production (DMP), daily milk production corrected to 3.5% fat (DMPC 3.5%), daily milk fat production (DMFP), milk fat content (MFC), daily milk protein production (DMPP), milk protein content (MPC), daily milk lactose production (DMLACP), milk lactose content (MLACC), average daily gain (ADG), rumen acetate (RA), rumen propionate (RP), rumen butyrate (RB), animal efficiency (AE), neutral detergent fiber intake (NDFI), neutral detergent fiber digestibility (NDFD), acetate: propionate ratio (A: P ) and animal protein (AP). The statistical program R, version 3.5.2, was used to analyze the variables, selecting the 'meta' package, 'metacont' function. The estimate of the difference in the mean between the groups was obtained by combining the results of the experiments by applying inverse weighting of the variance, considering a 5% probability and opting for the random model. Heterogeneity was quantified using the  $I^2$  statistic proposed by Higgins and Thompson (2002). The variables DMI, DMP, DMPP, MPC, DMPC 3.5%, DMLACP, MLACC, ADG, RA, RP, RB, A: P, NDFI, NDFD, AP, AE, did not differ ( $P > 0.05$ ) between the control (monensin sodium) and experimental (functional oil) treatments. The PDG and TGL variables showed a difference ( $P < 0.05$ ) between the control (monensin sodium) and experimental (functional oil). The present study showed that monensin can be replaced by a mixture of functional oils for the variables analyzed.

**Keywords:** Additive. Antibiotic. Fermentation. Ionophore. Volatile fatty acids.

## INTRODUÇÃO

Embora no Brasil ainda não seja proibido o uso de ionóforos na alimentação de animais de criação com finalidade zootécnica, há uma tendência mundial para o consumo de alimentos livres de antibióticos. A União Européia, em dez de outubro de 2003 publicou a regulamentação proibindo o uso de aditivos ionóforos promotores de crescimento em dietas de animais de produção (EUROPA, 2003). O Brasil como um dos principais produtores e exportadores de proteína de origem animal, possui um viés de pesquisa voltado para os aditivos com compostos naturais, sendo estes possíveis substitutos aos antibióticos.

Os óleos funcionais estudados são o da castanha do caju e o da semente de mamona, estes dois óleos possuem componentes que podem modular a fermentação ruminal como: ácido anacárdico, cardol, cardanol (castanha do caju), ácido ricinoleico (semente de mamona). Coutinho et al. (2014), Gandra et al. (2014) e Branco et al. (2015) testaram individualmente estes óleos funcionais na alimentação de ruminantes obtendo resultados mais satisfatórios com o componente do óleo da semente de mamona do que para os componentes do óleo da castanha de caju, sendo que ambos apresentam características antimicrobianas.

Os compostos fenólicos contidos nestes óleos podem inibir o crescimento de populações de bactérias gram-positivas e favorecer o desenvolvimento de populações de bactérias gram-negativas, assim alterando as concentrações de AGV no rúmen. Watanabe et al. (2010), notaram aumento linear crescente na concentração de propionato ruminal (27, 31, 37 e 30 mM) quando testaram o líquido da castanha de caju em fermentação *in vitro* nos níveis de 0, 50, 100 e 150 µg/mL. Morales et al. (2012) observaram diferença ( $P < 0,05$ ) na concentração de propionato ruminal utilizando ácido ricinoleico na dieta de ovelhas, sendo que após 24 horas de incubação *in vitro* do líquido ruminal o tratamento com ácido ricinoleico apresentou um valor para propionato ruminal de 61,2 mmol/L diferindo ( $P < 0,001$ ) do tratamento controle que foi de 49,6 mmol/L.

Com o objetivo de comparar o uso de uma mistura de dois óleos funcionais (castanha do caju e semente de mamona), ao da monensina sódica, que atuam como modulador da fermentação ruminal, sobre o consumo, fermentação ruminal e desempenho de grandes ruminantes, foi realizado o presente estudo meta-analítico.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para identificar os dados que constam nesta pesquisa, foi realizada a revisão sistemática, na qual foram identificados trabalhos que avaliaram o uso de ionóforo (monensina) e óleo funcional na alimentação de grandes ruminantes. Todos os trabalhos se encontram em um período de tempo de 2010 a 2019. As bases de dados consultadas foram: Periódicos Capes, Science Direct, Google Acadêmico, Scielo. As palavras-chave elegidas para busca dos trabalhos incluídos no presente estudo foram: “functional oils” and “monensin”.

A seleção prévia dos trabalhos preconizou a leitura dos títulos, para constatar uma relação inicial com o tema de pesquisa, excluindo assim trabalhos duplicados e que fugiam do assunto. Posteriormente, os trabalhos selecionados foram lidos na íntegra para uma segunda seleção, seguindo os seguintes critérios: (1) com grandes ruminantes, (2) que os fatores de estudo fossem óleo funcional (uma mistura de óleo da castanha de caju e óleo da semente de mamona) e ionóforo (monensina), (3) que tivessem em comum a variável consumo de matéria seca, (4) que o trabalho original tivesse fator de estudo controle, (5) medida de dispersão, erro padrão da média e/ou coeficiente de variação. Além do mais, as referências dos trabalhos eleitos foram averiguadas para possível inclusão se devido, porém, nenhum foi incluso desta forma. As informações extraídas foram tabuladas em planilha eletrônica (Microsoft® Office Excel® 2010).

As variáveis avaliadas na meta-análise foram: consumo de matéria seca (CMS), produção diária de leite (PDL), produção diária de leite corrigida para 3,5% de gordura (PDL3,5%), produção diária de gordura do leite (PDG), teor de gordura do leite (TGL), produção diária de proteína do leite (PDP), teor de proteína do leite (TPL), produção diária de lactose do leite (PDLAC), teor de lactose do leite (TLAC), ganho médio diário (GMD), acetato no rúmen (AR), propionato no rúmen (PR), butirato no rúmen (BR), relação acetato:propionato (A:P), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFDN), eficiência alimentar (EA) e proteína animal (PA). A PA calculada a partir dos trabalhos com bovinos de corte utilizou o valor médio do GMD de cada tratamento que foi multiplicado pela porcentagem média de músculo na carcaça (MC) que constava em dois dos trabalhos utilizados (59,75%). O resultado observado foi multiplicado pelo valor médio encontrado na literatura para porcentagem de proteína

no músculo *longissimus dorsi* (PML) (22%) para trabalhos com bovinos de corte. Para os trabalhos com bovinos de leite, a PA foi obtida pela multiplicação da produção diária de leite (PDL) pela porcentagem de proteína no leite (PL).

$$PA = ((GMD \times \%MC) \times PML)$$

$$PA = PDL \times PL$$

O desvio padrão (DP) foi calculado usando o erro padrão da média (EPM) ou o coeficiente de variação (CV) respectivo de cada variável, informado nas tabelas dos trabalhos, com ajuda do programa Microsoft® Office Excel® 2010, utilizando as seguintes fórmulas:

$$DP = (EPM \times (\text{raiz do } n \text{ amostral de cada tratamento}))$$

$$DP = (CV \times \text{média de cada tratamento})$$

Foi utilizado o programa estatístico R, versão 3.5.2, para analisar a média e o desvio padrão das variáveis, selecionando o pacote 'meta', função 'metacont'. A estimativa da diferença na média entre os grupos foi obtida pela combinação dos resultados dos experimentos aplicando ponderação inversa da variância, considerando uma probabilidade de 5% e optando pelo modelo aleatório. A heterogeneidade foi quantificada utilizando a estatística  $I^2$  proposta por Higgins & Thompson (2002).

O modelo de efeito aleatório ( $Y_j$ ) e a heterogeneidade ( $I^2$ ) são dados por:

$$Y_j = \hat{\Omega} + \zeta_j + E_j$$

$\hat{\Omega}$ : média meta-analítica;

$\zeta_j$ : efeito aleatório de cada estudo  $j$ ;

$E_j$ : erro aleatório do estudo  $j$ ;

$$I^2 = ((Q - (J - 1)) / Q) \times 100\%$$

$J$ : número de estudos envolvidos na meta análise;

$Q$ : estatística  $Q$  do teste de Cochran;

$$Q = \sum_{j=1} W_j (Y_j - \hat{\Omega}_M)^2$$

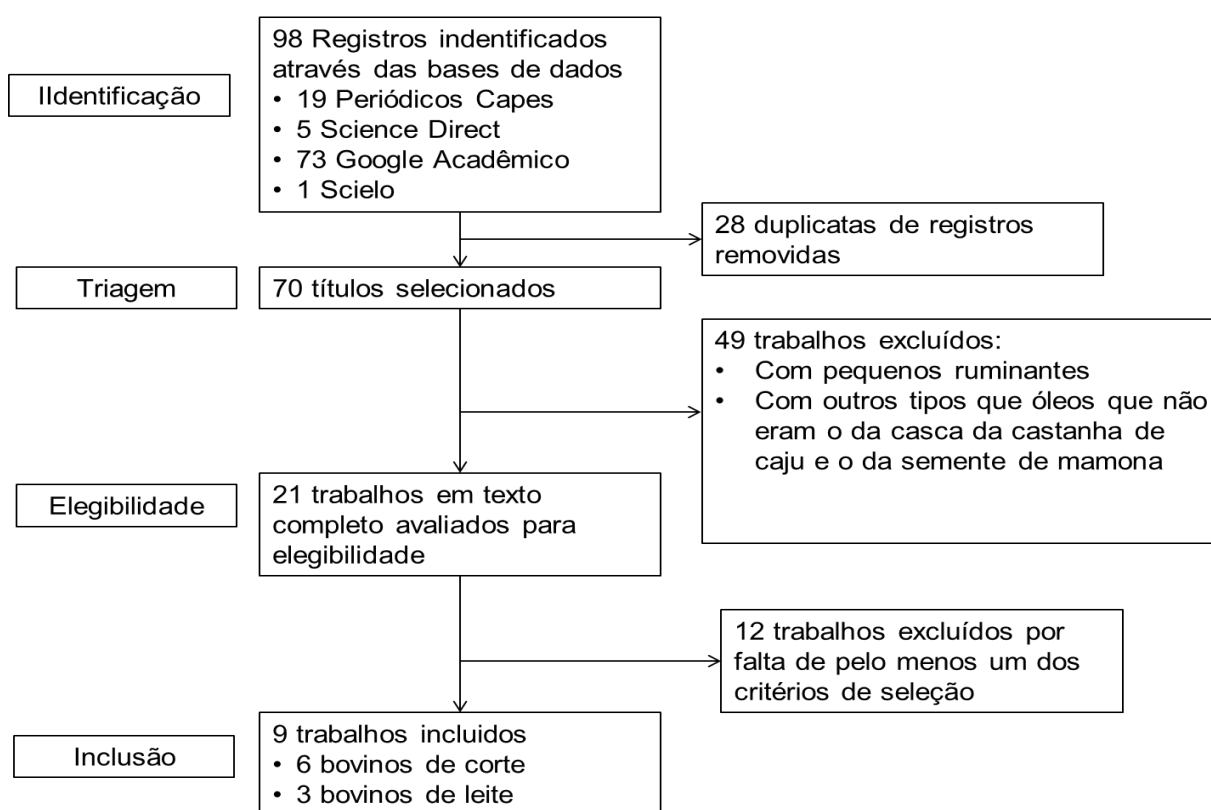
$W_j$ : peso do estudo  $j$ ;

$Y_j$ : medida do efeito do estudo  $j$ ;

$\hat{\Omega}_M$ : estimativa para medida meta-analítica;

A revisão sistemática realizada está esboçada de forma detalhada na (Figura 1). Primeiramente, a busca resultou em um total de 98 trabalhos, dos quais 9 entraram de fato na meta-análise.

FIGURA 1 - Diagrama de fluxo da seleção de artigos.



Dos trabalhos que foram inclusos, 6 eram de bovinos de corte e 3 de bovinos de leite (Tabela 1). Todos os trabalhos se enquadravam dentro do critério de seleção, ou seja, dispunham de todos os critérios de seleção.

Tabela 1 - Características dos estudos selecionados. Brasil (BR), Estados Unidos (EU), São Paulo (SP), Angus/Mestiço Angus (Ang./Mest.Ang.).

Autores	Ensaio (nº)	Trabalhos	País	Estado	Raça	Sistema	Variáveis
Silva et al., 2019	1	Artigo	BR	SP	Nelore	C	CMS; GMD; EA
Zotti et al., 2017	1	Artigo	BR	SP	Nelore	C	CMS; AR; PR; BR
Peruvjav et al., 2013	1	Artigo	EU	Iowa	Ang./Mest. Ang.	C	CMS; GMD; EA
Renesto 2017	1	Dissertação	BR	SP	Nelore	C	CMS; GMD
Magnani 2017	1	Tese	BR	SP	Nelore	C	CMS; GMD; EA
Chagas 2015	4	Tese	BR	SP	Nelore	C	CMS; AR; PR; BR; EA
Jesus et al., 2016	1	Artigo	BR	SP	Holandesa	C	CMS; AR; PR; BR.; PDL; PDLC; GL; P; LAC; DFDN; A:P; CFDN; EA
Ghizzi et al., 2018	1	Artigo	BR	SP	Holandesa	C	CMS; AR; PR; BR.; PDL; PDLC; PDG;TGL; PDP; TP; PDLAC; TLAC; DFDN; A:P; CFDN; EA

(Continuação)

Autores	Ensaio (nº)	Trabalhos	País	Estado	Raça	Sistema	Variáveis
Martins 2017	1	Tese	BR	SP	Holandesa	C	CMS; AR; PR; BR.; PDL; PDLC;PDG; TGL; PDP; TP; PDLAC; TLAC; DFDN; A:P; CFDN; EA

Consumo de matéria seca (CMS), Ganho médio diário (GMD), Proteína animal (PA), Acetato Ruminal (AR), Propionato Ruminal (PR), Butirato Ruminal (BR), Produção diária de leite (PDL), Produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PDLC), Teor de gordura do leite (TGL), Produção diária de gordura do leite (PDG), Teor de proteína do leite (TP), Produção diária de proteína do leite (PDP), Teor de lactose do leite (TLAC), Produção diária de lactose do leite (PDLAC), Consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), Digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFDN), Eficiência animal (EA), Relação acetato:propionato (A:P)

Dos nove trabalhos usados no estudo, resultou em um número amostral de 669, dos quais, 88 representam bovinos de leite (13,15%) e 581 bovinos de corte (86,85%). Das variáveis estudadas, 100% dos trabalhos possuíam CMS, para GMD apenas cinco dos seis trabalhos apresentavam (83,3%), acetato, propionato e butirato, constava em cinco dos nove trabalhos (55,56%), destes, dois eram de bovino de corte e três eram de bovino de leite. Dos nove trabalhos, sete possuíam a variável EA (77%). PA por ter sido calculado, foi possível estimar para todos os trabalhos que apresentavam as variáveis GMD e PL. A PL, PLC 3,5%, CFDN, DFDN e A:P presentes nos três trabalhos referentes à bovinos leiteiros, assim como, o teor e a quantidade em quilos por dia de gordura, proteína e lactose no leite.

Apenas um dos seis trabalhos de bovinos de corte não utilizava animais da raça nelore (85,71%), e sim, animais da raça Angus e cruzada Angus (14,29%). Dos trabalhos com bovinos leiteiros 100% dos animais usados eram da raça Holandesa. O sistema de confinamento foi utilizado em todos os trabalhos que compõem este estudo. O Brasil foi o país onde 85,71% dos trabalhos foram conduzidos, todos no estado de São Paulo.

Estes nove artigos foram meta-analisados e proporcionaram 20 gráficos “forest plot” (Figura 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12,13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21), nos quais constam os estudos usados para cada variável, o número de amostras, as médias e o desvio padrão do tratamento controle e experimental de cada estudo, a diferença padrão entre médias de cada estudo, um intervalo de confiança de 95% para cada estudo, o peso de cada estudo no efeito geral de um tratamento sobre outro e o efeito geral. Todas as figuras são arquivos (formato PNG) de saída do programa estatístico R. Os valores estatísticos constam na Tabela 2.

Tabela 2 - Descrição dos valores da análise estatística para as variáveis utilizadas no estudo meta-analítico.

Variáveis	E <sup>1</sup> (n <sup>o</sup> )	Exp <sup>2</sup> (n)	Con <sup>3</sup> (n)	DPM <sup>4</sup> (95% IC)		Heterogenidade			
				Efeito Aleatório.	p-valor	Qui-quadrado (Q)	GI <sup>5</sup>	p-valor	I <sup>2</sup> (%)
CMS corte kg de MS/dia	9	337	244	0.4956 [-0.2040; 1.1953]	0.1650	95.87	8	< 0.0001	91,7
GMD (kg de PV/dia)	6	318	322	0.1717 [-0.4264; 0.7697]	0.5737	49,93	5	< 0.0001	90
EA corte	5	298	202	-0.8139 [-1.9438; 0.3161]	0.1580	117.45	4	< 0.0001	96,6
CMS leite (kg de MS/dia)	3	44	44	1.0616 [-0.0186; 2.1418]	0.0541	9.07	2	0.0107	77,9
PDL (kg/dia)	3	44	44	0.1968 [-0.6618; 1.0555]	0.6532	6,75	2	0.0342	70,4
PDLC 3,5% (kg/dia)	3	44	44	0.8507 [-0.0661; 1.7674]	0.0690	7,03	2	0.0297	71,6
EA leite	3	44	44	-0.3222 [-0.7465; 0.1021]	0.1367	1.89	2	0.3877	0
Gordura (g/kg)	3	44	44	2.9398 [0.4129; 5.4667]	0.0226	26,07	2	< 0.0001	92,3
Proteína (g/kg)	3	44	44	1.0245 [-0.7755; 2.8245]	0.2646	21,18	2	< 0.0001	90,6



(Continuação)

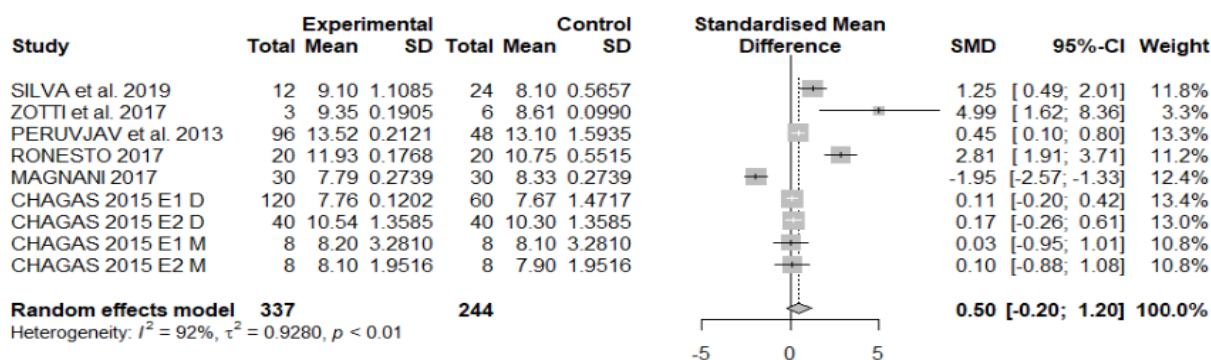
Variáveis	E <sup>1</sup> (n <sup>0</sup> )	Exp <sup>2</sup> (n)	Con <sup>3</sup> (n)	DPM <sup>4</sup> (95% IC)		Heterogenidade			
				Efeito Aleatório.	p-valor	Qui- quadrado (Q)	Gl <sup>5</sup>	p-valor	I <sup>2</sup> (%)
Lactose (g/kg)	3	44	44	0.9434 [- 0.4019; 2.2886]	0,1693	13,39	2	0.0012	85,1
Gordura (kg/dia)	3	44	44	1.0760 [0.0160; 2.1359]	0.0466	8,78	2	0.0124	77,2
Proteína (kg/dia)	3	44	44	0.0454 [- 1.2341; 1.3250]	0.9445	13,75	2	0.0010	85,5
Lactose (kg/dia)	3	44	44	-0.0258 [- 1.0766; 1.0249]	0.9615	9,84	2	0.0073	79,7
CFDN (kg/dia)	2	36	36	0.2134 [- 0.2502; 0.6771]	0.3669	0.10	1	0,7577	0
DFDN (g/kg)	3	44	44	-0.1783 [- 0.5999; 0.2433]	0.4070	1,91	2	0.3855	0
A:P	3	44	44	0.6045 [- 0.5252; 1.7341]	0.2943	11,15	2	0.0038	82,1
Acetato (mol/100m ol)	5	51	54	0.0596 [- 0.4690; 0.5881]	0.8252	6,33	4	0.1760	36,8
Propionato (mol/100m ol)	5	51	54	-0.3805 [- 1.0094; 0.2485]	0.2358	8,27	4	0.0822	51,6
Butirato (mol/100m ol)	5	51	54	-0.9839 [- 2.8475; 0.8797]	0,3008	41,31	4	< 0.0001	90,3
PA (g/dia)	9	362	266	0.1870 [- 0.2954; 0.6694]	0.4473	58,86	8	< 0.0001	86,4

<sup>1</sup> Ensaio, <sup>2</sup> Experimental, <sup>3</sup> Controle, <sup>4</sup> Diferença padrão entre médias, <sup>5</sup> Graus de liberdade

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Grandes ruminantes alimentados com dietas contendo óleo funcional composto por uma mistura de óleo de castanha de caju e óleo de semente de mamona apresentaram CMS semelhante ( $P>0,05$ ) aos alimentados com dietas incluindo monensina (Figuras 2 e 3). O fornecimento de monensina na dieta de ruminantes tende a diminuir o CMS (GANDRA et al., 2010; TOMKINS et al., 2015). Esse decréscimo é atribuído em parte à palatabilidade (RESTLE et al., 2001), além disso, pode ser devida a maior disponibilidade de energia decorrente da modulação da fermentação. Existe uma regulação de consumo relacionada a o maior aporte de energia dentro do rúmen, uma vez que, aumenta a quantidade de propionato ruminal (GANDRA et al., 2009), consequência do uso de monensina.

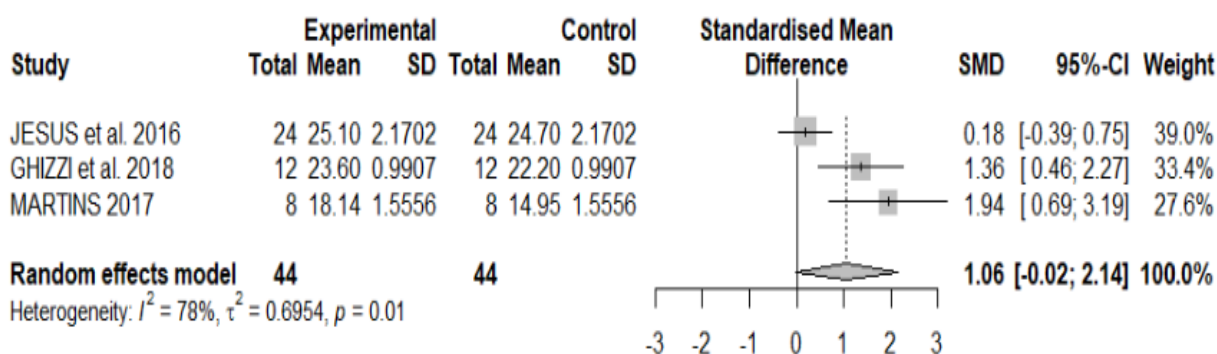
FIGURA 2 - Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação a monensina, no consumo de matéria seca da dieta de bovinos de corte.



A monensina melhora a eficiência energética, consequentemente o consumo diminui sem afetar a produtividade (BAUMGARD et al., 2011; NEUMANN et al., 2018). A não observância de diferença no CMS, provavelmente, está vinculada a semelhança no modo de ação entre o óleo funcional da semente de mamona e casca da castanha de caju e a monensina na fermentação ruminal (SANTOS, 2013), bem como, pelos produtos da fermentação ruminal gerados pelo uso dos dois aditivos também serem semelhantes (CONEGLIAN, 2009). Os resultados apresentados nesta pesquisa para CMS de bovinos de corte e bovinos de leite corroboram com os apresentados por outros autores (RENNÓ et al., 2016; SANTOS, 2016), os quais, também não encontraram diferença no CMS entre animais

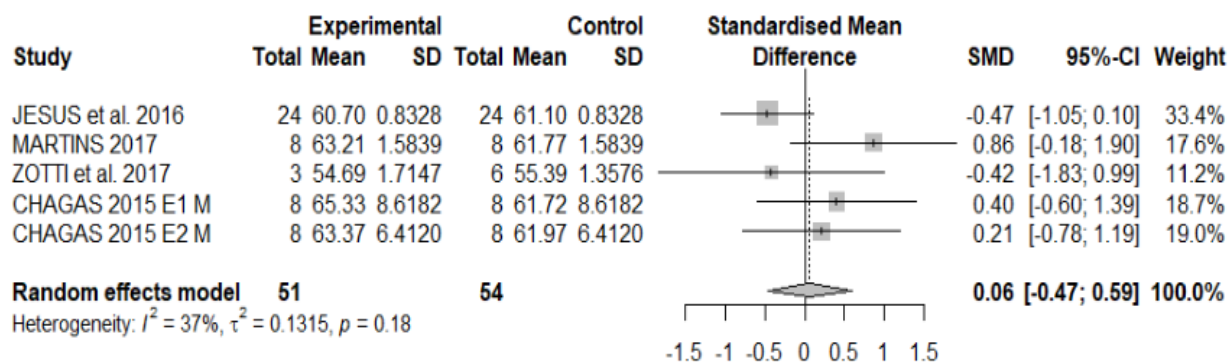
alimentados com óleo funcional de casca de castanha de caju e semente de mamona ou monensina.

FIGURA 3 - Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação a monensina, no consumo de matéria seca da dieta de bovinos de leite.



Os valores de AR, PR e BR foram semelhantes ( $P > 0,05$ ) para a mistura de óleos funcionais e a monensina (Figuras 4, 5 e 6). Khorrami et al. (2015), não observaram diferença ( $P > 0,05$ ) entre a concentração de acetato e butirato no rúmen entre animais alimentados com monensina ou óleos essenciais (tomilho ou canela). Os mesmos autores relataram não haver diferença ( $p > 0,05$ ) entre a concentração de propionato ruminal nos animais submetidos ao óleo de tomilho e a monensina.

FIGURA 4 – Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação à monensina na produção de acetato no rúmen de bovinos de corte e leite.



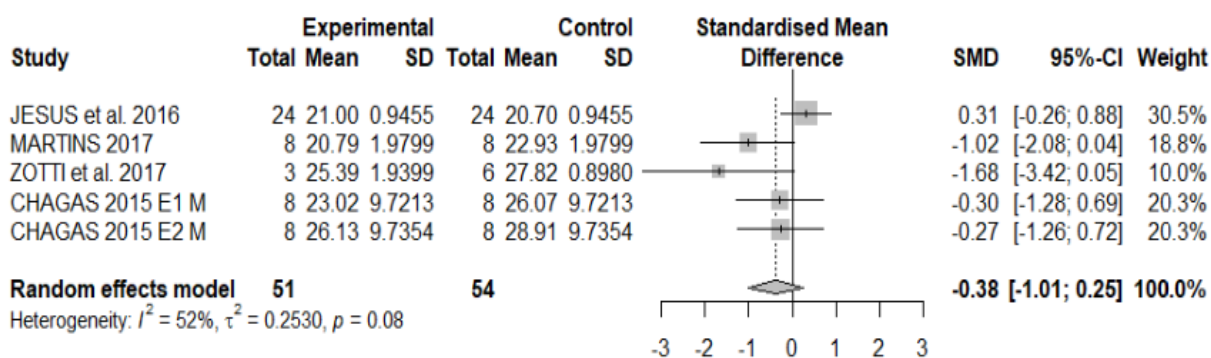
Benchaar e Greathead (2011) analisaram diversos trabalhos, dos quais a maioria *in vitro* e com curto prazo de duração (mínimo 6 horas e máximo 24 horas), realizados com diferentes tipos de óleos essenciais e notaram que muitas vezes a

concentração de AGV no rúmen diminuiu. Já Beauchemin e McGinn (2006) em experimento com novilhas da raça Angus, relataram não haver encontrado diferença entre a concentração de AGV no rúmen, quando comparado o uso de óleo essencial (Crina Ruminants; Akzo Nobel Surface Chemistry S.A., Cedex, França) fornecido na dieta em quantidade de 1 g por dia em relação ao tratamento controle. Levando em conta a modulação da fermentação ruminal bastante parecida entre os dois aditivos pesquisados, a variação da concentração de acetato, propionato e butirato parece estar mais relacionada à composição e proporção de V:C da dieta de que no tipo de aditivo, tratando-se dos aditivos comparados neste trabalho.

Os óleos funcionais, além de serem potenciais aditivos moduladores da fermentação no rúmen, possuem características nutricionais. Talvez em dietas com elevado teor de lipídeos o uso destes acabe por aumentar a porcentagem de extrato etéreo da dieta, prejudicando desta forma a fermentação da fibra e com isso alterando a ingestão e digestão de nutrientes e as concentrações de AGV.

Messana et al. (2013), testaram níveis de 2, 4 e 6% de lipídeos na dieta de bovinos Nelore e verificaram que os diferentes níveis não afetaram a ingestão e digestibilidade dos nutrientes. Porém houve um decréscimo ( $p < 0,001$ ) linear notório ao nível de 6% para concentração de AGV, notadamente de propionato. Um alto nível de extrato etéreo pode vir a afetar a fermentação dos carboidratos fibrosos e não fibrosos gerando alterações nas proporções de ácidos graxos no rúmen.

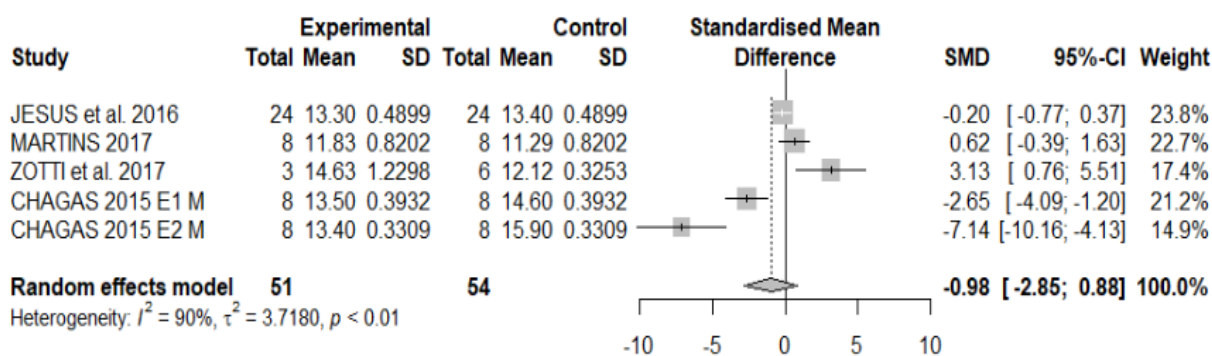
FIGURA 5 – Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação à monensina na produção de propionato no rúmen de bovinos de carne e leite.



A composição do óleo também pode ser mais ou menos tolerável pelos microrganismos ruminais. Queiroga et al., (2010); Schneider et al., (2016),

observaram que os componentes do óleo da castanha do caju e da semente de mamona são ácidos graxos de cadeia longa, insaturados, monoinsaturados e poli-insaturados.

FIGURA 6 – Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação à monensina na produção de butirato no rúmen de bovinos de corte e leite.



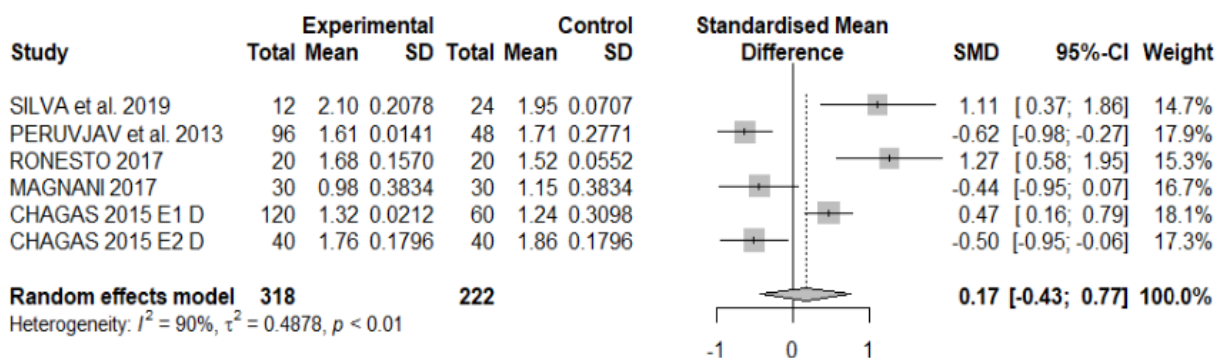
Óleos compostos por ácidos graxos de cadeia média e ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa são mais nocivos às bactérias ruminais (Maia et al., 2012). A quantidade de lipídeos da dieta e o tipo de óleo usado tem relevância na ingestão e fermentação ruminal da fibra, pois o tipo de óleo pode causar um efeito químico, sendo tóxico para as bactérias ruminais, assim como a quantidade também pode causar um efeito físico, recobrando as partículas impossibilitando a aderência das bactérias e, conseqüentemente, podendo variar a quantidade de AR, PR e BR produzidos, o que não foi observado na presente pesquisa.

O óleo funcional não incrementou o desempenho animal em termos de GMD, PDL e PDLC, sendo os valores observados para estas variáveis semelhantes ( $P > 0,05$ ) aos da monensina. Desta forma os resultados (Figuras 7, 8 e 9) demonstram a possível substituição da monensina pelo óleo funcional da castanha do caju e da semente de mamona.

Valero et al., (2016); Valero et al., (2014); Duffield et al., (2012) observaram incremento no ganho médio diário ( $P < 0,05$ ). Este incremento foi obtido pelos animais que recebiam as dietas contendo o óleo funcional ou monensina quando comparados com uma dieta controle. Santos (2016), não observou diferença ( $P > 0,05$ ) entre o GMD de bovinos Nelore recebendo suplemento com óleo funcional ou monensina em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Ornaghi et al.,

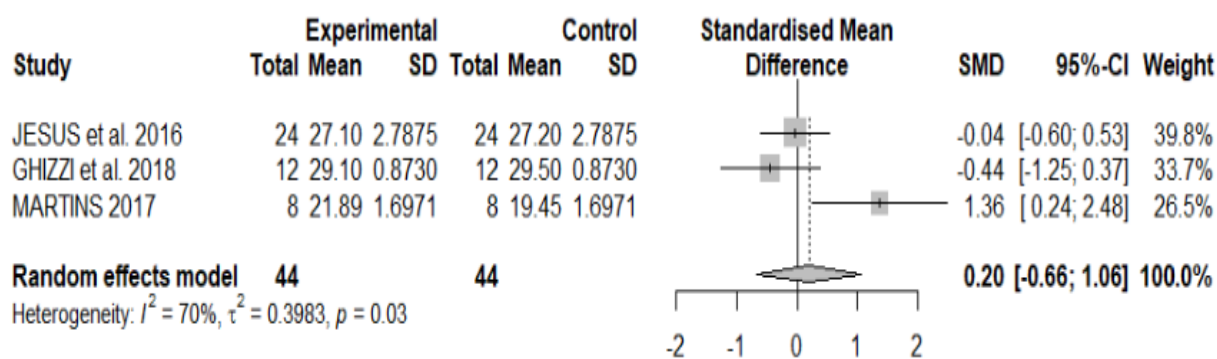
(2017), observaram GMD superiores para os tratamentos com óleos essenciais da canela ( $P=0,04$ ) e de cravo-da-índia ( $P=0,01$ ), comparados ao tratamento controle sem o uso de óleo.

FIGURA 7 – Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação à monensina no ganho médio diário.



Rennó et al. (2016), relataram que a produção de leite entre os animais submetidos aos tratamentos com óleo funcional da casca da castanha de caju e semente de mamona (27,13 kg/dia) ou monensina (27,17 kg/dia) foram iguais ( $P>0,05$ ), ambos diferindo ( $P<0,05$ ) do tratamento controle (25,95 kg/dia). Coutinho et al. (2014), não encontraram diferença ( $P>0,05$ ) entre os diferentes níveis testados de líquido da casca da castanha de caju na alimentação de vacas Simental para as variáveis PDL e PDLC.

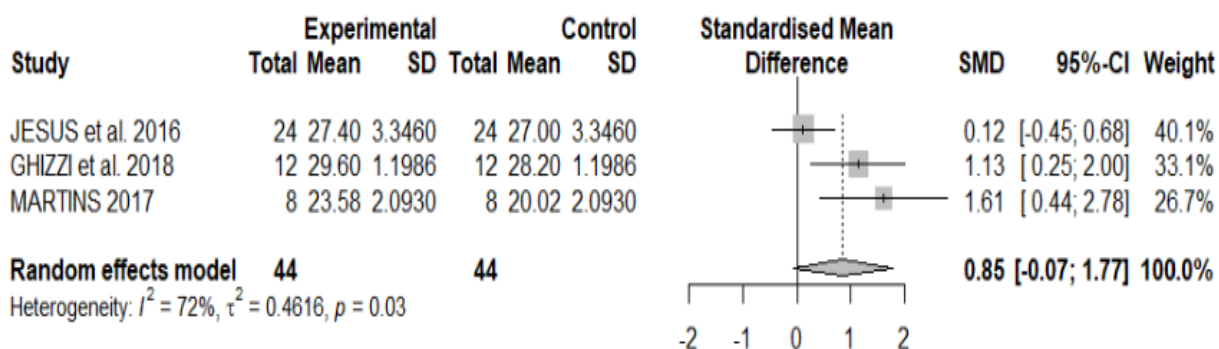
FIGURA 8 – Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação à monensina na produção de leite.



Grandra et al. (2014), constataram maior ( $P<0,001$ ) PDL e PDLC de vacas da raça Simental utilizando ácido ricinoleico extraído da semente de mamona em

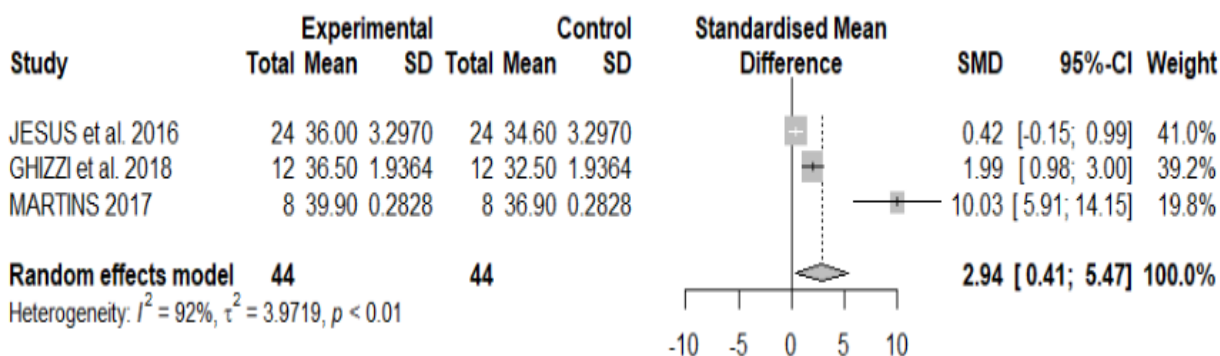
relação a dieta sem o uso do mesmo. O mesmo autor relata que estes resultados estão relacionados às propriedades antimicrobianas do produto testado, o qual causou mudança no perfil de fermentação ruminal.

FIGURA 9 – Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação à monensina na produção de leite corrigida para 3,5% de gordura.



Para o TGL e a PDG o uso de óleo funcional acarretou aumento ( $P < 0,05$ ) em comparação à monensina (Figuras 10 e 11). Segundo Bachman (1992), a porcentagem FDN e FDA na MS, pH ruminal, proporção V:C, relação A:P são parâmetros ruminais que em conjunto influenciam o TGL.

FIGURA 10 – Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação à monensina no teor de gordura do leite.



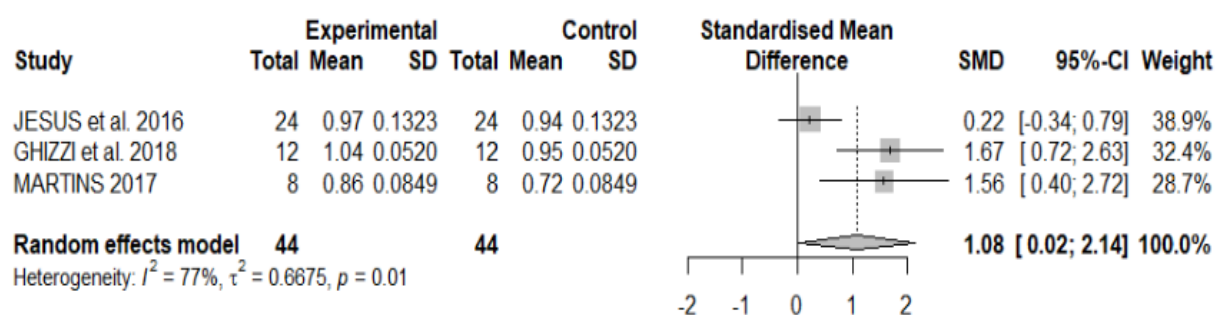
A ingestão de fibra em quantidades adequadas promove a ruminação e por consequência a salivação que por sua vez ajuda a manter o pH ideal dentro do rúmen (entre 6 e 7) para que ocorra a melhor fermentação da celulose. A partir da

fermentação da fibra ocorre a produção de ácido acético dentro do rumem, o qual é utilizado pela glândula mamária para formar a gordura do leite.

Nos três ensaios os valores para AR e PR se encontram dentro do esperado para resultar em uma relação molar em torno de 2,8, pois segundo Bachman (1992), valores acima de 2,1 não causam diminuição no TGL. Além da relação A:P a proporção de V e C das dietas dos ensaios eram de 48:52, 50:50 e 54:46, com valores de FDN de 36,9%, 29% e 50,32%, também minimamente favoráveis para a secreção de gordura do leite. Segundo Peres (2001) a gordura do leite é afetada pela relação V:C e pela fibra efetiva, o mesmo autor comenta que dietas com mais de 60% de concentrado o teor de fibra diminui juntamente com tempo de ruminação, produção de saliva, pH ruminal e relação A:P propiciando a queda no TGL.

Schären et al. (2016), Vendramini et al. (2016), observaram maior ( $P < 0,05$ ) relação A:P para o tratamento com óleo essencial (Crina Ruminants, DSM, Basel, Suíça) e (Crina® Ruminants, DSM Nutritional Products Brazil Ltd., Sao Paulo, Brazil) respectivamente comparado com o tratamento contendo monensina, no entanto não houve diferença ( $P > 0,05$ ) no CMS entre os mesmos tratamentos. Estes resultados foram atribuídos à maior produção de PR para os tratamentos com inclusão de monensina, pelo fato de que este aditivo modifica a fermentação, proporcionando o desenvolvimento de bactérias produtoras de ácido propiônico.

FIGURA 11 – Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação à monensina na produção diária de gordura do leite.



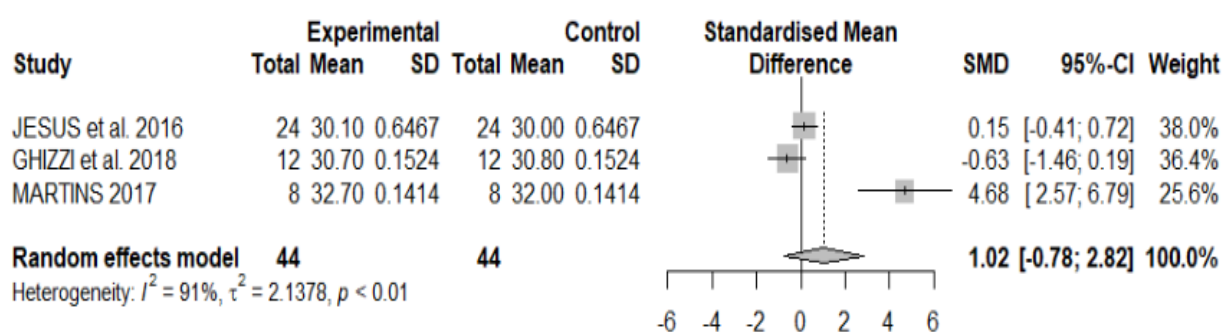
No presente trabalho não houve diferença entre as quantidades de AR, PR e BR, assim como não houve maior produção de leite entre os tratamentos. Possivelmente o aumento no TGL e na PDG esteja relacionado à relação V:C e a monensina, apesar de não haver diferença na produção de PR, notou-se uma



tendência de redução da sua quantidade quando a dieta não continha monensina. Mesmo não havendo diferença estatística entre os tratamentos para a produção de PR, esta queda pode ter colaborado para proporcionar diferença nas variáveis TGL e PDG.

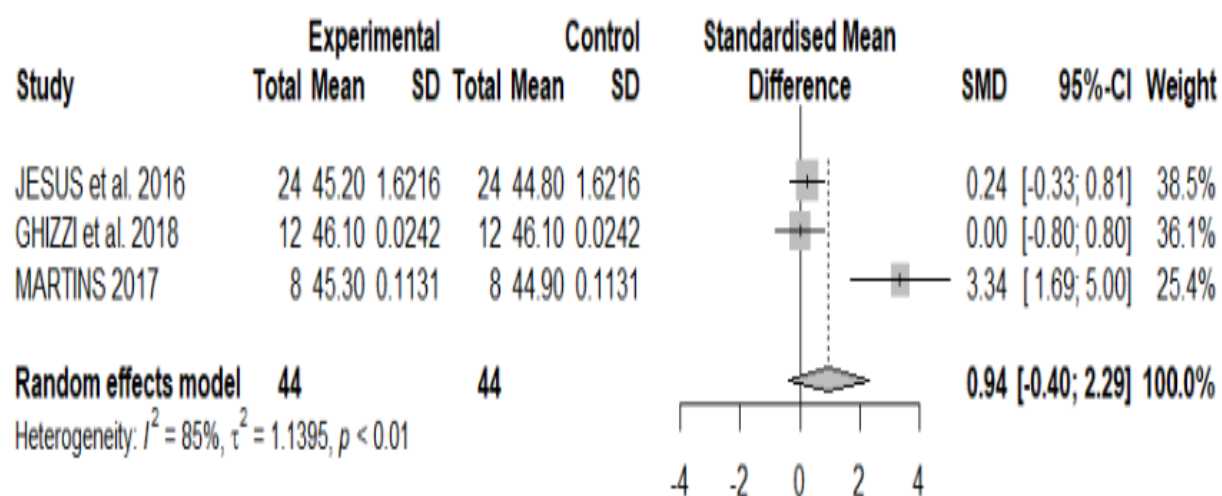
As variáveis, TPL, TLAC, PDP e PDLAC do leite não sofreram alteração, mantendo-se semelhantes ( $P>0,05$ ), independente do tratamento avaliado, óleo funcional ou monensina (Figuras 12, 13, 14 e 15) adicionados na dieta dos bovinos de corte e leite. O aumento ou diminuição do TPL normalmente está associado à produção de leite. Peres (2001) afirma que o principal fator para o aumento do TPL é a produção de leite, ou seja, uma diminuição na produção evidencia uma concentração maior do TPL, assim como um aumento na produção de leite causa o efeito contrário. O TLAC é, entre os componentes do leite, o que apresenta a menor variabilidade considerando o seu efeito osmótico a nível de glândula mamária.

FIGURA 12 – Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação à monensina no teor de proteína do leite.



Outros trabalhos mostram que estas duas frações (proteína e lactose) não são alteradas, tanto pelo uso de monensina como pelo uso de óleos essenciais. Benchaar (2015), não constatou diferença ( $P>0,05$ ) nos componentes do leite (proteína e lactose) entre os tratamentos óleo de canela e monensina. Kholif et al. (2012) não encontraram diferença ( $P>0,05$ ) para porcentagem de proteína e lactose do leite de cabras alimentadas com dieta contendo diferentes óleos essenciais (alho, canela e gengibre). Flores et al. (2013) testaram diferentes níveis (0, 200, 400, 600 mg/animal/dia) de uma mistura de óleos essenciais e não obtiveram influência ( $P>0,05$ ) nenhuma nos componentes do leite.

FIGURA 13 – Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação à monensina no teor de lactose do leite.



Assim como TPL e TLAC, as produções diárias destes componentes do leite também não diferiram ( $P > 0,05$ ). Este resultado pode ser consequência da produção de leite. A PL sendo igual entre os tratamentos e a concentração de cada componente também sendo igual entre os tratamentos colaboraram para que não houvesse diferença entre os tratamentos para PDP e PDLAC. Talvez se algum aditivo proporcionasse uma maior produção de leite houvesse diferença entre as variáveis QPL e QLAC.

FIGURA 14 – Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação à monensina na produção diária de proteína do leite.

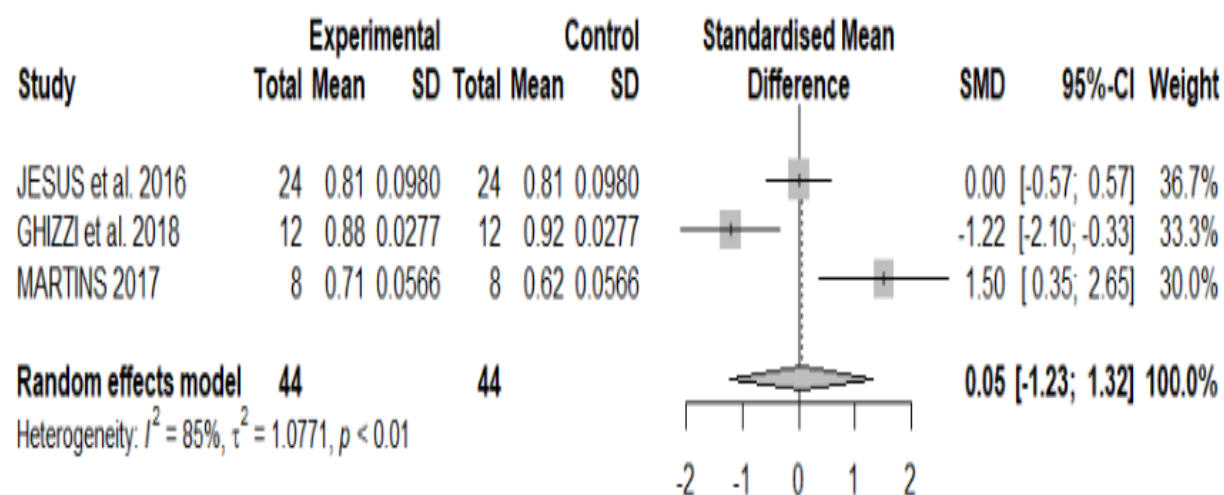
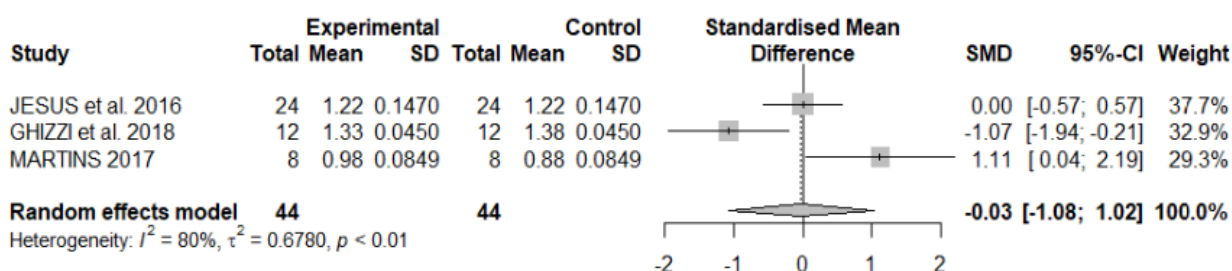


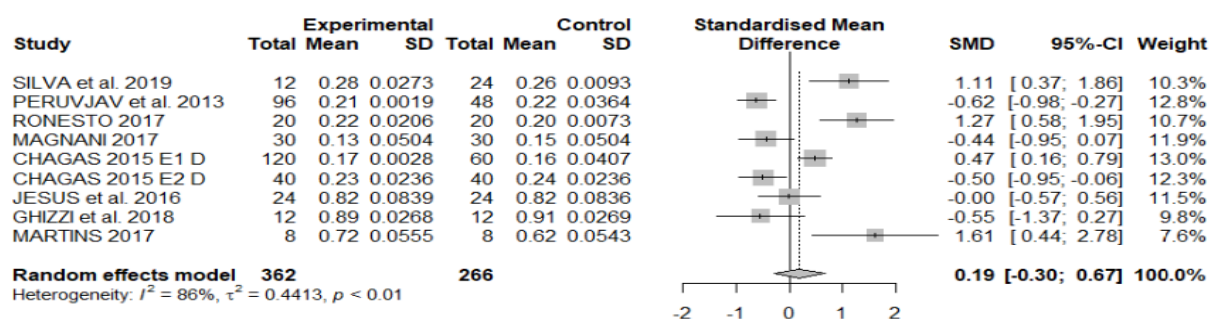
FIGURA 15 – Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação à monensina na produção diária de lactose.



A PA não sofreu mudanças com o uso do óleo funcional sendo igual ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos (Figura 16). Valero et al. (2014) não constataram diferença ( $P = 0,69$ ) no teor de proteína do músculo *longissimus dorsi* de animais alimentados com óleo funcional a base de óleo de castanha de caju e semente de mamona em relação aos animais alimentados sem óleo funcional.

Oliveira et al. (2014), ao fornecerem uma mistura de óleos essenciais contendo capsaina, eugenol, cinamaldeído, e carvacrol na dieta de vacas em lactação, não notaram diferença ( $P = 0,26$ ) no TPL destes animais. Para que haja aumento da PA seria necessário que houvesse aumento na PL ou de GMD, o que não foi demonstrado por este estudo, do que uma alteração na composição proteica do músculo e do leite.

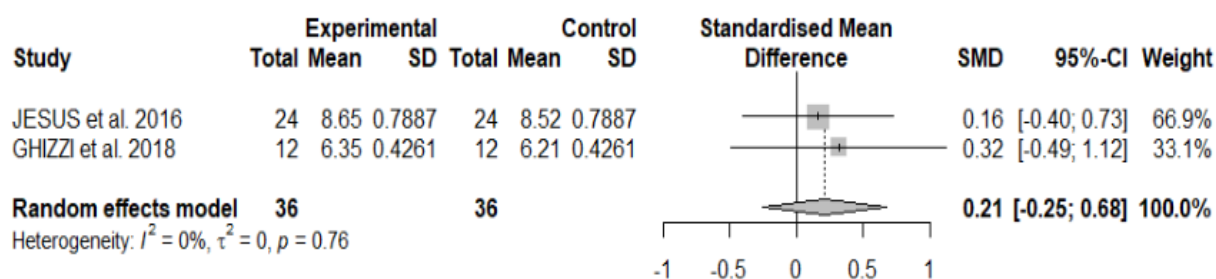
FIGURA 16 – Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação à monensina na produção de proteína animal diária.



As variáveis CFDN e DFDN (Figuras 17 e 18) não apresentaram diferença ( $P > 0,05$ ). Nenhum dos dois aditivos influenciou no consumo ou digestibilidade da fibra. Assim como, a relação A:P também não demonstrou diferença ( $p > 0,05$ ) tanto

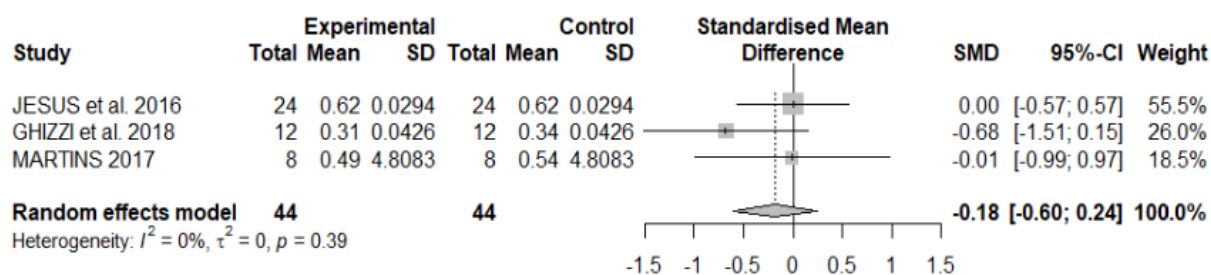
para o óleo funcional como para a monensina (Figura 19). Um aumento no CFDN também é relatado por Ornaghi et al. (2017), que usando óleo de canela e cravo na dieta de ruminantes, proporcionou um maior ( $P < 0,05$ ) CFDN em relação aos animais que consumiam a dieta controle.

FIGURA 17 – Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação à monensina no consumo de fibra em detergente neutro de bovinos de leite.



Embora a variável DFDN não tenha sofrido influência do óleo funcional, nem da monensina, quando comparados entre si. Outros autores relatam que ao testarem monensina sódica (KOZERSKI et al., 2017), ou óleo da casca da castanha de caju (BRANCO et al., 2015), notaram que a digestibilidade da fibra em detergente neutro podia ser alterada. Tanto o óleo da casca da castanha de caju, como a monensina sódica, melhoravam a digestibilidade da fibra em detergente neutro, quando comparado com a dieta controle.

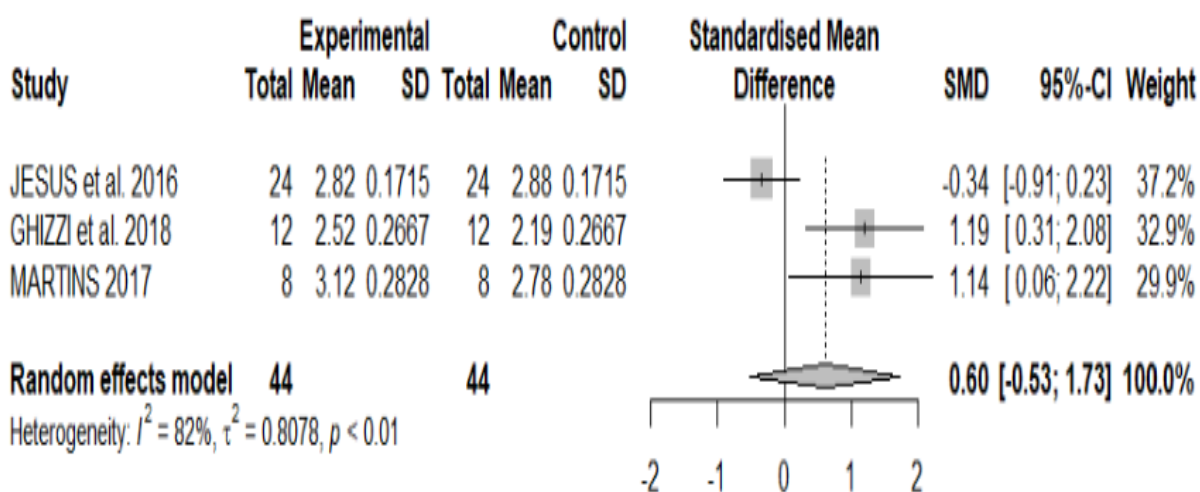
FIGURA 18 – Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação à monensina na digestibilidade da fibra em detergente neutro da dieta de bovinos de leite.



Em um trabalho realizado por Giannenas et al. (2011), o qual foram testadas três doses (50, 100, 150 mg/kg de MS) diferentes de uma mistura de óleos para

modulação ruminal (Crina Ruminants, DSM Nutritional Products, Basel, Switzerland), em ovelhas da raça Chios, obtiveram como resultado para a relação A:P, uma queda conforme a dose do aditivo aumentava, apresentando assim, diferença ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos. Schären et al. (2017) ao testar a mesma mistura de óleos (Crina Ruminants, DSM Nutritional Products, Basel, Switzerland) ou monensina, em vacas da raça Holandesa, encontraram diferença ( $P < 0,05$ ) entre a relação A:P para os tratamentos com o óleo e com monensina, porém, o tratamento com óleo foi igual ( $P > 0,05$ ) ao tratamento controle.

FIGURA 19 – Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação à monensina na relação acetato:propionato de bovinos de leite.



O óleo funcional não beneficiou a EA de grandes ruminantes em relação à monensina. Os dois aditivos apresentaram resultados semelhantes ( $P > 0,05$ ) (Figuras 20 e 21) para a variável EA. Autores relataram melhora na EA quando os animais foram alimentados com monensina ou óleo funcional em comparação a uma dieta controle (GANDRA et al., 2009; GANDRA et al., 2010; VALERO et al., 2016). Porém, ao comparar os aditivos entre si, esta diferença não é demonstrada, pois, ambos demonstram proporcionar incremento na EA, por modularem a fermentação ruminal de maneira bastante similar.

FIGURA 20 – Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação à monensina na eficiência animal de bovinos de corte.

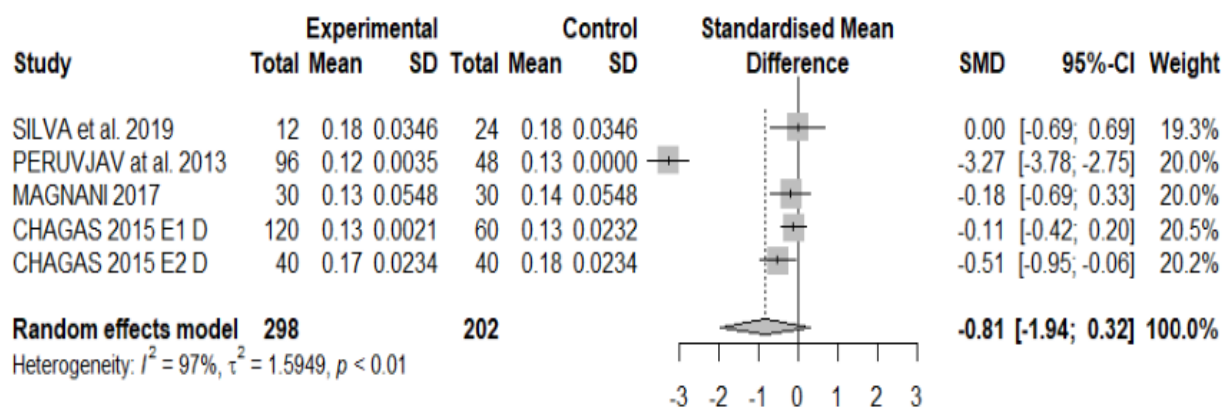
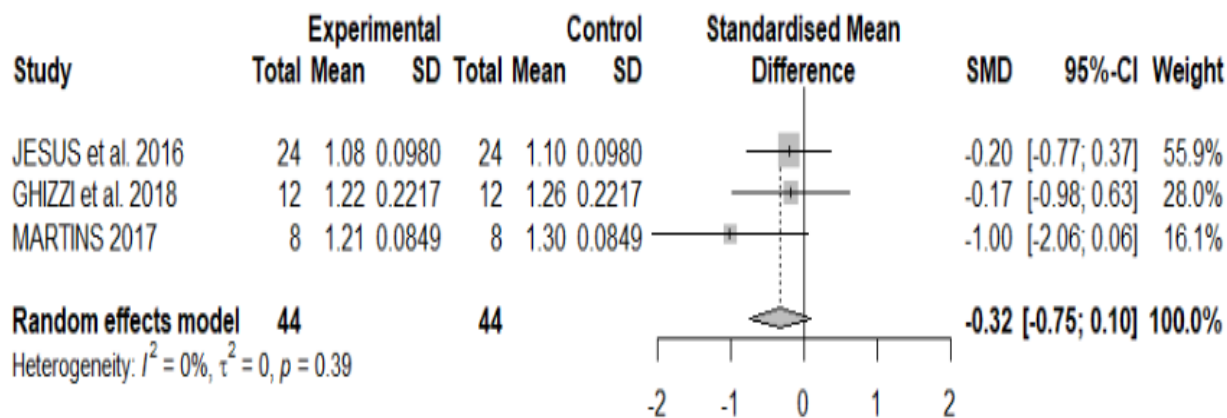


FIGURA 21 – Efeito da mistura de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona em relação à monensina na eficiência animal de bovinos de leite.



## CONCLUSÃO

Com base no observado a partir deste estudo meta-analítico, conclui-se que a monensina pode ser substituída por uma mistura de óleo funcional composto por óleo da castanha de caju e óleo da semente de mamona, considerando as mesmas doses usadas nos trabalhos originais.

O teor de gordura do leite e a produção diária de gordura no leite aumentam com o uso do óleo funcional em relação à monensina. Tanto o uso de uma mistura

de óleo funcional da castanha de caju e da semente de mamona ou da monensina não afeta a produção de acetato, propionato e butirato no rúmen, bem como o ganho médio diário, produção de leite, produção de leite corrigida para 3,5% de gordura, produção diária de proteína e lactose do leite, teor de proteína e lactose do leite, consumo e digestibilidade da fibra em detergente neutro, eficiência animal, relação acetato:propionato e produção de proteína animal diária. Contudo, mais estudos comparando estes aditivos são necessários para consolidar estes resultados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACHMAN, K.C. Managing milk composition. In: **Large Dairy Herd Management**, p. 336-346, 1992.

BAUMGARD, L. H. et al.. Postabsorptive carbohydrate adaptations to heat stress and monensin supplementation in lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n.11, p. 5620–5633, 2011.

BEAUCHEMIN, K. A. & McGinn, S. M. Methane emissions from beef cattle: Effects of fumaric acid, essential oil, and canola oil<sup>1</sup>. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. 6, 2006.

BENCHAAR, C. et al.. Diet supplementation with cinnamon oil, cinnamaldehyde, or monensin does not reduce enteric methane production of dairy cows. **Animal**, v. 10, n. 03, p. 418–425, 2015.

BENCHAAR, C., & Greathead, H. Essential oils and opportunities to mitigate enteric methane emissions from ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, 166-167, 338–355, 2011.

BRANCO, A. F. et al. Effect of technical cashew nut shell liquid on rumen methane emission and lactation performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 6, 2015.

CATELAN, S. B. U. et al. Cardanol: toxicogenetic assessment and its effects when combined with cyclophosphamide. **Genetics and Molecular Biology**, v. 39, n. 2, p. 279-289, 2016.

COUTINHO, D. A. et al.. Intake, digestibility of nutrients, milk production and composition in dairy cows fed on diets containing cashew nut shell liquid. **Acta Scientiarum. Animal Sciences Maringá**, v. 36, n. 3, p. 311-316, July-Sept., 2014.

CHAGAS, L. J. **Desempenho, metabolismo e emissão de metano de bovinos Nelore em terminação recebendo óleos funcionais em substituição ou combinação com monensina sódica na dieta**. 2015, il, 134 p.. Tese (Doutorado em Ciência Animal). – Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2015.

DUFFIELD, T. F. et al.. Meta-analysis of the effects of monensin in beef cattle on feed efficiency, body weight gain, and dry matter intake<sup>1</sup>. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 12, p. 4583–4592, 2012.

EIFERT, E. da C. et al. Efeito da combinação de óleo de soja e monensina na dieta sobre o consumo de matéria seca e a digestão em vacas lactantes. **R. Bras. Zootec**, v. 34, n. 1, 2005.

EUROPA. **Regulation (EC) No 1831/2003 of the European Parliament and of the Council of 22 September 2003 on additives for use in animal nutrition (Text with EEA relevance)**. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX:32003R1831>. Acesso em: 30 de setembro de 2019.

FERREIRA de JESUS, E. et al. Influence of a blend of functional oils or monensin on nutrient intake and digestibility, ruminal fermentation and milk production of dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v. 219, p. 59-67, 2016.

FLORES, A. J. et al.. Effects of specific essential oil compounds on the ruminal environment, milk production and milk composition of lactating dairy cows at pasture. **Animal Feed Science and Technology**, v. 186, n. 1-2, p. 20–26, 2013.

FURLAN, M. M. **Inclusão de óleo funcional e monensina na dieta de vacas primíparas e lactantes da raça Holandês no verão**. 2017, 72 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP, 2017.

GANDRA et al.. Productive performance and milk protein fraction composition of dairy cows supplemented with sodium monensin. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 8, p. 1810-1817, 2010.

GHIZZI, L. G. et al. Effects of functional oils on ruminal fermentation, rectal temperature, and performance of dairy cows under a high temperature humidity index environment. **Animal Feed Science and Technology**, v. 246, p. 158-166, 2018.

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.

HIGGINS, J. P. T. & Thompson S. G. Quantifying heterogeneity in a metaanalysis. **Stat Med**, v. 21, p. 1539-58, 2002.

KHOLIF, S. M. et al.. Effect of Supplementing Lactating Goats Rations with Garlic, Cinnamon or Ginger Oils on Milk Yield, Milk Composition and Milk Fatty Acids Profile. **Journal of Life Sciences**, v. 4, n. 1, p. 27–34, 2012.

KHORRAMI, B. et al. Thyme and cinnamon essential oils: Potential alternatives for monensin as a rumen modifier in beef production systems. **Animal Feed Science and Technology**, v. 200, p. 8–16, 2015.



KOZERSKI, N. D. et al. Use of monensin in lactating crossbred dairy cows (Holstein x Gyr) raised on tropical pastures with concentrate supplementation. **Animal Feed Science and Technology**, v. 232, p. 119-128, 2017.

MAGNANI, E. **Efeito dos teores de fibra e da adição de monensina ou óleo funcional no desempenho ou emissão de metano de bovinos Nelore em terminação**. 2017, 145 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP, 2017.

MAIA, M. de O. et al.. Intake, nutrient apparent digestibility and ruminal constituents of sheep fed diets with canola, sunflower or castor oils. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 41, n. 11, p. 2350-2356, 2012.

MESSANA, J. D. et al.. Rumen fermentation and rumen microbes in Nelore steers receiving diets with different lipid contents. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 3, p. 204-212, 2013.

MORALES, E. R. et al.. Ricinoleic acid inhibits methanogenesis and fatty acid biohydrogenation in ruminal digesta from sheep and in bacterial cultures<sup>1,2</sup>. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 13, p. 4943–4950, 2012.

NEUMANN, M. et al.. 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.

OLIVEIRA, H. B. N. et al. Desempenho de vacas em lactação consumindo dietas contendo misturas de óleos essenciais. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v. 15, n. 3, p. 670-678, jul/set., 2014.

ORNAGHI, M. G. et al.. Essential oils in the diet of young bulls: Effect on animal performance, digestibility, temperament, feeding behaviour and carcass characteristics. **Animal Feed Science and Technology**, v. 234, p. 274–283, 2017.

PERES, J. R. O leite como ferramenta do monitoramento nutricional. In.: **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. p. 30-37. 2001.

PUREVJAV, T. et al. Effects of functional oils and monensin on cattle finishing programs. **The Professional Animal Scientist**, v. 29, p. 426–434, 2013.

RENNÓ, F. P. et al. Effects of functional oils or monensin on dry matter digestibility, milk yield, and composition of Holstein cows. **Journal Animal Science**, v. 94, p. 757, 2016.

RESTLE, J. et al.. Terminação em Confinamento de Vacas e Novilhas sob Dietas com ou sem Monensina Sódica<sup>1</sup>. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1801-1812, 2001.

RONESTO, D. M. **Doses de suplemento e ativos na recria de tourinhos Nelore em pastagem e seu impacto na terminação em confinamento**. 2017, xi, 58 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2017.

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

SCHÄREN, M. et al.. Differential effects of monensin and a blend of essential oils on rumen microbiota composition of transition dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 4, p. 2765–2783, 2017.

SILVA, A. P. dos S. et al. Effect of replacing antibiotics with functional oils following an abrupt transition to high-concentrate diets on performance and carcass traits of Nelore cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v. 247, p. 53–62, 2019.

TOMKINS et al.. Manipulating rumen fermentation and methanogenesis using an essential oil and monensin in beef cattle fed a tropical grass hay. **Animal Feed Science and Technology**, v. 200, p. 25-34, Feb. 2015.

VALERO, M. V. et al.. Feeding propolis or essential oils (cashew and castor) to bulls: performance, digestibility, and blood cell counts. **Revista Colombiana Ciencias Pecuarias**, v. 29, p. 33-42, 2016.

VALERO, M. V. et al.. Propolis and essential oils additives in the diets improved animal performance and feed efficiency of bulls finished in feedlot. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 36, n. 4, p. 419-426, Oct.-Dec., 2014.

QUEIROGA, R. de C. R. do E. et al.. Produção e composição química do leite de cabras mestiças Moxotó sob suplementação com óleo de licuri ou de mamona. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, jan. 2010.

VENDRAMINI, T. H. A. et al.. Effects of a blend of essential oils, chitosan or monensin on nutrient intake and digestibility of lactating dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v. 214, p. 12–21, 2016.

WATANABE, Y. et al.. 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.

ZOTTI, C. A. et al. Monensin and a blend of castor oil and cashew nut shell liquid used in a high-concentrate diet abruptly fed to Nelore cattle. **American Society of Animal Science**, v. 95, p. 4124–4138, 2017.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Visto que o produtor segue a tendência proposta pelos consumidores e que alguns países estão banindo o uso de antibióticos ionóforos, devido a induzir resistência bacteriana e os possíveis danos à saúde humana, o óleo funcional de semente de mamona e da casca da castanha de caju pode ser uma alternativa como modulador da fermentação ruminal. Isto é reforçado pelo fato de a modulação ruminal proporcionada por estes óleos funcionais produzir resultados bastante similares aos obtidos com o uso da monensina.

A similaridade entre os resultados obtidos nesta pesquisa na maioria das variáveis analisadas é produto de um número de trabalhos recentes, que comparam óleo funcional da semente de mamona e da casca da castanha de caju com monensina. O seguimento de pesquisas que comparem estes dois aditivos em animais de produção é interessante para consolidar resultados, esclarecer os mecanismos de ação destes óleos funcionais dentro do rúmen e incentivar o desuso de antibióticos na alimentação de animais de produção.

A meta-análise pode ser uma ferramenta interessante de pesquisa em momentos difíceis, onde recursos para pesquisa estão sendo restringidos, visto que demanda somente tempo e dedicação do pesquisador para a coleta de dados e análise das variáveis coletadas, após uma revisão de literatura feita de maneira sistemática. Uma pesquisa meta-analítica possibilita a coleta e análise de quantidade elevada de dados já publicados a respeito de determinado assunto, possibilitando um número amostral alto. No mundo tem aumentado o número de meta-análise publicada em periódicos, não somente com pesquisas da área da saúde onde é bastante empregada, mas em diversas áreas, como na pesquisa produção animal.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALISSON, M. J. Allison, M. J. Biosynthesis of Amino Acids by Ruminant Microorganisms. **Journal of Animal Science**, v. 29, n. 5, p. 797–807, 1969.
- ARIELI, A. et al.. Production and Health of Cows Given Monensin Prepartum and a High-Energy Diet Postpartum. **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 5, p. 1845–1851, 2008.
- BAUMGARD, L. H. et al.. Postabsorptive carbohydrate adaptations to heat stress and monensin supplementation in lactating Holstein cows<sup>1</sup>. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n.11, p. 5620–5633, 2011.
- BERGEN, W. G., & BATES, D. B. Ionophores: Their Effect on Production Efficiency and Mode of Action. **Journal of Animal Science**, v. 58, n. 6, p.1465–1483, 1984.
- BERTIPAGLIA, L. M. A. **Suplementação protéica associada a monensina sódica e *Saccharomyces cerevisiae* na dieta de novilhas mantidas em pastagens de capim-marandu**. 2008. xxi, 102f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2008.
- BORGES, L. F. de O. et al.. Efeitos da enramicina e da monensina sódica no consumo de matéria seca, na fermentação ruminal e no comportamento alimentar em bovinos alimentados com dietas com alto nível de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, V. 37, n.4, p. 681-688, 2008.
- CANOZZI, A. **Castração e descorna/amochamneto em bovinos de corte: revisão sistemática e meta-análise**. 2015. 229 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2015.
- CONEGLIAN, S. M. **Uso de óleos essenciais de mamona e caju na dieta de bovinos**. 2009. 100f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, 2009.
- CORDEIRO, A. M. et al. Revisão sistemática: uma revisão narrativa. **Rev. Col. Bras. Cir**, v. 34, n. 6, 2007.
- COSTA, L. F. X. et al.. Viabilidade da utilização da monensina sódica na alimentação de ruminantes: revisão de literatura. **Nutritime Revista Eletrônica**, on-line, Viçosa, v. 15, n. 01, p. 8115-8121, jan./fev., 2018.
- DIAZ, T. C. et al. Líquido da casca da castanha de caju em dietas para ruminantes. **Revista Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias**, v. 10, n. 1, p. 1-10, Ago, 2015.
- DORMAN, H. J. D., & DEANS, S. G. . Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. **Journal of Applied Microbiology**, v.88, n.2, p.308–316, 2000.

EIFERT, E. da C. et al. Efeitos do fornecimento de monensian e óleo de soja na dieta sobre o desempenho de vacas leiteiras na fase inicial de lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2123-2132, 2005.

GANDRA, J. R. et al.. Parametros sanguíneos de vacas leiteiras submetidas á diferentes níveis de monensina sódica nas rações. **Revista Brasileira de Saude e Produção Animal**, v.10, n.1, p.115-125, jan/mar, 2009.

GANDRA, J. R. et al.. Addition of increasing doses of ricinoleic acid from castor oil (*Ricinus communis* L.) in diets of Nellore steers in feedlots. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 21, p. 566–576, 2012.

GANDRA, J. R. et al.. Productive performance of simmental dairy cows supplemented with ricinoleic acid from castor oil. **Archivos de Zootecnia**. v. 63, n. 244, p. 575-585, 2014.

JESUS, E. F. de et al. Influence of a blend of functional oils or monensin on nutrient intake and digestibility, ruminal fermentation and milk production of dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v.219, p.59-67, Sep. 2016.

JOCH, M. et al. In vitro Screening of Essential Oil Active Compounds for Manipulation of Rumen Fermentation and Methane Mitigation. **Asian Australas. J. Anim. Sci.** v. 29, n. 7, p. 952-959, July, 2016.

JOSHI, P. C. et al.. A pilot study on effect of feeding castor (*Ricinus communis*) oil on milk yield and composition in lactating Kankrej cows. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 7, n. 6, p. 126-128, 2018.

KONGMUN, P. et al. Effect of coconut oil and garlic powder on in vitro fermentation using gas production technique. **Livestock Science**, v. 127, n. 1, p. 38–44. 2010.

KOZERSKI, N. D. et al.. Use of monensin in lactating crossbred dairy cows (Holstein x Gyr) raised on tropical pastures with concentrate supplementation. **Animal Feed Science and Technology**, n. 232, p. 119–128, 2017.

LOVATTO, P. A. et al. Meta-análise em pesquisas científicas - enfoque em metodologias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suplemento especial, p.285-294, 2007.

LU, Z. et al. Dietary Energy Level Promotes Rumen Microbial Protein Synthesis by Improving the Energy Productivity of the Ruminal Microbiome. **Front. Microbiol.** V. 10, p. 847, 2019.

LUVISON, E. F. **Óleos funcionais como aditivos na nutrição de ruminantes**. 2014. 59 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal do Paraná, PR, 2014.

MAIA, M. O. Consumo, digestibilidade de nutrientes e parâmetros sanguíneos de cabras mestiças moxotó suplementadas com óleos de licuri ou mamona. **Ciência Rural**, v.40, n.1, Jan./Fev., 2010.

MARCUCCI, M. T. et al. Efeito do aditivo monensina sódica no metabolismo ruminal de bovinos de corte. **Revista Científica de Medicina Veterinária**, v.17, n. 22, jan/jun, 2014.

MARTINEZ, C. M. et al.. Effects of dietary forage level and monensin on lactation performance, digestibility and fecal excretion of nutrients, and efficiency of feed nitrogen utilization of Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n.7, p. 3211–3221, 2009.

MOURO, G. F. et al. Fontes de carboidratos e ionóforo em dietas contendo óleo vegetal para ovinos: digestibilidade, balanço de nitrogênio e fluxo portal de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2144-2153, 2006.

MUÑOZ, S. I. S. et al. Revisão sistemática de literatura e metanálise: noções básicas sobre seu desenho, interpretação e aplicação na área da saúde. An. 8. **Simp. Bras. Comun. Enferm.** 2002.

NEUMANN, M. et al.. 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.

NOVAK, A. F. et al.. Antimicrobial activity of some ricinoleic acid oleic acid derivatives. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 38, n. 6, p. 321–324. 1961.

OGUNADE, I. et al.. Monensin Alters the Functional and Metabolomic Profile of Rumen Microbiota in Beef Cattle. **Animals**, v. 8, n.11, p. 211, 2018.

OLIVEIRA, M. S. C. et al.. Antioxidant, larvicidal and antiacetylcholinesterase activities of cashew nut shell liquid constituents. **Acta Tropica**, v. 117, n. 3, p.165–170. 2011.

OLIVEIRA, O. A. M. et al. Utilização de aditivos modificadores da fermentação ruminal em bovinos de corte. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 12, n. 1, p. 287-311, jan./marc., 2019.

OSMARI, M. P. et al. Líquido da casca da castanha de caju: características e aplicabilidades na produção animal. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.9, n.3, p. 143-149, Mar., 2015.

RANGEL, A. H. N. et al. Utilização de ionóforos na produção de ruminantes. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.8, n.2, p.174-182, 2008.

REIS, R. A. et al. Semiconfinamento para produção intensiva de bovinos de corte. In: **Simpósio Matogrossense de Bovinocultura de Corte**, Cuiabá, p.195-224, ago., 2011.

RENNÓ, F. P. et al. Effects of functional oils or monensin on dry matter digestibility, milk yield, and composition of Holstein cows. **Journal Animal Science**, v. 94, p. 757, 2016.

RUSSEL, J. B. et al. Effect of Ionophores on Ruminal Fermentation. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 55, n. 1, p. 1-6, Jan. 1989.

SAMPAIO, R. F., MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v.11, n.1, p.83-89, jan./fev., 2007.

SANTOS, N. F. **Uso do óleo funcional essencial (oligobasics®) em dietas de ovinos**. 2013. 62 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Goias, 2013.

SAUVANT, D. et al. Les métaanalyses des données expérimentales: Applications en nutrition animale. **INRA Productions Animales**, v.8, n.1, p.63-73, 2005.

SCHÄREN, M. et al.. Differential effects of monensin and a blend of essential oils on rumen microbiota composition of transition dairy cows. **Journal of Dairy Science**, n. 100, v. 4, p. 2765–2783, 2017.

SHINKAI, T. et al. Mitigation of methane production from cattle by feeding cashew nut shell liquid. **Journal of Dairy Science**, v.95, p.5308-5316, september, 2012.

SILVA, A. P. dos S. et al.. Effect of replacing antibiotics with functional oils following an abrupt transition to high-concentrate diets on performance and carcass traits of Nelore cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v. 247, p. 53–62, 2019.

SOUSA, M. R., RIBEIRO, A. L. P. Revisão sistemática e meta-análise de estudos de Diagnóstico e Prognóstico: um tutorial. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**, v.92, n.3, p. 241-251. 2009

SOUZA, M. T. et al. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein**. V.8, n.1, p.102-106, 2010.

TAKANO, E. H. et al. Inibição do desenvolvimento de fungos fitopatogênicos por detergente derivado de óleo da mamona (*Ricinus communis*). **Ciência Rural**, v. 37, n.5, p.1235-1240, set.-out., 2007.

TOMKINS, N. W. et al.. Manipulating rumen fermentation and methanogenesis using an essential oil and monensin in beef cattle fed a tropical grass hay. **Animal Feed Science and Technology**, v. 200, p. 25–34, 2015.

TOSETI, L. B. **Aditivos e fibra na saúde ruminal de bovinos terminados em confinamento**. 2017. 100 p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Instituto de Zootecnia. APTA/SAA, Nova Odessa, 2017.

PARASA, L.S. et al.. Acetone extract of Cashew (*Anacardium occidentale*, L.) nuts shelliquid against Methicillin resistant *Staphylococcus aureus*(MRSA) by minimum inhibitory concentration (MIC). **Journal of Chemical and Pharmaceutical Research**, v.3, p.736-742, 2011.

PEREIRA, M. G., GALVÃO, T. F. Extração, avaliação da qualidade e síntese dos dados para revisão sistemática. **Epidemiol Serv Saude**. v.23, n.3, p.577-578. Jul-Set, 2014.

POSSATTI, C. D. et al. Monensina sódica sobre vacas em fase inicial de lactação: produção de leite e peso vivo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.1, p.92-97, jan, 2015

PRASHAR, A. et al.. Antimicrobial action of palmarosa oil (*Cymbopogon martinii*) on *Saccharomyces cerevisiae*. **Phytochemistry**, v. 63, n. 5, p. 569–575, 2003.

WATANABE, T. et al..In vitro evaluation of cashew nut shell liquid as a methane-inhibiting and propionate-enhancing agent for ruminants. **Journal of Dairy Science**, v.93, p. 5258-527, november, 2010.

YANG, W. Z. et al. Impact of hard vs. soft wheat and monensin level on rumen acidosis in feedlot heifers. **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 11, p. 5088–5098, 2014.

ZANINE, A. M. et al. Importância, uso, mecanismo de ação e retorno econômico dos ionóforos na nutrição de ruminantes. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária e Zootecnia de Garça**, n.6, p.1-18, jan., 2006.