



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**CURSO DE ZOOTECNIA**

**ANNA BHEATRIZ DA SILVA FERREIRA**

**ÁCIDOS GRAXOS DE CADEIA CURTA NO CONTEÚDO RUMINAL DE BOVINOS  
ALIMENTADOS COM DIETAS DE ALTO GRÃO E DIFERENTES FONTES DE  
PROTEÍNA**

**ARAGUAÍNA - TO**  
**2023**

ANNA BHEATRIZ DA SILVA FERREIRA

ÁCIDOS GRAXOS DE CADEIA CURTA NO CONTEÚDO RUMINAL DE BOVINOS  
ALIMENTADOS COM DIETAS DE ALTO GRÃO E DIFERENTES FONTES DE  
PROTEÍNA

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao curso de Zootecnia da  
Universidade Federal do Norte do  
Tocantins, como parte das exigências para  
obtenção do grau de bacharel em  
Zootecnia.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Fabrícia Rocha  
Chaves Miotto

ARAGUAÍNA (TO)

2023

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

D229◆ da Silva Ferreira, Anna Bheatriz.  
ÁCIDOS GRAXOS DE CADEIA CURTA NO CONTEÚDO RUMINAL  
DE BOVINOS ALIMENTADOS COM DIETAS DE ALTO GRÃO E  
DIFERENTES FONTES DE PROTEÍNA. / Anna Bheatriz da Silva  
Ferreira. – Araguaína, TO, 2023.  
36 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins –  
Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Zootecnia, 2023.

Orientadora : Fabrícia Rocha Chaves Miotto

1. AGVs. 2. Soja Grão. 3. Pellet. 4. Milho Grão. I. Título

**CDD 636**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

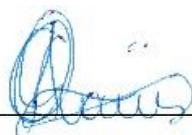
ANNA BHEATRIZ DA SILVA FERREIRA

ÁCIDOS GRAXOS DE CADEIA CURTA NO CONTEÚDO RUMINAL DE BOVINOS  
ALIMENTADOS COM DIETAS DE ALTO GRÃO E DIFERENTES FONTES DE  
PROTEÍNA

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à UFNT – Universidade  
Federal do Norte do Tocantins – Campus  
Universitário de Araguaína, Curso de  
Zootecnia, foi avaliado para a obtenção do  
Título de Bacharel em Zootecnia e  
aprovado em sua forma final pelo  
Orientador(a) e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação:12/12/2023

Banca examinadora:



---

Prof. Dra. Fabrícia Rocha Chaves Miotto, Orientadora, UFNT

---

Prof. (a) Dr. Glauco Moura Ribeiro, Examinador, UFNT

---

Daniel Henrique Souza Tavares, Mestre em Zootecnia, Examinador, UFNT

Dedico esse trabalho a minha avó  
Sebastiana Nascimento, que sempre fez  
possível e o impossível para que os filhos,  
netos e bisnetos possam realizar seus  
sonhos.

## AGRADECIMENTOS

Acima de tudo quero agradecer primeiramente a Deus, porque mesmo sem merecer ele me trouxe até aqui e sem ele não seria nada. Deus obrigado por tornar meu sonho realidade.

Agradeço a toda a minha família por sempre apoiarem meus sonhos e por terem cuidado tão bem de mim, agradeço especialmente e com todo o amor do mundo a minha avó Sebastiana Nascimento e minha mãe Cristiane Nascimento por terem me guiado até aqui sempre pedindo a proteção de Deus para mim. Amo muito vocês.

A minha orientadora Fabrícia Miotto por ter aceitado ser minha orientadora, por ter me apoiado e me ensinado durante esse último ano. Registro aqui a minha admiração e a minha inspiração como profissional.

Ao meu namorado João Pedro Batista por ter me apoiado durante toda a graduação, sempre incentivando os meus sonhos, secando as minhas lágrimas, se alegrando com minhas conquistas e correndo atrás de tudo ao meu lado.

Sou eternamente grata as minhas parceiras de graduação e principalmente de vida Andressa Moraes, Daiany Evangelista e Laysa Barbosa por terem dividido comigo as dificuldades e as alegrias da faculdade. Obrigado por tudo e principalmente pelo apoio durante a realização desse trabalho, sem vocês eu não conseguiria.

Ao meu amigo Daniel Tavares que inclusive deu o ponta pé inicial a esse trabalho, pela amizade que construímos e por tirar todas as minhas dúvidas durante esse ano de TCC.

Meus sinceros agradecimentos ao meu grupo Pet Zootecnia no qual sou bolsista por mais de 3 anos e a todos os meus irmãos petianos por todos os momentos de aprendizado e companheirismo.

Minha tutora Professora Ana Claudia Neiva que sempre foi paciente, amiga e acima de tudo que sempre me incentivou e me guiou para me tornar uma pessoa melhor.

Ao grupo de estudos Do Campus Para o Campo e aos alunos da pós graduação Hugo Miranda e Luiza da Silva por terem me ensinado tanto.

Ao Professor José Neuman, professora Ana Cristina, professora Ana Carolini Conti e a todos os professores do colegiado de Zootecnia pelos ensinamentos e orientações.

Ao Julián Vargas por ter feito a parte estatística e análise dos dados.

A professora Elis Regina que me incentivou e me ajudou durante o desenvolvimento desse trabalho.

Aos técnicos de laboratório Adriano e Josimar por toda a ajuda durante meus dias no laboratório.

Sou eternamente grata a todas as pessoas que tiveram participação direta e indireta na minha formação.

## RESUMO

Dietas ricas em concentrados energéticos melhoram a eficiência alimentar, embora exijam cuidados precisos de manejo nutricional. A substituição do pellet proteico pelo grão de soja pode ser uma alternativa viável economicamente, mantendo a produção de ácidos graxos de cadeia curta sem afetar o metabolismo. Portanto, objetivou-se avaliar o grão de soja inteiro como substituto do pellet proteico em dietas de alto concentrado, com ou sem volumoso, para bovinos, e seus efeitos sobre os ácidos graxos de cadeia curta. Foram utilizados quatro (04) bovinos machos mestiços leiteiros canulados no rúmex distribuídos em quatro tratamentos: 1. Núcleo peletizado + milho grão inteiro (proporção 15 e 85%, respectivamente), dieta 100% concentrado; 2. Núcleo peletizado + milho grão inteiro (proporção 15 e 85%, respectivamente) + silagem de capim Mombaça, dieta com 85% concentrado e 15% volumoso; 3. Soja grão inteiro + milho grão inteiro (proporção 15 e 85%, respectivamente), dieta 100% concentrado; e 4. Soja grão inteiro + milho grão inteiro (proporção 15 e 85%, respectivamente) + silagem de capim Mombaça, dieta com 85% concentrado e 15% volumoso. O delineamento experimental foi em quadrado latino 4 x 4 (quatro animais com quatro dietas) com arranjo fatorial 2 x 2 (duas fontes de proteína, núcleo peletizado ou soja grão inteiro cru, e com ou sem volumoso). Foi avaliada a proporção de ácidos graxos de cadeia curta, acético, propiônico, butírico e a relação acetato/propionato no líquido ruminal por tratamento e nos tempos de coleta (0; 2; 4 e 8 horas após a alimentação). Analisando-se a produção de ácidos graxos de cadeia curta, observou-se que na produção de acetato não houve interação. A produção dos AGCC em relação as fontes proteicas pellet e grão de soja com a inclusão ou não de volumoso foi observado efeito significativo ( $p < 0,05$ ) para a variável de fonte proteica e inclusão ou não de volumoso na dieta na produção de ácido acético, no entanto, não houve interação entre estes fatores avaliados. Observou-se efeito de interação ( $p < 0,05$ ) entre a fonte proteica (FP) e a inclusão de volumoso (Vol) para os ácidos graxos de cadeia curta propionato e butirato, assim como para a relação acetato: propionato. Nos horários de coleta do líquido ruminal e suas respectivas produções de AGCC foi observado que não houve efeito de interação tempo de coleta do líquido ruminal *versus* tratamento ( $P > 0,05$ ) sobre os AGCC estudados, não havendo efeito do tempo para nenhum dos AG estudados. As dietas com pellet proteico tiveram maior proporção de acetato do que as dietas com grão de soja. A inclusão de 15% de volumoso em dietas de alto concentrado aumentou a proporção de propionato e a inclusão de soja na dieta diminuiu a relação acetato propionato. Não foi observada interação entre o tempo de coleta e os tratamentos nas concentrações de AGCC, o que sugere uma estabilidade nesses parâmetros ao longo do tempo.

**Palavras-chave:** AGVs. Soja Grão. Pellet.

## ABSTRACT

Diets rich in energy concentrates improve feed efficiency, although they require precise nutritional management care. Replacing protein pellets with soybeans can be an economically viable alternative, maintaining the production of short-chain fatty acids without affecting metabolism. Therefore, the objective was to evaluate whole soybeans as a substitute for protein pellets in high-concentrate diets, with or without roughage, for cattle, and its effects on short-chain fatty acids. Four (04) crossbred male dairy cattle cannulated in the rumen were used, distributed in four treatments: 1. Pelletized nucleus + whole grain corn (proportion 15 and 85%, respectively), 100% concentrate diet; 2. Pelleted kernel + whole grain corn (proportion 15 and 85%, respectively) + Mombaça grass silage, diet with 85% concentrate and 15% roughage; 3. Whole grain soy + whole grain corn (proportion 15 and 85%, respectively), 100% concentrated diet; and 4. Whole grain soy + whole grain corn (proportion 15 and 85%, respectively) + Mombaça grass silage, diet with 85% concentrate and 15% roughage. The experimental design was a 4 x 4 Latin square (four animals with four diets) with a 2 x 2 factorial arrangement (two sources of protein, pelleted nucleus or raw whole soybean grain, and with or without roughage). The proportion of short-chain fatty acids, acetic, propionic, butyric acids and the acetate/propionate ratio in the rumen fluid were evaluated by treatment and at collection times (0; 2; 4 and 8 hours after feeding). Analyzing the production of short-chain fatty acids, it was observed that there was no interaction in the production of acetate. The production of SCFA in relation to pellet and soybean protein sources with the inclusion or not of roughage, a significant effect ( $p < 0.05$ ) was observed for the variable of protein source and inclusion or not of roughage in the diet on acid production acetic acid, however, there was no interaction between these evaluated factors. An interaction effect ( $p < 0.05$ ) was observed between the protein source (FP) and the inclusion of roughage (Vol) for the short-chain fatty acids propionate and butyrate, as well as for the acetate: propionate ratio. In the ruminal fluid collection times and their respective SCFA production, it was observed that there was no interaction effect of ruminal fluid collection time versus treatment ( $P > 0.05$ ) on the SCFAs studied, with no effect of time for any of the FAs. studied. Diets with protein pellets had a higher proportion of acetate than diets with soybeans. The inclusion of 15% roughage in high-concentrate diets increased the proportion of propionate and the inclusion of soy in the diet decreased the acetate-propionate ratio. No interaction was observed between collection time and treatments on SCFA concentrations, which suggests stability in these parameters over time.

**Key words:** AGVs. Soybean Grain. Pellet.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Composição bromatológica dos ingredientes experimentais .....	22
<b>Tabela 2</b> – Proporção de ingredientes e composição das dietas experimentais .....	22
<b>Tabela 3</b> - Potencial hidrogeniônico (pH) do líquido ruminal de bovinos alimentados com dietas contendo núcleo peletizado ou soja grão, com ou sem presença de volumoso em diferentes tempos após a alimentação.....	23
<b>Tabela 4</b> - Proporção de AGCC em diferentes fontes proteicas com ou sem inclusão de volumoso.....	25
<b>Tabela 5</b> - Tempo da coleta e produção de AGCC.....	28

## LISTA DE SIGLAS

AGCC – Ácidos Graxos de Cadeia Curta

Pel – Pellet

Soj- Soja Grão

Vol- Volumoso

VC- Componentes de Variância

FP- Fonte Proteica

pH- Potencial hidrogeniônico

## SUMÁRIO

1. <u>INTRODUÇÃO</u> .....	13
2. <u>REVISÃO DE LITERATURA</u> .....	15
2.1 <u>Dietas com alto grão</u> .....	15
2.2 <u>Uso do grão de soja da dieta de ruminantes</u> .....	17
2.3 <u>Uso de volumoso em dietas de alto nível de concentrado</u> .....	19
2.4 <u>Ácidos Graxos de Cadeia Curta</u> .....	20
3. <u>OBJETIVO</u> .....	21
4. <u>MATERIAL E MÉTODOS</u> .....	22
4.1 <u>Tratamentos e delineamento experimental</u> .....	20
4.2 <u>Coleta de líquido ruminal, extração, análise e quantificação de ácidos graxos de cadeia curta nas amostras de líquido ruminal</u> .....	24
4.3 <u>Análise Estatística</u> .....	25
5. <u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u> .....	26
6. <u>CONCLUSÃO</u> .....	30
<u>REFÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u> .....	31

## 1. INTRODUÇÃO

A utilização de dietas de alto grão para a terminação de bovinos confinados é uma alternativa para aumentar a produção e qualidade das carcaças e carne, com o objetivo de diminuir o tempo para atingir o peso de abate (SANTANA NETO et al., 2014). Sendo também uma estratégia que possibilita a redução dos custos com mão-de-obra, produção e confecção de forragens conservadas, preparo e mistura da dieta, além de proporcionar o máximo ganho de peso individual, possibilitando a produção de animais precoces e padronização dos lotes (DIAS et al., 2016).

Quando os animais ruminantes consomem uma dieta rica em grãos, é comum observar uma redução na ingestão de matéria seca, porém uma melhoria na eficiência alimentar (PAULINO et al., 2013). No entanto, é importante ressaltar que o uso de dietas com alto teor de grãos em confinamento apresenta desafios adicionais, exigindo um manejo nutricional mais preciso e um acompanhamento técnico regular.

Múltiplos fatores exercem impacto no desenvolvimento e na eficiência das bactérias ruminais, embora a energia e a proteína desempenhem papéis cruciais, o pH e as taxas de passagem também têm importância significativa sendo esses, influenciados pela ingestão alimentar, sistema de alimentação, tamanho das partículas, qualidade e proporção de volumes na dieta global, bem como pelo tipo e processamento dos carboidratos presentes nos alimentos (VAN SOEST, 1994).

Substituir o pellet proteico mineral e vitamínico, comumente usados em dietas de grão inteiro, pelo grão de soja inteiro pode ser uma alternativa vantajosa para o produtor, pois o grão de soja tende a ser, em média, 35% mais barato que o pellet, representando um custo menor em comparação aos pellets comerciais disponíveis (CEPEA, 2020).

O uso do grão de soja e milho nas dietas de ruminantes tem grande potencial de uso, pode-se utilizar em substituição aos núcleos proteicos devido a sua composição proteica e energética e ao seu menor custo quando comparada a outras fontes de proteína na dieta. Desta forma, dietas

densamente energéticas com baixa inclusão de volumosos oferecem vantagens, como a diminuição do consumo (ARRIGONI et al., 2013).

O uso de maiores quantidades de grãos de cereais na dieta de bovinos confinados se deve à sua alta concentração de amido, o qual desempenha um papel fundamental na oferta de energia necessária para a manutenção e crescimento das bactérias no rúmen. Esses microrganismos, por meio de processos metabólicos, geram principalmente ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), que, conforme indicado por Van Soest (1994), suprem mais de 85% das demandas energéticas do animal.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Dietas com alto grão**

Dietas de alto grão são elaboradas com uma baixa proporção ou mesmo ausência de fibras provenientes de forragens, essas dietas visam concentrar elevadas quantidades de energia, buscando alcançar o máximo ganho de peso individual, permitindo a produção de animais precoces, a padronização dos lotes e um aproveitamento mais eficiente dos recursos animais (DIAS et al., 2016). Sendo a principal característica dessas dietas a maior quantidade de concentrado em relação ao volumoso na formulação da dieta (CUNHA, 2016).

O principal grão utilizado nas dietas de alto concentrado é o milho, principalmente do tipo “flint” (duro), esse cereal apresenta alta vitreosidade, ou seja, maior proporção de endosperma vítreo em relação ao endosperma total (MILLEN et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2014; PINTO et al., 2016). Sendo que na nutrição animal, quanto maior a proporção de endosperma vítreo menor é a digestibilidade do amido presente no grão (PHILIPPEAU et al., 1997; CORREA et al., 2002; CORONA et al., 2005).

O milho possui alto valor energético, proporcionando uma melhor eficiência na produtividade dos animais e reduzindo a quantidade necessária de matéria seca consumida para atender suas exigências, manutenção e produtividade (MILLEN et al., 2009; SILVA, 2019). O uso de grãos de milho inteiros no Brasil é uma estratégia nutricional relativamente recente, e tem crescido desde 2005, em contraste com os Estados Unidos, onde essa técnica é conhecida desde a década de 70 (SOARES, 2018).

Ao fornecer esse tipo de dieta aos animais, deve-se ter cuidado devido à disponibilidade energética significativa, que pode resultar na redução do consumo alimentar devido ao mecanismo de saciedade química associado à alta energia da dieta (PAULINO et al., 2013). As dietas de alto grão são ricas em carboidratos não estruturais que são fermentados rapidamente no rúmen, produzindo maiores quantidades de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e ácido láctico (OWENS et al., 1998).

Ruminantes que recebem dietas com baixa concentração de fibra apresentam um tempo reduzido de ruminação (MINERVINO et al., 2014). Isso pode levar à diminuição nos valores de pH quando são fornecidas dietas altamente energéticas e ricas em grãos (HOMEM et al., 2019). Além da diversidade de alimentos fornecidos, mudanças na dieta também impactam nos parâmetros ruminais e no crescimento de certas espécies microbianas (POSSAMAI et al., 2011).

No entanto quando os grãos são fornecidos inteiros, isso não compromete a eficácia física da fibra em detergente neutro (ARGENTA et al., 2019), permitindo que os animais mantenham condições adequadas de ruminação e mastigação, que por sua vez, estimula a produção de saliva, o que contribui para a redução de problemas metabólicos (BOLZAN et al., 2007).

O grão de milho integral pode proporcionar estímulos adequados para a ruminação, eliminando a necessidade de utilizar alimentos volumosos e atendendo às exigências para a saúde do rúmen (PORDOMINGO et al., 2002). Porém, é essencial incorporar um núcleo peletizado contendo fibras, proteínas, minerais e tamponantes no intuito de balancear a dieta e na tentativa de mitigar distúrbios metabólicos (GONZÁLEZ et al., 2012).

De acordo com um estudo contínuo de Pordomingo et al. (2002), foi constatado que o uso de grãos de milho inteiro é capaz de sustentar a função ruminal, mesmo em situações em que a dieta apresenta um potencial deficiência de fibra fisicamente efetiva, esse cenário não impediu a obtenção de elevados ganhos de peso e uma conversão alimentar semelhante alcançada com dietas balanceada contendo essa fração de alimentos.

Para evitar distúrbios metabólicos em bovinos como acidose ruminal, lesões no epitélio ruminal, que podem reduzir a absorção de nutrientes e abscessos hepáticos é necessário que seja realizada adaptação apropriada da microbiota e do ambiente ruminal para o fornecimento de dietas de alto grão (PENNER et al., 2007; DILORENZO et al., 2008; NAGARAJA & LECHTENBERG, 2007). Na adaptação progressiva de bovinos consumindo dietas com alta inclusão de grãos, o acúmulo de ácido lático é prevenido. No entanto, o pH ruminal poderá ainda permanecer baixo devido à maior produção de AGCC (NAGARAJA, 2003).

Outra característica dos animais que consomem grandes quantidades de carboidratos é que a população e a atividade das bactérias gram-positivas e protozoários são afetadas, reduzindo a produção de acetato e butirato, reduzindo a disponibilidade de H<sup>+</sup> para a síntese de metano. Por outro lado, devido à maior presença e atividade em ambientes ácidos das bactérias gram-negativas, normalmente amilolíticas, o H<sup>+</sup> disponível é utilizado para a produção de propionato, cuja concentração se relaciona diretamente com menores emissões de gases de efeito estufa (JONHSON & JONHSON, 1995).

Dessa forma, à fermentação de carboidratos fibrosos, que ocorre principalmente durante a produção de acetato e butirato, resulta na liberação líquida de H<sub>2</sub>, o que favorece a metanogênese. Por outro lado, a formação de propionato representa uma via competitiva de utilização de H<sub>2</sub> no rúmen, diminuindo a disponibilidade de substrato para a metanogênese. Portanto, a produção de metano está condicionada ao equilíbrio de H<sub>2</sub> no rúmen, sendo influenciada pelas taxas de produção de acetato e propionato (HEGARTY., 2001).

No estudo de Berchielli et al. (2003), foi observado um comportamento quadrático na produção de metano em bovinos de corte alimentados com diferentes relações volumoso:concentrado. Os resultados indicam que a adição de concentrado em baixas quantidades favoreceu as condições para os microrganismos, proporcionando energia para a degradação da fração fibrosa no rúmen. No entanto, a partir da adição de 60% de concentrado na dieta, o ambiente ruminal tornou-se desfavorável para os microrganismos responsáveis pela metanogênese.

## **2.2 Uso do grão de soja da dieta de ruminantes**

A utilização do grão de soja *in natura* é uma prática comum pois o grão é usado como uma fonte de proteína, mas também de energia devido ao seu elevado teor de lipídios (RENNÓ et al., 2015). O grão de soja apresenta na sua composição bromatológica aproximadamente 39% de proteína bruta, 19% de extrato etéreo e 95% de nutrientes digestíveis totais (BARLETTA et al., 2012), sendo que do ponto de vista nutricional, a proteína presente no grão de soja cru

consiste aproximadamente em 75% de proteína degradável no rúmen e 26% de proteína não degradável no rúmen (VALADARES et al., 2020).

Embora o grão de soja tenha alto valor nutricional, é fundamental adotar medidas preventivas para utilizá-lo na alimentação de ruminantes, devido à influência dos lipídios no processo de digestão das fibras no rúmen. A utilização desse alimento pode levar a uma redução na digestibilidade da fibra devido ao impacto negativo dos ácidos graxos insaturados sobre os microrganismos ruminais responsáveis pela degradação da fibra (JENKINS et al., 2008). Por essa razão inclusão de lipídeos na dieta não deve ultrapassar 6% da MS ingerida, ou seja, 60g de lipídeos para cada kg de MS (DE MEDEIROS et al., 2017).

Outro fator importante para a microbiota ruminal em especial para as bactérias celulolíticas que utilizam amônia para síntese de proteína microbiana é a concentração de N-NH<sub>3</sub> presente no líquido ruminal. De acordo com Tavares (2020), ao estudar dietas com pellet e grão de milho inteiro com ou sem volumoso e dietas com grão de soja e grão de milho inteiro com ou sem volumoso, a oferta de soja grãos em substituição ao núcleo peletizado não prejudicou as concentrações de nitrogênio amoniacal, permitindo mesma condição de crescimento microbiano em ambas as dietas.

A velocidade de introdução e liberação das fontes de nitrogênio no rúmen, bem como sua transformação em proteína microbiana, estão diretamente ligadas às concentrações de N-NH<sub>3</sub> nesse ambiente. Essa relação é influenciada pela sincronia dos diversos nutrientes que compõem as estruturas celulares dos microrganismos (OLIVEIRA et al., 2009).

Dessa forma o grão de soja na sua forma integral pode ser utilizado como uma estratégia de alimentação para ruminantes, pois lipídeos presentes no grão de soja são envoltos por uma matriz proteica, quando o grão é fornecido de forma quebrada ou moída, os microrganismos têm acesso mais rápido à fração lipídica, entretanto quando o grão é fornecido de forma integral a liberação do conteúdo lipídico para o ambiente ruminal é feita de forma lenta (RENNÓ et al., 2015; BARLETTA et al., 2012; NAVES et al., 2015).

Devido ao seu alto teor de lipídios, a inclusão do grão de soja na ração resulta em um aumento na ingestão líquida de energia, o que leva a um melhor desempenho devido à melhoria na eficiência do ganho de peso, graças ao

acréscimo de energia consumida (BASSI et al. 2012). A utilização de fontes de gordura representa uma opção para reduzir o desequilíbrio energético, incrementando a densidade energética da dieta e mantendo um balanço mais adequado entre carboidratos fibrosos e não fibrosos (BALIEIRO-NETO et al., 2007).

A utilização de forma integral da soja em substituição ao núcleo peletizado em dietas com alto teor de grãos possibilita a manutenção do consumo de proteína, pelo teor semelhante de proteína encontrada nesse ingrediente, quando comparado aos núcleos comerciais destinados a esse tipo específico de dieta. Além disso, devido ao seu valor energético, influenciado pelo conteúdo de extrato etéreo, o grão de soja melhora o valor energético da dieta, permitindo um consumo de energia equivalente ao aplicado em dietas convencionais (TAVARES, 2020).

### **2.3 Uso de volumoso em dietas de alto nível de concentrado**

Os alimentos volumosos recebem classificação com base na efetividade da fibra bruta, geralmente apresentando teores acima de 17 a 18% na base da matéria seca. A fibra é um componente químico composto por hidrogênio e carbono, destacando-se a celulose, hemicelulose e lignina, organizadas de forma a constituir a parede celular vegetal (BIANCHINI et al., 2007).

Os ruminantes apresentam uma eficiência superior na utilização da energia de alimentos fibrosos em comparação com outros herbívoros. Essa eficiência é atribuída à presença de microrganismos no rúmen resultando em uma maior eficácia no aproveitamento de alimentos fermentáveis (VAN SOEST, 1994). Em sistemas de confinamento para bovinos de corte, a adição de uma pequena porcentagem de fibras em dietas predominantemente compostas por grãos desempenha um papel crucial na prevenção de distúrbios nutricionais, como a acidose. Além disso, essa prática visa otimizar o consumo de energia líquida, promovendo um desempenho zootécnico ideal (GALYEAN & HUBBERT, 2012).

Ainda que seja fornecida em pequenas quantidades na dieta, a fibra é essencial para ruminantes, pois tem suma importância nos processos

fermentativos, sendo fundamental para manter em equilíbrio o ambiente ruminal, principalmente pela produção de saliva e controle do pH (ALVES et al., 2016).

## **2.4 Ácidos Graxos de Cadeia Curta**

O rúmen é um ecossistema complexo, abrigando uma ampla diversidade de microrganismos, sendo as bactérias o grupo predominante (PITTA ET AL., 2016). Esses microrganismos desempenham um papel crucial na quebra e aproveitamento dos carboidratos e fibras presentes na dieta, por meio do processo de fermentação. Como resultado, produzem ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e nitrogênio amoniacal ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ). Os AGCC servem como uma fonte de energia essencial para os ruminantes, que os utilizam na síntese de gordura e glicose (LOOR et al., 2015). A produção AGCC no rúmen é um processo essencial na digestão de alimentos em animais ruminantes, como bovinos, ovinos e caprinos.

Os microrganismos do rúmen normalmente convertem os carboidratos fermentados em 60 a 70% de ácido acético, 18 a 22% de ácido propiônico, 13 a 16% de ácido butírico e 2 a 4% de ácido valérico além da presença em menores quantidades do isobutírico, isovalérico e 2-metilbutírico (TEIXEIRA E TEIXEIRA, 2001; DIJKSTRA et al., 1993).

A concentração e as proporções relativas dos AGCC existentes estão diretamente relacionadas ao alimento consumido, conseqüentemente, as relações entre acetato, propionato e butirato variam de acordo com o tipo de substrato consumido pelo animal. Em dietas com elevado teor de grãos, é possível alcançar uma proporção de 40:40:20, enquanto em dietas compostas principalmente de alimentos ricos em fibras, a relação pode ser de 75:15:10 (BERCHIELLI et al., 2006).

Em dietas com maior teor de alimentos concentrados, a proporção de acetato tende a diminuir, possivelmente devido à inibição do crescimento de bactérias celulolíticas e protozoárias no rúmen. Esses microrganismos têm seu crescimento comprometido devido à redução do pH resultante do aumento da digestão ruminal de carboidratos não estruturais que são mais abundantes nessas dietas (SUTTON, et al., 2003).

Dietas ricas em carboidratos de rápida degradação no rúmen potencializam a atividade microbiana, causando substancial flutuação nos produtos finais da fermentação (ácidos graxos de cadeia curta e amônia) e no pH ruminal, fato que pode refletir no aproveitamento dos demais nutrientes da dieta (COSTA et al., 2008).

O excesso de concentrado na dieta de animais de alta produção, pode ocasionar problemas metabólicos, sendo relacionada com a possível diminuição nas proporções de butirato e acetato ruminal (GOULARTE et al., 2011).

### **3. OBJETIVO**

Avaliar o efeito do grão de soja inteiro como substituto do pellet proteico em dietas de alto concentrado com ou sem volumoso para bovinos sobre os ácidos graxos de cadeia curta.

#### **3.1. Objetivos Específicos:**

- Avaliar o efeito da substituição do pellet proteico sobre a produção de e relação de acetato e propionato;
- Quantificar os ácidos graxos de cadeia curta produzidos em dietas de alto grão com e sem adição de volumoso.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi realizado no galpão de confinamento de bovinos de corte no setor de bovinocultura de corte da Universidade Federal do Norte do Tocantins na Cidade de Araguaína-TO localizada a 07°12'28" latitude sul e 48°12'26" longitude oeste, com duração de 80 dias.

Foram utilizados quatro (04) bovinos machos mestiços leiteiros canulados no rúmen, com peso médio de 661,57 kg distribuídos em quatro tratamentos:

- **Tratamento 1** – núcleo peletizado + milho grão inteiro (proporção 15 e 85%, respectivamente), dieta 100% concentrado;
- **Tratamento 2** – núcleo peletizado + milho grão inteiro (proporção 15 e 85%, respectivamente) + silagem de capim Mombaça, dieta com 85% concentrado e 15% volumoso;
- **Tratamento 3** – soja grão inteiro + milho grão inteiro (proporção 15 e 85%, respectivamente), dieta 100% concentrado;
- **Tratamento 4** – soja grão inteiro + milho grão inteiro (proporção 15 e 85%, respectivamente) + silagem de capim Mombaça, dieta com 85% concentrado e 15% volumoso.

Foi utilizado suplemento mineral em doses diárias de 90 g.animal<sup>-1</sup> mais inclusão de 10 g.animal<sup>-1</sup> de virginiamicina para as dietas com grão de soja integral a fim de atender as exigências de minerais e fornecer mesma quantidade de aditivo das dietas com núcleo peletizado. Ambos eram ofertados no cocho misturado na ração.

Utilizou-se delineamento experimental em quadrado latino 4 x 4 (quatro animais com quatro dietas) com arranjo fatorial 2 x 2 (duas fontes de proteína, núcleo peletizado ou soja grão inteiro cru, e com ou sem volumoso). A composição dos ingredientes experimentais e dietas estão apresentados nas Tabelas 1 e 2.

**Tabela 1** - Composição bromatológica dos ingredientes experimentais.

Variável, g kg <sup>-1</sup> MS	Milho grão	Núcleo peletizado	Soja grão	Silagem
MS, MN <sup>1</sup>	873,3	882,4	904,3	324,3
PB	73,8	346,4	320,0	41,5
FDNcp	93,80	201,2	142,6	734,9
FDA	72,3	126,0	76,4	410,6
PIDN	3,6	5,2	22,4	15,6
PIDA	1,1	1,4	2,1	0,6
Hemicelulose	26,4	132,2	80,6	336,6
Celulose	63,5	75,5	52,10	248,7
EE	33,1	16,0	238,8	17,3
Lignina	13,8	14,4	49,7	91,1
Cinza	14,6	35,8	53,7	84,6
CT	878,4	601,6	387,4	856,6
CNF	759,0	393,9	200,5	65,6
NDT	775,3	411,2	1014,2	471,2

<sup>1</sup>MN- Matéria natural. MS – Matéria Seca; PB – Proteína Bruta; FDNc - Fibra em Detergente Neutro corrigido para cinza; FDA – Fibra em detergente ácido; PIDN – Proteína Indigestível em Detergente Neutro; PIDA – Proteína Indigestível em Detergente Ácido; CT - Carboidratos Totais; CNF - Carboidratos Não Fibrosos; EE - Extrato Etéreo; NDT - Nutrientes Digestíveis Totais (NRC, 2001).

**Tabela 2** - Proporção de ingredientes e composição das dietas experimentais.

Variáveis	Núcleo peletizado		Soja grão	
	Com Silagem	Sem Silagem	Com Silagem	Sem Silagem
Milho grão	725,00	850,00	725,00	850,00
Soja grão	-	-	125,00	150,00
Núcleo peletizado	125,00	150,00	-	-
Silagem	150,00	-	150,00	-
Composição química (g kg <sup>-1</sup> de MS)				
MS, g kg <sup>-1</sup> MN	792,1	874,7	794,8	878,0
PB	112,3	114,7	109,0	110,7
EE	29,7	30,6	56,4	64,0
PIDN	6,1	4,9	8,1	18,8
PIDA	1,2	1,4	1,2	1,2
FDNcp	203,4	109,9	196,1	101,1
FDA	129,8	80,4	123,6	72,9
CNF	609,4	704,2	585,2	675,2
Hemicelulose	86,2	42,3	79,7	34,5
Cinzas	27,8	17,8	30,0	20,5
CT	840,5	836,9	813,8	804,8
NDT	684,2	720,7	759,5	811,1

MS – Matéria Seca; PB – Proteína Bruta; EE - Extrato Etéreo; PIDN - Proteína insolúvel em detergente neutro; PIDA – Proteína insolúvel em detergente ácido; FDNcp - Fibra em Detergente Neutro corrigido para Cinza e Proteína; CNF - Carboidratos Não Fibrosos; CT – Carboidratos totais; NDT - Nutrientes Digestíveis Totais (NRC, 2001).

O experimento teve duração de 80 dias com quatros períodos experimentais de 20 dias cada. Em cada período experimental os animais foram adaptados às dietas por 15 dias com mais cinco dias de coletas experimentais. As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia às 08:00 e às 16:00 horas. As sobras foram coletadas e pesadas diariamente, sempre pelo horário da manhã, antes do fornecimento da alimentação, realizando-se o ajuste do fornecimento para permitir 5% de sobra.

#### 4.2 Coleta de líquido ruminal, extração, análise e quantificação de ácidos graxos de cadeia curta nas amostras de líquido ruminal

No 19º dia foram coletadas amostras de líquido ruminal para determinar as concentrações de acetato, propionato e butirato às 0; 2; 4 e 8 horas após o arraçoamento matinal totalizando quatro coletas. Foram coletadas 50 mL de líquido ruminal, este filtrado por camada tripla de tecido de algodão, obtendo-se uma amostra de líquido ruminal, que imediatamente foi submetida à avaliação do pH, por intermédio de potenciômetro digital calibrado. A fase sólida do conteúdo ruminal que permaneceu no tecido após a filtragem foi devolvida ao rúmen.

**Tabela 3** – Potencial hidrogeniônico (pH) do líquido ruminal de bovinos alimentados com dietas contendo núcleo peletizado ou soja grão, com ou sem presença de volumoso em diferentes tempos após a alimentação.

Tempo	Pellet		Soja grão		Médias	EPM
	Com Silagem	Sem Silagem	Com Silagem	Sem Silagem		
	pH					
0	6,19	5,60	6,35	5,65	5,93	
2	6,31	5,81	6,25	5,87	6,06	
4	5,62	6,03	6,15	5,85	5,91	0,13
8	6,04	5,74	6,15	5,63	5,89	
<b>Média</b>	6,04	5,79	6,22	5,75	5,94	

0 – Coleta imediatamente antes da refeição; 2 – Coleta as 2H após refeição; 4 – Coleta as 4H após refeição; 8 – Coleta as 8H após a refeição. pH - Potencial hidrogeniônico; EPM – Erro padrão da média.

A partir de uma amostra de 50 mL de fluído ruminal após filtragem, 5 mL de amostra foram tomados e transferidos a um tubo Falcom, sendo posteriormente adicionado 1 mL de ácido metafosfórico. A amostra foi

armazenada à -20 °C até análise. No dia da análise, a amostra foi descongelada a temperatura ambiente, e centrifugada a 3000 rpm a 4 °C durante 10 minutos.

O sobrenadante foi coletado e transferido a um vial cromatográfico para a análise do extrato por cromatografia em fase gasosa com detetor por ionização de chama (GC-FID). O GC estava equipado com uma coluna restek (Rtx-5) (cumprimento: 30 m, diâmetro interno: 0,25 mm, espessura camada fase estacionária: 0,25 µm). A injeção (1 µL) foi feita na modalidade split (1:25). A corrida cromatográfica foi de 5 min, permanecendo a coluna a 80 °C durante o primeiro minuto, para posteriormente ascender até 100 °C a uma taxa de 10 °C/min, permanecendo a 100 °C durante dois minutos mais. Como gás de arrastre foi usado N<sub>2</sub>, a um fluxo de 30 mL/min e a temperatura do injetor e detetor, foram de 200 e 220 °C, respectivamente. As proporções de acetato, propionato e butirato foram determinadas pelo método de relação de áreas (g/100 g AGCC), sendo verificada a presença destes compostos, mediante padrões cromatográficos da marca Sigma Aldrich.

### **4.3 Análise Estatística**

A variação nas proporções de acetato, propionato e butirato nas amostras de líquido ruminal a través dos tratamentos e o tempo foram analisadas usando um delineamento de quadrado latino 4 x 4 com medidas repetidas no tempo, usando o PROC GLIMMIX do programa estatístico SAS (Statistical Analysis System). No modelo foram considerados como efeitos fixos o tratamento, tempo e a interação tratamento-tempo e como efeito aleatório, o período e o animal. As médias através dos tempos e tratamentos foram obtidas pelo comando LSMEANS e as diferenças mediante o comando DIFF LINES. A matriz de covariância foi ajustada uma matriz com configuração de componentes de variância (VC) e o nível de significância adotado foi de 0,05.

Não houve interação entre os fatores fonte de proteína e inclusão de silagem na dieta, apresentando os tratamentos a partir da interação dos fatores. Assim como não houve efeito de interação para tempo e os fatores fonte de proteína e inclusão de silagem na dieta.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 4, estão apresentados os valores referentes a produção dos AGCC em relação as fontes proteicas pellet e grão de soja com a inclusão ou não de volumoso. Na proporção de acetato não houve interação entre os fatores avaliados, no entanto, foi observado efeito significativo ( $p < 0,05$ ) para a variável de fonte proteica (FP) e para inclusão ou não de volumoso na dieta (Vol).

**Tabela 4** - Proporção de AGCC em diferentes fontes proteicas com ou sem inclusão de volumoso.

Fonte proteica	Volumoso		Média	FP	Vol	FP x Vol
	SVol	CVol				
<b>Acetato g/100g</b>						
Pel	82,1	73,8	78,0			
Soj	78,1	72,9	75,5	0,003	<0,001	0,06
Média	80,1	73,3				
<b>Propionato g/100g</b>						
Pel	12,0c	20,0a	16,0			
Soj	16,0b	18,8a	17,4	0,19	<0,001	0,01
Média	14,0	19,4				
<b>Butirato g/100g</b>						
Pel	5,8b	6,0b	5,9			
Soj	5,9b	8,4a	7,2	0,03	0,02	0,05
Média	5,9	7,2				
<b>Acetato:Propionato g/100g</b>						
Pel	10,0a	6,4b	8,2			
Soj	5,4bc	4,7c	5,0	<0,001	<0,001	0,002
Média	7,7	5,5				

Pel- Pellet; Soj- Soja; SVol- Sem Volumoso; CVol- Com volumoso; EPM- Erro Padrão Médio; FP- Fonte Protéica; FP x Vol- Interação Fonte Protéica e Inclusão ou não de volumoso. Medias comparadas pelo teste T ( $P < 0,05$ ).

Observou-se efeito de interação ( $p < 0,05$ ) entre a fonte proteica (FP) e a inclusão de volumoso (Vol) para os ácidos graxos de cadeia curta propionato e butirato, assim como para a relação acetato: propionato.

Houve interação entre os fatores avaliados na proporção de ácido propiônico, no entanto, não foi observado efeito significativo ( $p < 0,05$ ) para a variável de fonte proteica (FP), porém foi observado para inclusão ou não de volumoso na dieta (Vol).

Na proporção de propionato, independentemente do uso da fonte proteica (FP) verificou-se uma maior proporção com a inclusão do volumoso. Na ausência de volumoso nas dietas, o uso do grão de soja obteve um aumento na proporção de propionato.

Houve interação entre os fatores avaliados na produção de ácido butírico e na relação acetato:propionato, assim como foi observado efeito significativo ( $p < 0,05$ ) para a variável de fonte proteica (FP) e para inclusão ou não de volumoso na dieta (Vol).

Na proporção de butirato, as dietas sem a inclusão do volumoso a proporção foi semelhante para a utilização do pellet e para o uso de grão de soja, no entanto, houve uma maior proporção de butirato nas dietas com a inclusão do grão de soja com a presença do volumoso.

Na relação acetato:propionato, verificou-se uma maior proporção na dieta com a utilização do pellet sem a presença do volumoso, contudo, ao incluir o volumoso na dieta houve redução nessa relação. Já com o uso do grão de soja, a produção foi em menor quantidade na relação acetato:propionato e principalmente com a inclusão de volumoso na dieta.

No presente trabalho com a inclusão de 15% de volumoso na dietas de bovinos confinados com dietas de alto grão a proporção de propionato aumentou (Tabela 4) apresentando divergências em relação à literatura, uma vez que Armentano e Pereira (1997) afirmam que a concentração de fibra em detergente neutro (FDN) na forragem da dieta está diretamente relacionada com a proporção de acetato para propionato no fluido ruminal. Essa relação é minimizada, indicando uma maximização do propionato, quando o teor de concentrado na dieta é elevado.

Dessa forma, diminuir a concentração de FDN na dieta aumenta a produção e absorção de propionato, que pode ser o responsável pela redução da ingestão de matéria seca (IMS). Entretanto, é importante não considerar essa medida como o único parâmetro, uma vez que há outros fatores que influenciam, tais como variações no pH, fluxo de proteína microbiana, digestão da fibra ruminal, além de alterações nos metabólitos e hormônios (ALLEN., 2000).

No presente trabalho o pH do rúmen não foi afetado pela substituição das fontes proteicas e nem pelo uso ou não de volumoso (Tabela 3). O que pode ser explicado pois ao se trabalhar com o grão de milho inteiro, a resposta animal em relação ao teor de fibra a ser adicionada pode ser diferente, pois o próprio grão de milho é capaz de atuar nos estímulos para a ruminação, que auxiliarão no processo de produção de saliva e, conseqüentemente, de tamponamento ruminal (CAETANO., 2012; MELO., 2015). A inclusão de grãos na forma inteira na alimentação é um meio para aprimorar a eficácia das dietas e mitigar a disponibilidade de carboidratos de rápida fermentação.

A gordura presente no grão de soja (TABELA 1), principalmente quando rica em ácidos graxos insaturados (AGI), pode interferir na fermentação ruminal, reduzir a digestibilidade da fibra, a concentração de N-NH<sub>3</sub>, o aproveitamento de outros componentes e a razão acetato:propionato. Tais efeitos decorrem do efeito tóxico dos AGI sobre bactérias gram-positivas; do recobrimento físico da fibra; ou pela formação de sabões (Byers & Schelling, 1989; Jenkins & McGuire, 2006; Oliveira et al., 2007). Explicando os valores inferiores de acetato e menor relação acetato:propionato para as dietas com grão de soja como fonte proteica.

Dessa forma, segundo Palmquist (1989) e Jenkins (1993) elevados teores de gordura na dieta podem contribuir para diminuição nos teores de ácido acético, uma vez que o uso de lipídeos na dieta pode interferir na fermentação ruminal, principalmente quando os teores de inclusão deste nutriente ultrapassam 7,0% de gordura.

Na tabela 5, estão apresentados os horários de coleta do líquido ruminal e suas respectivas produções de AGCC. Não houve interação do horário de coleta do líquido ruminal *versus* tratamento ( $P>0,05$ ) sobre os AGCC estudados. Assim como não houve efeito do horário de coleta sobre as proporções de AGCC no conteúdo ruminal o que sugere uma estabilidade nesses parâmetros ao longo do tempo.

**Tabela 5.** Tempo da coleta e produção de AGCC.

AGCC	Horas				Valor – P*
	0	2	4	8	
Acetato	76,52	76,46	77,10	76,84	0,92
Propionato	17,02	16,37	16,44	17,01	0,93
Butirato	6,45	7,16	6,45	6,13	0,58
Acetato:Propionato	6,48	6,35	6,47	7,07	0,50

AGCC- Ácidos Graxos de Cadeia Curta; EPM- Erro Padrão Médio. Médias comparadas pelo teste T ( $P < 0,05$ )

Ítavo et al. (2000) registraram os níveis mais altos AGCC três horas após a alimentação, coincidindo com os valores mais baixos de pH devido à relação inversa entre eles. O que era esperado no presente estudo, no entanto, esse resultado pode ter sido influenciado pelo fornecimento da alimentação duas vezes ao dia e pelo fato dos animais constantemente terem comida no cocho.

Chapaval et al. (2008) não identificaram qualquer influência da proporção de concentrado na dieta sobre a soma dos ácidos Graxos de Cadeia Curta (AGCC) medidos, ao analisarem diversas proporções de volumoso e concentrado.

## **6. CONCLUSÃO**

A substituição do pellet proteico em dietas de alto concentrado com ou sem volumoso pelo grão de soja é uma alternativa que não causa grandes alterações na produção de ácidos graxos de cadeia curta e nas proporções de acetato, propionato e butirato no conteúdo ruminal de bovinos.

## REFÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN M, S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 83, p. 1598-1624, 2000.

ALVES, A. R.; et al. Fibra para ruminantes: Aspecto nutricional, metodológico e funcional. *Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia*. 2016.

ANDERSON, S.J.; MERRILL, J.K.; KLOPFENSTEIN, T.J. Soybean hulls as an energy supplement for the grazing ruminant. *Journal of Animal Science*, v.66, n.11, p.2959-2964, 1988.

ARGENTA, F.M.; COTTELLAM, J.; ALVES FILHO, D.C.; BRONDANI, I.L.; PACHECO, P.S.; MARTINI, A.P.M. Padrões comportamentais de bovinos confinados com grãos de milho, aveia branca ou arroz com casca. *Ciência Animal Brasileira*, v. 20, n. 1, p. 1-13, 2019.

ARMENTANO, L.; PEREIRA, M. Measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. *Journal of Dairy Science*. Champaign. v. 80. p. 1416-1425. 1997

ARRIGONI, M. B.; MARTINS, C.L.; SARTI, L. M. N.; BARDUCCI, R. S.; FRANZÓI, M.C.S.; JÚNIOR, L.C.V.J.; PERDIGÃO, A.; RIBEIRO, F.A.; FACTORI, M.A. Níveis elevados de concentrado na dieta de bovinos em confinamento. *Veterinária e Zootecnia*, v.20, n.4, p.539-551, 2013.

BALIEIRO-NETO, G.; MELLOTI, L. Produção de ácidos graxos voláteis e contagem de protozoários ruminais em bovinos suplementados com gordura. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci*, v.44, p.115-121, 2007.

BARLETTA, R.V.; RENNÓ, F.P.; GANDRA, J.R.; FREITAS JÚNIOR, J.É. DE; VERDURICO, L.C.; MINGOTI, R.D.; VILELA, F.G. Desempenho e parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras alimentadas com grão de soja. *Archivos de zootecnia*, v.61, n.236, p.484, 2012.

BASSI, M. S.; LADEIRA, M. M.; CHIZZOTTI, M. L. Grãos de oleaginosas na alimentação de novilhos zebuínos: consumo, digestibilidade e desempenho. *Revista Brasileira de Zootecnia*. V. 41, p. 353-359, 2012.

BERCHIELLI, T.T.; PEDREIRA, M.S.; OLIVEIRA, S.G; PRIMAVESI, O.; LIMA, M.; FRIGUETO, R.T.S. Determinação da produção de metano e pH ruminal em bovinos de corte alimentados com diferentes relações volumoso: concentrado. *Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia*, 40, 2003, Santa Maria. Anais... Santa Maria: SBZ, 2003. CD-ROM.

BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. Nutrição de ruminantes. Jaboticabal: Funep, 2006. v.2, 583p

BERGMAN, E.N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. *Physiol. Rev.*, v.10, p.567-589, 1990.

BIANCHINI, W.; et al. Importância da fibra na nutrição de bovinos. *Revista Electrónica de Veterinária REDVET*. v.7, n.2, 2007.

BOLZAN, I.T.; SANCHEZ, L.M.B.; CARVALHO, P.A VELHO, J.P.; LIMA, L.D.; MOARAI, J.; CARDORIN JUNIOR, R.L. Consumo e digestibilidade em ovinos alimentados com dietas contendo grão de milho moído, inteiro ou tratado com ureia, com três níveis de concentrado. *Revista Ciência Rural*, v. 37, n. 1, p. 229-234, 2007.

BYERS, F.M.; SCHELLING, G.T. Lipids in ruminant nutrition. In: CHURCH, D.C. (Ed.) *The ruminant animal: digestive physiology and nutrition*. New Jersey: A reston Book. 1989. p.298-312.

CAETANO, M. Efeito do processamento do milho e dos teores de fibra no desempenho de bovinos Nelore em terminação. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2012.

CHAPAVAL, L.; MELOTTI, L.; ROSSI JÚNIOR, P. et al. Relação volumoso concentrado sobre as concentrações ruminiais de amônia, pH e ácidos graxos voláteis em vacas leiteiras mestiças. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, v.9, p.18-28, 2008.

CORONA, L.; RODRIGUEZ, S.; WARE, R.A.; ZINN, R.A. Comparative effects of whole, ground, dry-rolled and steam-flaked corn on digestion and growth performance in feedlot cattle. *Professional Animal Scientist*, 21:200-206, 2005.

CORREA, C. E. S.; SHAVER, R.D.; PEREIRA, M. N.; LAUER, J. G.; KOHN, K. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. *Journal of Dairy Science*, 85:3008-3012, 2002.

COSTA, S.F.; PEREIRA, M.N.; MELO; L.Q. et al Alterações morfológicas induzidas por butirato, propionato e lactato sobre a mucosa ruminal e epiderme de bezerros. II. Aspectos ultraestruturais. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*, v.60, p.10-18, 2008.

DE MEDEIROS, Sérgio Raposo; ALBERTINI, Tiago Zanett. Lipídios na nutrição de ruminantes, Cap V p 68, 2017.

DIAS, A. M.; OLIVEIRA, L.B.; ÍTAVO, L.C.V.; MATEUS, R.G.; NOGUEIRA, E. Terminação de novilhos Nelore, castrados e não castrados, em confinamento

com dieta alto grão. *Revista Brasileira Saúde e Produção Animal*, v.17, n.1, p.45-54, 2016.

DIJKSTRA, J.; BOER, H.; VAN BRUCHEM, J.; BRUINING, M.; TAMMINGA, S. Absorption of volatile fatty acids from the rumen of lactating dairy cows as influenced by volatile fatty acid concentration, pH and rumen liquid volume. *British Journal of Nutrition*, v. 69, p. 385-396, 1993.

DILORENZO, N.; DAHLEN, C. R.; DIEZ-GONZALES, F.; LAMB, G. C.; LARSON, J. E.; DICOSTANZO, A. Effects of feeding polyclonal antibody preparations on rumen fermentation patterns, performance, and carcass characteristics of feedlot steers. *Journal of Animal Science*, v.86, n.11, p.3023-3032, 2008.

GALYEAN, M.L., and M.E. HUBBERT. 2012. Traditional and alternative sources of fiber – roughage values, effectiveness, and concentrations in starting and finishing diets. In: 2012 Plains Nutrition Council Spring Conference. P.74-97.

GONZÁLEZ, L. A.; MANTECA, X.; CALSAMIGLIA, S.; SCHWARTZKOPFGENSWEINC, K. S.; FERRET, A. Ruminant acidosis in feedlot cattle: Interplay between feed ingredients, rumen function and feeding behavior (a review). *Animal Feed Science and Technology*. v. 172, p. 66 –79, 2012.

GOROCICA-BUENFIL, M. A.; LOERCH, S. C. Effect of cattle age, forage level, and corn processing on diet digestibility and feedlot performance. *Journal of animal science*, v. 83, p. 705-714, 2005.

GOULART, R. S. Avaliação da fibra fisicamente efetiva em rações para bovinos de corte. 2010. 201 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens). Universidade de São Paulo. 2010.

GOULARTE, S. R., ÍTAVO, L. C. V., SANTOS, G. T., ÍTAVO, C. C. B. F., OLIVEIRA, L. C. S., FAVARO, S. P., & BITTAR, C. M. M. (2011). Ácidos graxos voláteis no rúmen de vacas alimentadas com diferentes teores de concentrado na dieta. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 63, 1479-1486.

HOMEM, A. C. et al. Partial replacement of corn by soybean hulls in high grain diets for feedlot sheep. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 54, p. 0–6, 2019.

ÍTAVO, L.C.V.; SANTOS, G.T.; JOBIM, C.C. et al. Avaliação da silagem de bagaço de laranja com diferentes aditivos por intermédio dos parâmetros de fermentação ruminal de ovinos e contribuição energética dos ácidos graxos voláteis. *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, p.1491-1497, 2000.

JENKINS, T. C.; WALLACE, R. J.; MOATE, P. J.; MOSLEY E. E. BOARD INVITED REVIEW: Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty

acids within the rumen microbial ecosystem. *Journal of Animal Science*, v. 86, n. 2, p. 397-412. 2008.

JENKINS, T.C.; McGUIRE, M.A. Major Advances in nutrition: impact on milk composition. *Journal of Dairy Science*, v.89, p.1302-1310, 2006.

JOHNSON, K.A.; JOHNSON, D.E. Methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science*, v.73, p.2483-2492, 1995

JORGE, J. R. V.; ZEOULA, L. M.; PRADO, I. N.; SILVA, R. R.; ANDRADE, R.V.; PRADO, J. M.; BUBLITZ, E. E. Lipídios em dietas para novilhos holandeses: digestibilidade aparente. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v.9, n.4, p. 743-753, 2008.

MARTINS, C. G. Níveis de inclusão de bagaço de cana de açúcar in natura associados a milho grão inteiro ou floculado em dietas de terminação de bovinos Nelore. 2013. 89 fls. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

MELO A. H. F. Processamento de grãos de milho e concentrações de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) do bagaço de cana in natura em dietas para bovinos em terminação. Diss. Universidade de São Paulo, 2015.

MILLEN, D.D; PACHECO, R.D.L.; ARRIGONI, M.D.B. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionist in Brazil. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.87, p.3427- 3439, 2009

MINERVINO, A. H. H. et al. Behaviour of confined sheep fed with different concentrate sources. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 66, n. 4, p. 1163–1170, 2014.

NAGARAJA, T. G. Response of the gut and microbial populations to feedstuffs: The ruminant story. In: MINNESOTA NUTRITION CONFERENCE, 64, 2003, St. Paul, Proceedings... Saint Paul: Minnesota Nutrition Conference, 2003. p. 64-77.  
OLIVEIRA, C. A.; MILLEN, D. D. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. *Animal Feed Science and Technology*, 197:64-75, 2014.

OLIVEIRA, L. O. F; SALIBA, E. O. S; BORGES, I; GONÇALVES, C. L; FIALHO, M. P. F; MIRANDA, P. A. B. Parâmetros ruminais e síntese de proteína metabolizável em bovinos de corte sob suplementação com proteinados

contendo diversos níveis de proteína bruta. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.12, p.2506-2515, 2009.

OLIVEIRA, R.L.; ASSUNÇÃO, D.N.P.; BARBOSA, M.A.A.F. et al. Desempenho produtivo e custos com alimentação de novilhos bubalinos alimentados com dietas com diferentes fontes de lipídeos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, p.757-732, 2007.

OWENS, F.N.; SECRIST, D.S.; HILL, W.J.; Gill, D.R.; Acidosis in Cattle: A Review. *Journal of Animal Science*. v. 76, n.1, p. 275-286, 1998.

PACHECO PS, RESTLE J, VAZ FN, FREITAS A K, PÁDUA JT, NEUMANN M, ARBOITTE MZ. Avaliação econômica da terminação em confinamento de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos. *Rev. bras. zootec.* 2006; 35(1):309-320.

PAULINO, P. V. R.; OLIVEIRA, T. S.; GIONBELI, M. P.; GALLO, S. B. Dietas Sem Forragem para Terminação de Animais Ruminantes. *Revista Científica de Produção Animal*, v.15, n.2, p.161-172, 2013.

PAULINO, P.V.R.; OLIVEIRA, T.S.; GIONBELI, M.P.; GALLO, S.B. Dietas sem forragem para terminação de animais ruminantes. *Revista Científica de Produção Animal* 15(2):161-172, 2013.

PENNER, G. B.; BEAUCHEMIN, K. A.; MUTSVANGWA, T. Severity of ruminal acidosis in primiparous Holstein cows during the periparturient period. *Journal of Dairy Science*, v. 90, n.1, p. 365–375, 2007.

PHILIPPEAU, C.; MICHALET-DOREAU, B. Influence of genotype and stage of maturity of maize on rate of ruminal starch degradation. *Animal Feed Science and Technology*, 68:25-35, 1997.

PINTO, A.C.J.; MILLEN, D.D. Situação atual da engorda de bovinos em confinamento e modelos nutricionais em uso. In: X Simpósio Internacional de Produção de Bovinos de Corte, Viçosa. Anais... Viçosa: DZO-UFV, 103-120, 2016.

PORDOMINGO, A. J.; JONAS, O.; ADRA, M.; JUAN, N. A; AZCARATE, M. P. Evaluación de dietas basadas en grano entero, sin fibra larga, para engorde de bovinos a corral. *RIA*, 31 (1): 1 a 22, INTA, Argentina, 2002.

POSSAMAI, A. P. S. et al. Modificadores da fermentação ruminal: uma revisão. p. 108–116, 2011.

RENNÓ, F. P.; CÔNSOLO, N. R. B.; BARLETTA, R. V.; VENTURELLI, B.; GARDINAL, R.; TAKIYA, C. S.; GANDRA, J. R.; PEREIRA, A. S. C. Grão de soja cru e inteiro na alimentação de bovinos: Excreção de grão de soja nas fezes. *Archivos de zootecnia*, v. 64, núm. 248, p. 331-338, 2015.

SANTANA NETO, J.A.; OLIVEIRA, V.S.; SANTOS, A.C.P.; VALENÇA, R.L. Distúrbios metabólicos em ruminantes – Uma Revisão. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, v.8, p. 157-186, 2014

SCHULLER, E. Rates of production of acetate, propionate, and butyrate in the rumen of lactating dairy cows given normal and low-roughage diets. *J. Dairy Sci.* 86, 2003, p. 3620-3633.

SILVA, T. I. de S. Quitosana como aditivo em dieta de grão inteiro em bovinos. 2019. 59 fls. Dissertação (Programa de PósGraduação como parte dos requisitos à obtenção do título de Mestre em Zootecnia) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados –MS, 2019.

SOARES, C. de S. Desempenho de bovinos confinados consumindo dieta do alto grão. 2018. 39 fls. Dissertação (Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia) - Universidade Federal de Campina Grande, Sumé-PB, 2018.

SUTTON, J.; DHANOA, M. S.; MORANT, S.V.; FRANCE, J.; NAPPER, D. J.; TAVARES, D. H. S. (2020). Digestibilidade e parâmetros ruminais de bovinos recebendo dietas de alto grão com grão de soja.

TOSETI, L. B. Aditivos e fibra na saúde ruminal de bovinos terminados em confinamento. 2017. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Programa de Pós – Graduação em Produção Animal Sustentável. 2017.

VAN SOEST, P. J. *Nutritional ecology of the ruminant*. Publishing Associates/Cornell University Press. 1994.

Van SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant* 2.ed. London: Cornell University Press, 1994. 476p.