

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

COMPORTAMENTO INGESTIVO E SAÚDE RUMINAL DE BOVINOS
NELORE EM CONFINAMENTO ALIMENTADOS COM FONTES DE
LIPÍDIOS

GABRIEL FERNANDES DE MELO

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Zootecnia como parte
das exigências para obtenção do título de
Mestre em Zootecnia.

BOTUCATU - SP
ABRIL – 2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

COMPORTAMENTO INGESTIVO E SAÚDE RUMINAL DE BOVINOS
NELORE EM CONFINAMENTO ALIMENTADOS COM FONTES DE
LIPÍDIOS

GABRIEL FERNANDES DE MELO
ZOOTECNISTA

Orientador: Prof. Dr. Mário De Beni Arrigoni

Co-orientador: Profa. Dra. Cyntia Ludovico Martins
Dr. Rodrigo Lauritano Dias Pacheco

Disse rtação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Zootecnia como parte
das exigências para obtenção do título de
Mestre em Zootecnia.

BOTUCATU - SP
ABRIL – 2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

M528c Melo, Gabriel Fernandes de, 1993-
Comportamento ingestivo e saúde ruminal de bovinos Nelore em confinamento alimentados com fontes de lipídios / Gabriel Fernandes de Melo. - Botucatu: [s.n.], 2018
78 p.: grafs., tabs.

Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual Paulista Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2018

Orientador: Mário De Beni Arrigoni
Coorientador: Cyntia Ludovico Martins, Rodrigo Lauritano Dias Pacheco
Inclui bibliografia

1. Nelore (Zebu) - Alimentação e rações. 2. Confinamento (Animais). 3. Semente de algodão. 4. Lipídios. I. Arrigoni, Mário De Beni. II. Martins, Cyntia Ludovico. III. Pacheco, Rodrigo Lauritano Dias. IV. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. V. Título.

Elaborada por Ana Lucia G. Kempinas - CRB-8:7310

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

DEDICATÓRIA

Ao meu avô José Fernandes de Melo (*in memorian*), que apesar de não o conhecer, me inspirou pelas suas histórias. O amor pela terra e pelo gado deve estar no sangue. Sua memória viverá eternamente entre nós.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus pela saúde e pela família que me proporcionou.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Mário De Beni Arrigoni, pela confiança, amizade, ensinamentos e oportunidade de desenvolvimento pessoal e profissional.

À Profa. Dr. Cyntia Ludovico Martins pela co-orientação, amizade, incentivo e todo esforço para a elaboração, realização e conclusão deste projeto.

Ao pesquisador Dr. Rodrigo Lauritano Dias Pacheco pela co-orientação e toda ajuda na elaboração e realização deste projeto, além da amizade, ensinamentos e disponibilidade sempre que necessário.

À Nutricorp, pela apoio financeiro e confiança para a realização do experimento que deu origem a esta dissertação.

Aos meus pais Juvenal e Elielma pelo apoio e incentivo nas mais difíceis decisões. Aos meus irmãos Anismeri, Henrique e Luan pelo carinho de todos os momentos.

Aos meus avós Iracy e José Ferreira, e Maria José e seu esposo Elias Juventino.

À minha noiva Renata, pelo apoio, carinho e compreensão desde a minha graduação até hoje.

Aos colegas Carolina Floret, Ramon Rizzieri e Leonardo Muller, pela parceria durante todo o experimento e na realização das análises. Aos funcionários do confinamento Eduardo Bueno, Wilson Biazon e Sidney do Império, pelo apoio durante o período experimental.

Aos amigos de equipe de pós-graduandos, Felipe Pelícia, André Nagatani, Alexandre Perdigão, Daniela Estevam, Carolina Floret, Lucas Miranda, Ramon Rizzieri, Ismael Pereira, Leonardo Muller, Laís Thomaz, Maria Bethânia, Alex Garcia e Tainá Eburneo por todas as trocas de experiências e conhecimentos.

A todos os estagiários, principalmente Maria Betânia Niehues, Caroline Barabach, Tainá Eburneo, Letícia Vechi, Leandro Pessin, Thamiris Sturion, Alex Garcia, Adelino Francischinelli, Ana Gabriela Sabadini, Daniel Gouvêa, Ana Bárbara Sartor, Monise Santos, Larissa Duarte, entre outros. Sem a colaboração de vocês não teríamos conseguido.

Aos amigos da graduação Ramon (Benegripe), Lucas (Fezes), Felipe (Transa), José (Zé Gandin), João (Catimbau), Eric (Gargalo) e Vitor (Leitoa) pelo companheirismo.

A todos os amigos, que fiz durante a graduação e aos amigos e moradores das repúblicas Colméia e Litraço de 4.

À Gisele, por toda a disponibilidade e auxílio com as análises no Laboratório de Bromatologia da FMVZ – UNESP.

Ao Michel Castilhos, bem como todos os funcionários da Fabrica de Ração da FMVZ – UNESP, pela ajuda durante o experimento.

À Maria Valeria Morales Dalanezi do Laboratório de Patologia da FMVZ- UNESP, pelo auxilio nas análises de histologia.

Ao professor Alexandre Securun Borges do Departamento de Clínica Veterinária da FMVZ- UNESP, pela participação e apoio nas análises hemogasométricas.

À Usina São Manuel, pela doação do bagaço-de-cana.

Ao Van Mondelli, pela parceria com os animais utilizados no experimento.

Às funcionárias da Seção de Pós-graduação Seila Vieira, Ellen Guilhen e Cláudia Moreci pela ajuda, paciência e colaboração durante a realização do doutorado. À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em especial ao prof. José Roberto Sartori, pela oportunidade de receber o título de doutora.

Aos funcionários do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal em especial ao Luís Carlos (*in memoriam*), Claudemir e Andressa pela atenção e ajuda. Aos demais professores e funcionários do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal, Departamento de Produção Animal, Supervisão das Fazendas de Ensino Pesquisa e Extensão da FMVZ – UNESP, pela colaboração nesta jornada.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida, vigência 03/2016 a 03/2018, deixando claro meu agradecimento a todos os apoiadores e contribuintes da realização desse projeto.

A todos, muito obrigado!

BIOGRAFIA DO AUTOR

Gabriel Fernandes de Melo nasceu em 25 de fevereiro de 1993 na cidade de Barra Bonita – SP, filho de Juvenal Aparecido Fernandes de Melo e Elielma Modesto Ferreira.

Graduou-se em Zootecnia pela Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” em 2015. Ingressou no Mestrado em 2016 na mesma instituição, sob orientação do Prof. Dr. Mário De Beni Arrigoni e co-orientação da Prof. Dra. Cyntia Ludovico Martins e do Dr. Rodrigo Lauritano Dias Pacheco.

LISTA DE ABREVIATURAS

AG - Ácidos graxos
AGCC – Ácido graxo de cadeia curta
AGI – Ácidos graxos insaturados
AGL – Ácidos graxos livres
AGS – Ácidos graxos saturados
BH - Biohidrogenação
CA – Carço de algodão
EE - Extrato etéreo
ELg – Energia líquida para ganho
ELm – Energia líquida para manutenção
FDN - Fibra em detergente neutro
GM – Gérmen de milho
GP – Gordura protegida
IMS - Ingestão de massa seca
MS - Matéria Seca
PSPS- Penn State Particle Separator

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição e conteúdo nutricional das dietas de adaptação oferecidas aos animais durante o estudo.....	44
Tabela 2. Composição e conteúdo nutricional das dietas de crescimento oferecidas aos animais durante o estudo.....	45
Tabela 3. Composição e conteúdo nutricional das dietas de terminação oferecidas aos animais durante o estudo.....	46
Tabela 4. Perfil de ácidos graxos das rações para cada tratamento utilizadas nos diferentes períodos de confinamento.....	47
Tabela 5. Distribuição em porcentagem do tamanho de partícula dos ingredientes utilizados nas rações de bovinos Nelore em confinamento alimentados com diferentes fontes de lipídios.....	49
Tabela 6 Desempenho produtivos de bovinos Nelore mantidos em confinamento, alimentados com diferentes fontes de lipídios.....	54
Tabela 7. Comportamento ingestivo de bovinos Nelore em confinamento, alimentados com diferentes fontes de lipídios.....	55
Tabela 8. Seletividade do tamanho de partículas por bovinos Nelore em confinamento, alimentados com diferentes fontes de lipídios.....	59
Tabela 9 Morfologia, histologia e abscessos hepáticos de bovinos Nelore em confinamento, alimentados com diferentes fontes de lipídios.....	62
Tabela 10. Perfil metabólico sanguíneo de bovinos Nelore em confinamento, alimentados com diferentes fontes de lipídios.....	63
Tabela 11. Energia líquida de bovinos Nelore em confinamento, alimentados com diferentes fontes de lipídios.....	65

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ingestão em Kg de massa seca de bovinos Nelore em confinamento alimentados com diferentes fontes de lipídios.....	54
Figura 2. Efeito de tratamento e fase no tempo de alimentação em minutos/dia no comportamento ingestivo de bovinos Nelore em confinamento alimentados com diferentes fontes de lipídios.....	56
Figura 3. Efeito de tratamento e fase no número de idas ao cocho/ dia no comportamento ingestivo de bovinos Nelore em confinamento alimentados com diferentes fontes de lipídios.....	57
Figura 4. Efeito de tratamento e fase na peneira 19 mm na seletividade de tamanho de partículas por bovinos Nelore em confinamento alimentados com diferentes fontes de lipídios.....	60
Figura 5. Efeito de tratamento e fase na peneira 8 mm na seletividade de tamanho de partículas por bovinos Nelore em confinamento alimentados com diferentes fontes de lipídios.....	60
Figura 6. Efeito de tratamento e fase na bandeja na seletividade de tamanho de partículas por bovinos Nelore alimentados com diferentes fontes de lipídios.....	61
Figura 7. Efeito de tratamento e fase no pH Sanguíneo de bovinos Nelore alimentados com diferentes fontes de lipídios.....	64
Figura 8. Efeito de tratamento e fase no lactato sanguíneo (mmol/L) de bovinos Nelore alimentados com diferentes fontes de lipídios.....	65

SUMÁRIO

CAPÍTULO I

1.0 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	13
2.0 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 AUMENTO DA DENSIDADE ENERGÉTICA DAS DIETAS.....	14
2.2 LIPÍDIOS NO METABOLISMO BOVINOS.....	16
2.3 SUPLEMENTAÇÃO DE GORDURAS NO RÚMEN DE BOVINOS.....	17
2.4 CAROÇO DE ALGODÃO E GORDURAS PROTEGIDAS EM DIETAS DE BOVINOS CONFINADOS.....	18
2.5 COMPORTAMENTO INGESTIVO DE BOVINOS CONFINADOS.....	21
2.6 SAÚDE RUMINAL E HEPÁTICA DE BOVINOS.....	24
2.7 PERFIL METABÓLICO SANGUÍNEO DE BOVINOS.....	26
REFERÊNCIAS.....	28

CAPÍTULO II

RESUMO.....	39
ABSTRACT.....	40
INTRODUÇÃO.....	41
MATERIAL E MÉTODOS.....	42
<i>Aprovação Ética.....</i>	42
<i>Animais e Local do Experimento.....</i>	42
<i>Delineamento Experimental.....</i>	42
<i>Manejo, Arraçoamento e Cuidados com os Animais.....</i>	43
<i>Manejo da Ingestão dos Animais.....</i>	43
<i>Desempenho Produtivo dos Animais.....</i>	43
<i>Flutuação da Ingestão de Massa Seca.....</i>	48
<i>Comportamento Ingestivo.....</i>	48
<i>Avaliação do Índice de Seleção de Ingredientes.....</i>	49
<i>Perfil Metabólico Sanguíneo.....</i>	50
<i>Abate dos Animais.....</i>	50
<i>Saúde Ruminal e Hepática.....</i>	51
<i>Incidência de rumenites.....</i>	51
<i>Abscessos hepáticos.....</i>	51
<i>Morfologia das papilas ruminais.....</i>	51
<i>Histologia das papilas ruminais.....</i>	52

<i>Energia Líquida</i>	52
<i>Análise Estatística</i>	53
RESULTADO.....	53
DISCUSSÃO.....	66
<i>Conclusão</i>	71
LITERATURA CITADA.....	72
CAPÍTULO III	
IMPLICAÇÕES.....	78

CAPÍTULO I

1.0 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O aumento dos custos de produção da atividade pecuária tem reduzido as margens de lucro do sistema (ABIEC, 2016). Assim, a produção de carne necessita de maior produtividade para apresentar-se como uma atividade rentável. Uma das ferramentas para acelerar o ciclo produtivo é a utilização de grãos de cereais na alimentação dos bovinos, seja em confinamento ou semi-confinamento, o que tem apresentado grandes vantagens no Brasil, uma vez que a produção brasileira de grãos tem aumentado a cada safra (CONAB, 2017).

O processo de intensificação dos sistemas produtivos da bovinocultura de corte se destaca pela grande oferta de coprodutos e alta produção de grãos, sendo o milho a principal fonte de energia para nutrição animal (OLIVEIRA; MILLEN, 2014), o que contribui para o aumento da terminação de bovinos em sistema de confinamento. Assim, com a utilização de rações de elevados teores de alimentos concentrados, há maior ganho de peso, melhor conversão alimentar e maior rendimento com melhor acabamento de carcaça, quando comparado aos sistemas menos intensivos (SANTOS et al., 2016).

Todavia, ao consumir grande quantidade de alimentos concentrados, os bovinos sofrem desafios acidóticos, podendo apresentar maior e mais rápida fermentação ruminal após a alimentação. A maior produção de ácidos no rúmen pode acarretar na acidificação do meio, quando esses não forem absorvidos de maneira eficiente pelo epitélio ruminal (BEVANS et al., 2005; NAGARAJA; TITGEMEYER, 2007).

Assim, o intuito é associar a alta produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) a maior área de absorção, proporcionada pelas papilas ruminais, evitando o acúmulo desses ácidos, uma vez que as produções de AGCC podem dobrar de quantidade dependendo da digestibilidade dos ingredientes da dieta (PEREIRA; ARMENTANO, 2000). Para evitar distúrbios metabólicos em bovinos alimentados com rações de alta energia, algumas práticas de manejo podem ser utilizadas, como o uso de aditivos ionóforos e não ionóforos. Estes irão modificar a fermentação ruminal, pela seleção de bactérias gram-positivas (NAGARAJA et al., 1997), minimizando a produção de ácidos indesejáveis, como o lactato.

Outra forma de se trabalhar com dietas de alta energia reduzindo os riscos de acidose é por meio da inclusão de lipídios na ração (GRUMMER, 1990). Os lipídios são comumente utilizados na dieta de ruminantes devido ao seu elevado valor calórico. Alguns nutricionistas de confinamentos brasileiros foram entrevistados e verificaram que os teores de lipídios nas rações têm aumentado, nos últimos anos, Millen et al., (2009) observaram nível de 4,7% de extrato etéreo (EE) de inclusão, Pinto e Millen (2016) 6% de EE. Porém, elevar os níveis e a densidade energética das dietas podem alterar a ingestão, uma vez que, para cada unidade de

energia metabolizável pode-se reduzir a ingestão de massa seca (IMS) em 0,61% (KREHBIEL et al., 2006) e a digestibilidade do alimento, devido aos efeitos negativos no crescimento de microrganismos ruminais.

Com o aumento do EE nas dietas de animais confinados, sejam pela utilização de sementes oleaginosas, subprodutos das indústrias alimentícias, óleos ou gorduras protegidas, como os sabões de cálcio, devemos assegurar o consumo alimentar ideal com a utilização dessa tecnologia, para melhores ganhos e retornos mais lucrativos. Neste cenário, é importante a avaliação do comportamento ingestivo e saúde ruminal de bovinos consumindo dietas ricas em grãos e com níveis elevados de lipídios, bem como os insumos utilizados para elevar os níveis energéticos das dietas de confinamento.

2.0 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 AUMENTO DA DENSIDADE ENERGÉTICA DAS DIETAS

Os efeitos da concentração energética das rações de bovinos de corte em confinamento têm sido avaliados para maximizar a produção. Fatores como a proporção de concentrado, os tipos e processamentos dos grãos e a utilização de lipídios determinarão a densidade calórica das dietas para os animais e influenciarão diretamente no desempenho produtivo. Nos Estados Unidos as dietas apresentam de 3,16 a 3,45 Mcal/kg de massa seca para maximizar os ganhos e a conversão alimentar (KREHBIEL et al., 2006). No Brasil, o uso do milho *Flint* nas dietas, o menor processamento dos grãos e ainda a inclusão mais alta de alimentos volumosos, reduz a densidade energética das dietas, atingindo patamares de 2,5 a 2,7 Mcal EM/kg de MS.

A inclusão de alimentos volumosos é entre 10 e 30% da MS (OLIVEIRA; MILLEN, 2014) enquanto em dietas norte americanas de 8 a 12% da MS (SAMUELSON et al., 2016). As dietas com maiores concentrações de carboidratos fibrosos limitam a capacidade ingestiva do animal, em virtude da menor digestibilidade e a taxa de passagem. Por outro lado, dietas com teores reduzidos de carboidratos fibrosos também resultam em menor ingestão total de massa seca, uma vez que as exigências energéticas do animal podem ser atingidas em níveis mais baixos de ingestão (MERTENS et al., 1994).

Por meio da manipulação da relação volumoso: concentrado é possível alterar os processos fermentativos e maximizar a eficiência de síntese microbiana, e consequentemente, a eficiência da utilização dos nutrientes dietéticos. Assim, os aumentos dos níveis de concentrado na dieta permitem atingir maiores índices de produtividade, desde que os fatores de fermentação sejam respeitados no momento da formulação das rações, evitando problemas

de distúrbios metabólicos como a acidose ruminal, que podem levar a possíveis lesões na parede do rúmen e decorrerem no surgimento de abscessos hepáticos (RUSSEL et al., 1992).

Segundo Oliveira e Millen (2014) cerca de 39,4% de nutricionistas dos confinamentos brasileiros utilizam dietas contendo 71 a 80% de concentrados e 42,4% dos técnicos recomendam dietas com níveis entre 81 e 90%. Porém, a formulação de rações e sua relação concentrado e volumoso está diretamente ligada aos fatores relacionados ao animal, alimento e as condições de alimentação, tendo cada sistema que se enquadrar nos níveis de utilização de acordo com a realidade de cada propriedade, e a disponibilidade dos alimentos de sua região (ARRIGONI et al., 2013).

De maneira geral, os grãos de cereais representam a principal fonte de energia nas rações para bovinos terminados em confinamento (HUNTINGTON, 1997, OWENS et al., 1997). A energia encontrada nos grãos é decorrente do teor de amido, que representa de 60 a 70% dos grãos de cereais. A digestibilidade do amido varia de acordo a vitreosidade do grão, ou seja, com a presença e o grau de associação da matriz proteica aos grânulos de amido. (MCALLISTER et al., 2006).

Assim, o processamento dos grãos visa aumentar sua digestibilidade, pela exposição dos grânulos de amido (ZINN et al., 2002). A digestibilidade do amido de milho dentado no trato digestivo total de bovinos é menor em grãos inteiros (87,08%), comparado a exposição do amido no processo de laminação a seco (91,3%), às silagens de grão úmido de milho (99,25%) e floculação (99,09%), apresentam maior disponibilidade devido à fermentação (OWENS, et al., 2007).

Com isso, a maior exposição dos grânulos de amido proporcionará maior superfície de contato, facilitando a hidrólise realizada pelas enzimas secretadas pelos microrganismos ruminais. O amido será então degradado até piruvato, intermediário do processo de produção dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), CO_2 e CH_4 (YOKOHAMA; JOHNSON, 1988). Assim, quanto mais disponibilidade, maior a produção de AGCC e, conseqüentemente, maior fornecimento de energia para ganho.

Outra forma de aumentar a densidade energética das rações de bovinos é com a inclusão de gorduras. Nutricionalmente, as gorduras suplementares são uma fonte concentrada de energia, com até três vezes o valor da energia líquida encontrada no milho (NRC, 2016). As gorduras são compostas em 90% por ácidos graxos (AFOA, 1999). Pelo fato de os lipídios não serem digeridos dentro do rúmen, o valor energético será definido pela digestibilidade dos ácidos graxos no intestino (ZINN, 1989).

Considerando que 1 g de gordura digestível tem valor de energia metabolizável de 9 Kcal e uma eficiência parcial de uso da energia metabolizável a partir de 67% para ganho de peso corporal (ZINN, 1994), a energia líquida para ganho esperada com os lipídios é de 6,03 Kcal/g de gordura digerida (ZINN; JORQUERA, 2007).

Apesar de proporcionar maior aporte energético para os ruminantes, as gorduras ainda apresentam resultados variáveis no desempenho de bovinos em confinamento. Isso se deve a fatores como o tipo ou fonte de gordura, os níveis de inclusão e o perfil dos ácidos graxos contidos na fonte de gordura (BRANDT et al., 1990).

2.2 LIPÍDIOS NO METABOLISMO BOVINOS

Os lipídios são compostos químicos orgânicos, formados principalmente por carbono, hidrogênio e oxigênio. Esses compostos são pouco solúveis em água e mais solúveis em solventes orgânicos. A oxidação completa desses compostos fornece em média 9,45 Kcal/g de lipídio, podendo ser 2,25 vezes mais energético que os carboidratos e proteínas (ARRIGONI et al., 2016). A forma mais simples encontrada dos lipídios são os triglicerídeos, compostos por três ácidos em ligação éster com um glicerol (HESS, 2008).

As gorduras e os óleos são formas de armazenamento de energia. Nos animais vertebrados, os adipócitos desempenham o papel de armazenamento dos triacilgliceróis, formando gotículas de gordura, que podem ser mobilizadas caso o animal demande mais energia do que a obtida por meio da alimentação, ou em casos de jejum (PALMQUIST; MATTOS, 2011).

A mobilização envolve o transporte dos triglicerídeos para os sítios onde serão hidrolisados na porção acila, liberando ácidos graxos e glicerol para a corrente sanguínea. O glicerol liberado entra no metabolismo por meio do ciclo de Krebs para produção de ATP e os ácidos graxos sofrem beta-oxidação, produzindo acetil-CoA, que também será convertido em ATP no ciclo de Krebs. A quantidade de energia produzida pela mobilização de gordura dependerá do comprimento e estrutura dos ácidos graxos, podendo gerar mais ou menos energia (LEHNINGER; NELSON; COX, 2005)

Pelo fato de os ácidos graxos apresentarem funções diferentes, estes foram classificados de acordo com sua estrutura e propriedades. As cadeias podem ser saturadas ou insaturadas, lineares ou ramificadas, definindo então suas funções biológicas. Além disso, o número, a posição e a geometria das ligações insaturadas definem a essencialidade dos ácidos graxos. (BAUCHART, 1993).

As gorduras, hormônios esteroides, colesterol, vitaminas lipossolúveis e fosfolipídios das membranas celulares são incluídas na classe dos lipídios, com funções fundamentais para o metabolismo animal (LEHNINGER; NELSON; COX, 2005). Todos os vertebrados exigem determinados ácidos graxos, denominados essenciais, para a formação das biomoléculas citadas acima. Os ácidos graxos que não são produzidos pelos animais têm papel importante para sobrevivência e desempenho adequado do metabolismo, sendo necessário a inclusão nas dietas (PALMQUIST, 1994).

Sob condições normais de alimentação, não se observa deficiência de ácidos graxos essenciais para os ruminantes (PALMQUIST; MATTOS, 2011). No entanto, fontes de lipídios são utilizadas na suplementação de bovinos de corte com o intuito de aumentar a ingestão de energia e modificar a composição de gordura depositada nos tecidos (DEMIREL et al., 2004), o que pode aumentar a aceitação pelo consumidor.

2.3 SUPLEMENTAÇÃO DE GORDURAS NO RÚMEN DE BOVINOS

A utilização de gordura em dietas se deve à sua densidade calórica, sendo a função primária das gorduras consumidas pelos ruminantes fornecer energia (NRC, 1996). Por este motivo, a utilização de dietas com gorduras aumentou ao longo dos últimos anos.

O uso de fontes de gorduras na dieta dos bovinos decorreu do conceito de que manipulações em dietas de ruminantes influenciam nos processos fisiológicos e alteram a composição dos ácidos graxos na carne ou leite (HESS et al., 2008). Além disso, esta suplementação contribui direta e indiretamente para a produção de ácidos graxos de cadeia curta no rúmen, digestibilidade da dieta e o suprimento de ácidos graxos para o animal (KRYSL et al., 1991).

A ligação éster do glicerol e o ácido graxo (AG) sofre hidrólise rápida e extensa por enzimas lipolíticas microbianas no rúmen, para liberar o glicerol e ácidos graxos livres (JENKINS, 1993). O glicerol pode então ser metabolizado pelos microrganismos e produzir AGCC (NAGARAJA et al., 1997).

Apesar de fornecer glicerol para os microrganismos produzirem AGCC, os ácidos graxos após a lipólise podem exercer papel antimicrobiano no rúmen (PALMQUIST; JENKINS, 1980). Esses efeitos são mais potentes pelos ácidos graxos insaturados (AGI) do que os saturados e podem inibir a fermentação ruminal (JENKINS, 1993).

As forragens, base da alimentação dos ruminantes, contêm vários lipídios específicos nas superfícies das folhas e no colmo e estes apresentam alto grau de insaturação. No entanto, a quantidade de ácidos graxos encontrados na dieta a base de forragem para os bovinos é baixa,

em torno de 1 a 4% (VAN SOEST, 1994), sendo de baixa toxicidade, pois os ácidos graxos se associam as superfícies hidrofóbicas das partículas do alimento, diminuindo a toxicidade (PALMQUIST; MATTOS, 2011).

Mesmo em dietas com baixas quantidade de lipídios, os microrganismos ruminais desenvolveram um mecanismo de autodefesa, denominado biohidrogenação (BH), sendo as bactérias *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Anaerovibrio lipolytica* e *Propionibacter* as responsáveis por esse processo (PARIZA et al., 2001). O processo de BH consiste em modificação na cadeia dos ácidos graxos, com a incorporação de hidrogênios entre os carbonos com duplas ligações, desta forma, os AGI passam a ser saturados, que são menos tóxicos para os microrganismos (BAUMAN et al., 2000). As taxas de lipólise da BH dependem do tipo e da quantidade de lipídios que chegam ao rúmen e do pH ruminal. (BEAM et al., 2000).

Sendo assim, no caso dos bovinos confinados, em que a base da alimentação são grãos de cereais, que resultam em alta produção de ácidos, o pH tende a ser mais baixo (KAUFMAN et al., 1980; CHALUPA et al., 1986). Isso faz com que ocorra diminuição da BH ruminal devido à diminuição da lipólise realizada pelos microrganismos (LATHAM et al., 1972), aumentando sua capacidade absorptiva no intestino (ZINN; SHEN, 1996).

Resultados da digestibilidade e intermediários de BH foram encontrados em uma cultura contínua de microrganismos ruminais, em que a hidrogenação de C18:3n-3 diminuiu ($P = 0,01$) linearmente devido à entrada de milho (LOOR et al., 2003).

Com a diminuição da BH ruminal ocorre um aumento na digestibilidade pós ruminal, que acarreta em maior energia líquida (ZINN et al., 2000). Além de que, a maior disponibilidade de energia líquida reduz as questões de acidose ruminal, uma vez que os lipídios não são fermentados no rúmen (GÓRKA et al., 2015).

Por outro lado, os lipídios podem reduzir a digestibilidade da fibra, devido ao recobrimento das partículas dos alimentos pelo óleo, impedindo a degradação das fibras (VALADARES FILHO, 2011). A menor digestão das fibras pode resultar na menor ingestão de alimento (WANAPAT et al., 2011), ocasionado por mecanismos que regulam a ingestão de alimentos ou pela capacidade limitada dos bovinos oxidarem os ácidos graxos (PALMQUIST; MATTOS, 2011).

2.4 CAROÇO DE ALGODÃO E GORDURAS PROTEGIDAS EM DIETAS DE BOVINOS CONFINADOS

Inúmeros são os alimentos e coprodutos que podem ser utilizadas como fontes de lipídios para os ruminantes. As sementes de oleaginosas são utilizadas devido à liberação lenta

dos óleos, sendo liberados por meio da mastigação, disponibilizando baixas quantidades no rúmen (COPPOCK; WILKS, 1991).

Segundo o levantamento de Oliveira e Millen (2014), 62,5% dos nutricionistas entrevistados recomendaram a utilização de caroço de algodão (CA) integral como fonte de lipídios para bovinos de corte nos confinamentos brasileiros, trabalhando com níveis de 6% de extrato etéreo na MS das rações.

O CA apresenta concentrações elevadas de extrato etéreo, com cerca de 20% na MS e proteína bruta, em torno de 23% com base na MS, além de alto teor de FDN (Fibra insolúvel em detergente neutro), com valores entre 40 e 50% na MS. O elevado teor de FDN se deve ao línter residual do processamento de remoção da fração fibrosa realizado nas indústrias têxteis (VALADARES FILHO et al., 2006).

A alta inclusão de CA, para atingir elevados níveis de extrato etéreo nas dietas, pode prejudicar a ingestão dos animais (VAN SOEST, 1994), devido à menor digestibilidade ruminal da matéria orgânica (ZINN; PLASCENCIA et al., 1993). Tais fatos estão relacionados à toxicidade dos ácidos graxos aos microrganismos ruminais (PANTOJA et al., 1994), que ocorre devido a liberação de ácidos graxos no rúmen (PALMQUIST; MATTOS, 2006). Dessa forma o conteúdo alimentar fica retido no rúmen por mais tempo, reduzindo a taxa de passagem e a ingestão dos animais (CRANSTON et al., 2006).

Uma das formas de evitar os efeitos negativos das gorduras no rúmen é a utilização de AGS, pelo fato de que esses são menos solúveis e, portanto, menos propensos a adsorverem sobre as bactérias (CHALUPA et al., 1984). As principais fontes de AGS são as gorduras de origem animal, frequentemente utilizadas na nutrição de bovinos nos EUA (MONTGOMERY et al., 2014).

No entanto, no Brasil a instrução normativa Nº8, de 25 de março de 2004, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, segundo o Artigo 1º, “proíbe em todo o território nacional, a comercialização e a utilização de produtos destinados à alimentação de ruminantes que contenham em sua composição proteína e gorduras de origem animal” (MAPA, 2004). Como alternativa para a realidade brasileira, pode ser utilizado o óleo de palma, principal fonte de lipídios saturados provenientes de vegetais (WISEMAN, 1984). O óleo de palma pode ser uma alternativa para aumentar a densidade energética das dietas e aumentar adiposidade das carcaças (CHOI et al., 2013).

Choi et al. (2013), trabalhando com óleo de palma na suplementação de bovinos, encontraram aumento nos escores de marmoreio, sem aumentar as concentrações de ácido

palmítico ou reduzir o teor de ácido oleico da carne, o que seria indesejável para os consumidores.

No entanto, diferentemente dos países confinadores mais tradicionais, como os EUA, em que 33% dos confinamentos utilizam fontes líquidas nas rações de bovinos (VASCONCELOS; GALYEAN, 2007), no Brasil a grande maioria dos confinamentos comerciais não possuem estrutura para mistura de ingredientes líquidos como os óleos (PACHECO et al., 2016), limitando essa prática.

Sendo assim, a utilização de gorduras protegidas é uma alternativa para facilitar o transporte dos lipídios, principalmente com a utilização de óleos que são produzidos em regiões específicas, como é o caso do óleo de palma, que tem grande parte da sua produção concentrada no território paraense no norte do Brasil (ABRAPALMA, 2014).

A logística de transporte de uma carreta de gordura protegida (GP) corresponde em média 5 carretas de CA, para carregarem a mesma quantidade de óleo. Além disso, os lipídios protegidos são alimentos de fácil armazenamento e utilização nas rações de confinamentos, uma vez que apresentam matéria seca em torno de 90% e podem ser misturados em qualquer misturador de ração (PACHECO et al., 2016). Da mesma forma, a GP é uma alternativa para reduzir os problemas dos efeitos dos lipídios no rúmen (HARVATINE; ALLEN, 2006).

A inclusão das gorduras protegidas ou inertes tem como objetivo reduzir os problemas metabólicos ocasionados pelos alimentos ricos em gordura (AFERRI et al., 2005), permitindo que os ácidos graxos possam atuar com suas funções energéticas sem atrapalhar as questões de cinética ruminal (VALINOTE et al., 2005).

A proteção do lipídio é obtida por reações entre íons de cálcio e os ácidos graxos, que serão desfeitas no abomaso, onde a acidez promove a liberação dos ácidos graxos para serem absorvidos no intestino (SILVEIRA, 2010).

No entanto, suplementar bovinos com gorduras protegidas como sabões de cálcio pode prejudicar a ingestão de massa seca por consequência na diminuição da palatabilidade da dieta, além de diminuição na motilidade do intestino e liberação de hormônios que controlam a saciedade (ALLEN, 2000), diminuindo assim a ingestão de alimento.

Este controle responde ao ajuste de comportamento alimentar de acordo com as necessidades nutricionais dos bovinos, sobretudo a energia das dietas. (ARRIGONI et al., 2013). Krehbiel et al. (2006) avaliaram a ingestão de alimento expresso em % do peso vivo de bovinos de corte mantidos em confinamento e encontraram relação linear e inversamente proporcional entre a ingestão de massa seca e a energia da ração, quando a energia apresentou patamares acima de 2,66 Mcal. No entanto, isto é adaptativo, pois alimentos novos permitem

ao animal aprender, por meio de respostas fisiológicas e sentimentos associados ao bem-estar ou conforto, se o alimento é bom ou não (GRAINGER, 2008). Neste sentido, Dado e Allen (1994) relataram a importância de mensurar o comportamento alimentar e a ruminação, a fim de verificar as implicações dos alimentos no consumo diário.

2.5 COMPORTAMENTO INGESTIVO DE BOVINOS CONFINADOS

Estudos relacionados ao comportamento ingestivo é uma ferramenta de fundamental importância para animais mantidos em confinamento, é a partir do entendimento do comportamento animal que permitirá adequar manejos melhorando a ingestão de alimento (Silva et al. 2005) e consequentemente o desempenho. Neste sentido Mertens (1994) afirma que a ingestão de massa seca é uma das variáveis mais importante que influencia o desempenho animal e apresenta relação inversa ao nível de fibra em detergente neutro (FDN) da ração. Pois o alto teor de FDN limita a ingestão, provocada pelo maior enchimento ruminal (MARIANI, 2010).

O controle da ingestão de alimentos está diretamente relacionado ao comportamento ingestivo (CHASE et al., 1976), podendo ser modificado de acordo com o tipo, quantidade, acessibilidade de alimento e práticas de manejo (FISHER, 1996). Assim, estudos do comportamento ingestivo dos ruminantes tem sido usado com o objetivo de estudar os efeitos da alimentação, tipo de alimento e o consumo voluntário no comportamento ingestivo, bem como a aplicação de conhecimento do comportamento ingestivo para melhorar o desempenho de animal (ALBRIGHT, 1993).

De acordo com Dado e Allen (1995), o comportamento ingestivo de um animal é constituído pelos tempos em alimentação, ruminação, ócio e eficiência de alimentação e ruminação. Desta maneira, os ruminantes procuram ajustar seu consumo pelo comportamento ingestivo, de forma a satisfazer suas necessidades principalmente energética (VAN SOEST, 1994) e a alimentação ocorre quando o bovino sente fome e termina quando está saciado. Sendo assim, ingestão diária estará relacionado à vários fatores que são controlados individualmente por mecanismos de inapetência e saciedade (DADO; ALLEN, 1994)

Conhecer o comportamento ingestivo dos animais, em função da dieta fornecida é de grande importância para a avaliação do desempenho produtivo dos animais. No caso da ingestão diária de alimento, os eventos podem ser descritos pelo número e duração de refeições, e a taxa de alimentação durante as refeições, assim, para melhorar o desempenho pela maior ingestão de alimento é necessário que um ou mais fatores aumente para que a ingestão seja aumentada (DADO; ALLEN, 1994).

A ingestão de alimento e as atividades de comportamento ingestivo dos bovinos estão relacionadas à digestibilidade dos alimentos que os ruminantes consomem, portanto, relacionadas a cinética de digestão e sua passagem pelo rúmen (NRC, 2001). Bovinos alimentados com dieta volumosa apresentam aumento no tempo de ruminação, e consequentemente, aumentam a taxa de degradação ruminal do alimento, pela maior permanência do alimento no rúmen e maior redução das partículas, expondo a fibra potencialmente digerível ao ambiente ruminal (MISSIO et al., 2010).

Definida pelo processo de regurgitar, mastigar e insalivar o bolo alimentar, a ruminação ocorre entre as refeições e são influenciadas proporcionalmente pela ingestão e teor de parede celular (VAN SOEST et al., 1991). Sendo a ingestão de fibra altamente correlacionado com o tempo destinado para ruminação (ALBRIGHT, 1993). Já alimentos concentrados e fenos finamente triturados ou peletizados proporcionam tempo de ruminação reduzido (VAN SOEST, 1994).

A maior ingestão de volumoso vem acompanhado do aumento de componentes do alimento como a FDN, promovendo o enchimento do rúmen e retículo, aumentando o número de mastigadas por dia, com maior tempo de mastigação para cada unidade de MS ou FDN consumido, influenciando as contrações rumino reticular durante a ruminação e taxa de passagem da FDN pelo rúmen (Dado; Allen, 1995). A taxa de passagem neste caso pode ser insuficiente para manter a ingestão em condições de alto enchimento ruminal, limitando então a ingestão de energia.

Sabe-se também que o comportamento alimentar dos ruminantes varia de acordo com a hora do dia. Neste sentido, Alencar et al. (2002) avaliaram o comportamento alimentar de vacas Nelore e Canchim, no qual encontraram maior intensidade de pastejo no período da manhã, ou seja, maior tempo de alimentação nas primeiras horas do dia quando comparados ao entardecer. Já em confinamento as refeições são realizadas após o fornecimento da ração, de 1 a 3 horas, quando utilizados dois tratos diários, além de várias pequenas refeições entre os arraçoamentos. (FISCHER et al., 1997), sendo nesse caso o manejo alimentar o principal fator de ingestão de alimento para os bovinos.

Em confinamento, qualquer alteração que envolva modificar o padrão de refeições do animal, como a composição da ração, pode resultar em mudanças no CMS e comportamento ingestivo (DADO; ALLEN, 1993). Por consequência, o desempenho e características de carcaça de bovinos terminados em confinamento são influenciados pelo nível e fonte de volumosos, devido a ingestão de massa seca e a ingestão de energia (GALYEAN; DEFOOR, 2003).

Missio et al. (2010), ao avaliar níveis crescentes de inclusão de silagem de milho como volumoso encontraram aumento linear na ingestão de energia digestível, ganho de peso diário, com o incremento do nível de concentrado na dieta de bovinos Charolês-Nelore não castrados, também alterando o comportamento ingestivo, com maior tempo em ócio de acordo com o aumento de concentrado, já para o tempo destinado a ingestão, ruminação, número de mastigadas por bolo alimentar e a eficiência de ruminação da FDN encontraram diminuição linear com o aumento dos níveis de concentrado nas rações.

Além da relação volumoso concentrado rações contendo fontes de volumosos diferentes, apesar de níveis similares de fração de FDN na ração total apresentam respostas divergentes quanto a ingestão de massa seca, comportamento ingestivo e diferenças no desempenho animal (ZINN; WARE, 2007; DEFFOR, 2003), tais resultados ocorrem pela diversidade de fontes de volumosos que além da composição química (FDN) apresentam diferenças físicas como o tamanho de partículas. Dessa forma, na formulação de ração não é adequado a utilização de apenas características químicas (FDN) de fontes de fibra para manter padrão adequado de ingestão, tempo de mastigação, pH ruminal e consequentemente, conteúdo ruminal (GOULART, 2010). Campanini et al. (2011) observaram que animais suplementados com monensina sódica tiveram menor tempo de ruminação que tratamentos com anticorpos policlonais e leveduras (350,24 vs. 394,36 min), tendo esses dados relacionados ao consumo de FDN e ação dos aditivos.

No geral, com o aumento do nível de concentrado na dieta ocorre diminuição do tempo despendido em alimentação e ruminação, aumentando linearmente o tempo de ócio e a eficiência de ruminação em g de MS/h. No entanto, não alteram o número de refeições diárias, diminuindo somente o tempo despendido por refeição (BÜRGUER et al., 2000). Desta forma, Hodgson (1990) afirma que as atividades diárias dos animais são excludentes, ou seja, o aumento da ruminação ou ócio diminui o tempo de alimentação.

O período em ócio, determinado pelo período em que o animal não está ingerindo alimento, água ou ruminando, aumenta à medida em que se diminui o teor de fibra das rações (CARVALHO et al., 2000). Foram encontrados valores de 655,2 min/dia em ócio para bezerros alimentados com 30% e 1007,4 min/dia para bezerros com 90% de concentrado, sendo também encontrado um menor tempo gasto para ingestão, uma vez que as exigências energéticas podem ser atingidas com menor quantidade de alimento (BÜRGUER et al., 2000).

Além da alteração na ruminação com a variação da relação volumoso concentrado, o tempo despendido em ruminação varia também de acordo com a hora do dia, apresentando

maior duração no período noturno, e são influenciados pelas diferenças anatômicas dos animais, apetite e exigências energéticas. (FISCHER, 1998).

Para aumentar a densidade energética das dietas e consequentemente a ingestão de energia e a eficiência alimentar (KREHBIEL et al., 1995), a suplementação de gorduras nas dietas de terminação tem sido utilizada com inclusão de 2.5 a 6.5% na MS (GALYEAN; GLEGHORN, 2002). Porém, diversas fontes de lipídios têm sido utilizadas na alimentação de ruminantes, o que pode interferir na ingestão e comportamento ingestivo de acordo com o grau de processamento, exposição dos lipídios a degradação ruminal e o teor de FDN nos ingredientes gordurosos.

Neste sentido, Gouvêa, (2015) avaliando a inclusão de CA na dieta de bovinos Nelore, observou que o tempo de ruminação, expresso em Kg MS⁻¹, aumentou linearmente com a inclusão de CA. O tempo de ruminação foi influenciado pela natureza da dieta, ou seja, quanto maior o teor de parede celular do alimento, maior o tempo de ruminação (VAN SOEST, 1994). A redução do tempo de ruminação está relacionada a ingestão de alimentos concentrados (VAN SOEST, 1994). Então, a ruminação pode ser altamente correlacionada com a ingestão de fibras e sua digestibilidade (ALBRIGHT, 1993). Logo, a redução na ingestão de massa seca com a inclusão de ácidos graxos na dieta de bovinos pode estar associada à piora da digestibilidade do alimento, especialmente da fração fibrosa (WANAPAT et al., 2011).

Barducci et al. (2015) observaram redução de 8,13% na (ingestão de massa seca) IMS de dietas com adição de GP, em machos não castrados em comparação com dietas com torta de algodão como fonte de lipídios. Em estudo comparando a adição de GP e CA Aferri et al. (2005) observaram redução de 14% na ingestão de massa seca, quando machos castrados foram alimentados com dietas contendo GP. Para evitar o efeito da gordura na ingestão, a proteção do lipídio, seja por utilização de sementes sem processamento como o grão de soja ou utilização GP diminuem os efeitos dos lipídios na fermentação ruminal quando comparadas a inclusão de gordura não protegida (FIORENTINI et al., 2015).

Entretanto, como ocorre diferenças nos alimentos e subprodutos sobre as características físicas e composição química (NRC, 2000), a resposta animal pode promover mudanças na atividade de mastigação, ruminação, capacidade de tamponamento ruminal e regulação dos processos fermentativos, os quais influenciam na saúde ruminal e bem-estar dos bovinos.

2.6 SAÚDE RUMINAL E HEPÁTICA DE BOVINOS

Os processos fermentativos inadequados no interior do rúmen são as causas principais das lesões ruminais ou rumenites, originadas tanto por quadros graves de acidose láctica ruminal aguda, nos quais o baixo pH associado a alta osmolaridade lesiona principalmente as papilas; como em acidoses brandas, relacionadas à produção excessiva de AGCC no interior do rúmen, que se acumulam principalmente nas regiões ventrais do órgão, gerando uma lesão corrosiva em sua parede (NAGARAJA; TITGEMEYER, 2007).

As bruscas elevações energéticas nas dietas ou manejo nutricional com refeições irregulares podem promover acidose ruminal e rumenites, podendo levar a incidência de abscessos hepáticos (NAGARAJA et al., 1997).

Barducci et al. (2015) avaliaram a incidência de rumenites em bovinos Nelore alimentados com diferentes fontes de lipídios. Neste estudo os índices de rumenites permanecerem baixos, no entanto foram encontrados efeito ($p=0,001$) de tratamento para a severidade das rumenites, em que a torta de algodão apresentou menor severidade (1,1), quando comparado a GP (2,07) e tratamento controle, sem inclusão de fontes lipídicas (1,95).

Nas rumenites crônicas ou agudas, o epitélio lesionado está susceptível a invasões de microrganismos ruminais oportunistas, como o *Fusobacterium necrophorum*, o *Arcanobacterium pyogenese* outras espécies de fungos (NAGARAJA; CHENGAPPA, 1998). Montgomery et al. (2005) relataram menos abscessos hepáticos em bovinos alimentados com dietas de terminação, quando utilizaram gérmen de milho como fonte de lipídios, sugerindo um possível efeito inibitório do óleo de milho no crescimento das *Fusobacterium necrophorum*.

Porém acredita-se que os abscessos hepáticos sejam primariamente causados por rumenites induzidas por uma acidose, o que permite que a *Fusobacterium necrophorum*, a bactéria ruminal identificada como agente primário etiológico dos abscessos hepáticos, entre na circulação portal e colonize o fígado (NAGARAJA; CHENGAPPA, 1998).

Além dos problemas relacionados ao fígado, a maior severidade das rumenites diminuem a motilidade ruminal e capacidade de absorção dos AGCC (DILORENZO et al., 2008). Os efeitos na motilidade ruminal, taxa de fermentação da fibra e a menor ingestão dos alimentos (KRAJCARSKI-HUNT et al., 2002) afetam negativamente o desempenho e saúde do animal (BERNARDES et al., 2007).

Sendo assim, devido ao aumento da entrada de substrato no rúmen, aumenta a fermentação microbiana e a produção de AGCC, devendo ser constante a taxa de absorção desses ácidos, para que o acúmulo excessivo de AGCC no fluido ruminal não desencadeie em baixo pH ruminal (BARKER et al., 1995), inibindo a ingestão de alimentos e o tempo em

ruminação após as refeições, afetando a salivação e tamponamento ruminal (CARTER; GROVUM, 1990).

O pH ruminal pode ser mantido próximo à neutralidade por meio da absorção dos AGCC, pela remoção de ácidos não ionizados e pela troca de ácidos graxos ionizados por bicarbonato durante o processo de absorção (STEVENS, 1970). Assim, estratégias para aumentar a absorção de AGCC foram estudadas nos últimos anos e incluem adaptação às dietas (PENNER et al., 2010) e aumento na área de superfície absorptiva ruminal (BANNINK et al., 2008).

O perfil das dietas utilizadas em confinamento altera a superfície, formato e tamanho das papilas ruminais (CUNNINGHAM, 1992), que são projeções da mucosa com sentidos para o lúmen do rúmen (HENRIKSON, 1970) e são responsáveis pelo aumento da área de superfície absorptiva do rúmen (BANKS, 1991). Sendo assim, a área de superfície absorptiva é a variável morfométrica mais correlacionada com a velocidade de absorção dos AGCC (MELO et al., 2013).

Neste sentido Verdugo et al., (2016) avaliaram fontes de lipídios alimentares na dieta de bovinos e concluíram que os lipídios aumentaram a absorção de propionato e butirato em relação aos novilhos não suplementados. Além disso, o fornecimento de fontes saturadas alterou a composição de ácidos graxos do epitélio ruminal, tendendo melhorar a absorção de propionato, por meio de difusão passiva, quando comparados a novilhos alimentados com fontes lipídicas insaturadas.

Com a maior absorção de propionato decorrente da suplementação de lipídios (VERDUGO et al., 2016), e considerando que o propionato foi responsável pelo crescimento de papilas metabolicamente ativas no saco cranial do rúmen de bezerros (COSTA et al., 2008), acredita-se que a utilização de fontes de lipídios pode interferir no desenvolvimento das papilas ruminais e na área de superfície absorptiva, melhorando a saúde ruminal de bovinos mantidos em confinamento.

2.7 PERFIL METABÓLICO SANGUÍNEO DE BOVINOS

Dietas com alto teor de concentrado apresentam menor concentração de FDNef (Fibra insolúvel em detergente neutro e fisicamente efetiva), ocasionando menor estímulo da ruminação e fluxo salivar, limitando o tamponamento ruminal pelo bicarbonato secretado na saliva (ALLEN, 1997; ASCHENBACH et al, 2011). O menor tamponamento pode desencadear casos de acidose à medida que os dias de confinamento avançam e os níveis de concentrado na dieta aumentam (RUPPANNER et al., 1978).

Portanto, bovinos alimentados com dietas ricas em concentrado podem apresentar perfil metabólico sanguíneo fora da normalidade em casos de manejo alimentar incorreto durante o período de confinamento, principalmente na fase de adaptação. A exposição prolongada a baixo pH ruminal pode resultar em acidose sistêmica e impor uma tensão crônica na fisiologia, nos mecanismos e na capacidade de manter o equilíbrio ácido-base (EARLY et al., 1991).

Para compensar a queda do pH ruminal nos casos de acidose, o bicarbonato sanguíneo passa para dentro do rúmen para tentar controlar o ambiente ruminal, ocasionando em diminuição das concentrações de bicarbonato do sangue, o que reduz pH sanguíneo (OWENS et al., 1998; BROWN et al., 2000).

O pH sanguíneo é o resultado da interação de todos os elementos envolvidos no equilíbrio ácido-base. A redução no valor de pH indica uma acidemia, causada por acidose metabólica, respiratória ou ambas. Por definição, a acidose é uma diminuição de bases nos fluidos corporais em relação aos ácidos (STEDMAN, 1982).

A resposta compensatória para o equilíbrio ácido-base é a hiperventilação pulmonar (DI BARTOLA, 2012). A hiperventilação em animais com acidose elimina H_2O e CO_2 dissociados do ácido carbônico ($H_2CO_3^-$), produzido pelo tamponamento do bicarbonato (HCO_3^-), na eliminação de íons de H^+ (COUNOTTE et al., 1979), na tentativa de equilibrar o pH sanguíneo.

No entanto, quando os excessos de base no sangue não são suficientes para restabelecer a homeostase, são ocasionados quadros de acidose metabólica (OWENS et al., 1998).

Para evitar os casos de acidose, além dos manejos de alimentação e adaptação do ambiente ruminal, Huffman et al. (1992) sugeriram que os lipídios, ao revestirem os grãos e reduzirem sua taxa de fermentação, devem consequentemente reduzir a incidência de acidose. Em estudo com a utilização de pellets de coprodutos de alto teor lipídico em substituição linear ao grão de cevada e a canola, observaram- diminuição da gravidade em casos de acidose ruminal (GÓRKA et al., 2015).

A menor fermentação dos grãos em dietas com alto teor de lipídios causa redução da digestibilidade ruminal da matéria orgânica (GÓRKA et al., 2015). No entanto, ocorre um deslocamento do local da digestão para as partes inferiores do trato gastrointestinal (ZINN, 1989; ZINN e SHEN, 1996; PLASCENCIA et al., 2003). Assim, o retardamento da digestão do amido do rúmen para o intestino pode reduzir a incidência de acidose ruminal, porém, sem redução na utilização de energia pelo animal (KREHBIEL et al., 1995).

No capítulo II, será abordado o estudo que teve por objetivo avaliar o comportamento ingestivo e saúde ruminal de bovinos Nelore em confinamento alimentados com diferentes fontes de lipídios.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE – ABIEC. Exportações Brasileiras de carne Bovina. São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://abiec.siteoficial.ws/images/upload/sumario-pt-010217.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE ÓLEO DE PALMA - ABRAPALMA. A palma no Brasil e no mundo. Belém, 2014. Disponível em: <<http://www.abrapalma.org/pt/a-palma-no-brasil-e-no-mundo/>>. Acesso em: 26 set. 2017.

AFERRI, G.; LEME, P. R.; SILVA, S. L.; PUTRINO, S. M.; PERREIRA, A. S. Desempenho e características de carcaça de novilhos alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1651-1658, 2005.

AFOA. **Trading and arbitration rules**. New York: American Fats and Oils Association, 1999.

ALBRIGHT, J. L. Feeding behavior of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 2, p. 485-498, 1993.

ALLEN, M. S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, p. 1447-1462, 1997.

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

ALENCAR, M. M.; TULLIO, R. R.; CRUZ, G. M.; CORREIA, L. A. Comportamento de pastejo de vacas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 13-21, 2002.

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

ARRIGONI, M. D. B.; MARTINS, C. L.; FACTORI, M. A. Lipid Metabolism in the Rumen. In: MILLEN, D. D.; ARRIGONI, M.D.B. **Rumenology**. São Paulo: Springer, 2016. Cap. 5, p. 127-157, 2016.

ASCHENBACH, J. R.; PENNER, G. B.; STUMPF, F.; GÄBEL, G. Ruminant nutrition symposium: Role of fermentation acid absorption in the regulation of ruminal pH. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, p. 1092-1107, 2011.

BAKER, G. A.; GUILBERT, H. R. Non-randomness of variations in daily weights of cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 1, p. 293-299, 1942.

BANKS, W. **Histologia veterinária aplicada**. São Paulo: Editora Manole, 1991. 629 p.

BANNINK, A. J.; LÓPEZ, F. S.; GERRITS, W. J. J.; KEBREAB, E.; AMMINGA, S.; DIJKSTRA, J. Modeling the implications of feeding strategy on rumen fermentation and functioning of the rumen wall. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 143, p. 3-26, 2008.

BARDUCCI, R. S.; SARTI, M. N.; MILLEN, D. D.; PUTAROV, T. C.; RIBEIRO, F. A.; FRANZÓI, M. C. S.; COSTA, C. F.; MARTINS, C. L.; ARRIGONI, M. B. Ácidos graxos no desempenho e nas respostas imunológicas de bovinos Nelore confinados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, p. 499-509, 2015.

BARKER, I. K.; VAN DREUMEL, A. A.; PALMER, N. The alimentary system. In: JUBB, K. V. F.; KENNEDY, P. C.; PALMER, N. (Ed.). **Pathology of domestic animals**. 4. ed. San Diego: Academic, 1995. v. 2, p. 2-203.

BAUCHART, D. Lipid absorption and transport in ruminants. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, p. 3864-3881, 1993.

BAUMAN, D. E.; BAUMGARD, L. H.; CORL, B. A.; GRIINARI, J.M. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77 p. 1-15, 2000.

BEAM, T. M.; JENKINS, T. C.; MOATE, P. J.; KOHN, R. A.; PALMQUIST, D. L. Effects of amount and source of fat on the rates of lipolysis and biohydrogenation of fatty acids in ruminal contents. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, p. 2564-2573, 2000.

BERNARDES, E. B.; COELHO, S. G.; CARVALHO, A. U.; OLIVEIRA, H. N.; REIS, R. B.; SATURNINO, H. M.; SILVA, C. A.; COSTA, T.C. Efeito de substituição do feno de Tifton 85 pelo caroço de algodão como fonte de fibra na dieta de bezerros. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 59, p. 955-964, 2007.

BEVANS, D. W.; BEAUCHEMIN, K. A.; SCWARTZKOPF-GENWEIN, K. S.; MCKINNON, J. J.; MCALLISTER, T. A. Effect of rapid or gradual grain adaptation on subacute acidosis and feed intake by feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, p. 1116-1132, 2005.

BRANDT, R. T. Jr.; S. J. ANDERSON. Supplemental fat source affects feedlot performance and carcass traits of finished yearling steers and estimated diet net energy value. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, p. 2208-2216, 1990.

BROWN, M. S.; KREHBIEL, C. R.; GALYEAN, M. L.; REMMENG, M.D.; PETERS, J.P.; HIBBARD, B.; ROBINSON, J.; MOSELEY, V. M. Evaluation of models of acute and subacute acidosis on dry matter intake, ruminal fermentation, blood chemistry, and endocrine profiles of beef steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, p. 3155-3168, 2000.

BROWN, M. S.; PONCE, C. H.; PULIKANTI, R. Adaptation of beef cattle to high-concentrate diets: performance and ruminal metabolism. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, p. 25-33, 2006.

BÜRGER, P. J.; PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C.; SILVA, J. F. C.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; CASALI, A. D. P. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 236-242, 2000.

CAMPANINI, A.; RONCHESEL, J. R.; ARRIGONI, M. D. et al. Seletividade dos ingredientes da ração por bovinos confinados com alto concentrado suplementados com diferentes aditivos alimentares. In SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO 19 DE RUMINANTES FMVZ-UNESP, 3, 2011. Anais... Botucatu: UNESP, FMVZ, 2011.

CARTER, R. R.; GROVUM, W. L. A review of the physiological significance of hypertonic body fluids on feed intake and ruminal function: salivation, motility and microbes. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, p. 2811, 1990.

CARVALHO, S.; RODRIGUES, M. T.; BRANCO, R. H., RODRIGUES, C. A. F. Comportamento ingestivo de cabras Alpinas em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro proveniente da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 562-568, 2006.

CHALUPA, W.; RICKABAUGH, B.; KRONFELD, D.; SKLAN, S. D. Rumen fermentation in vitro as influenced by long chain fatty acids. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 67, n.7, p. 1439-1444, 1984.

CHALUPA, W.; VECCHIARELLI, B.; ELSE, A. E.; KRONFELD, D. D.; SKLAN, D.; PALMQUIST, D. L. Ruminal fermentation in vivo as influenced by long chain fatty acids. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 69, p. 1293-1301, 1986.

CHASE, L. J.; WANGSNES, P. J.; BAUMGARDT, B. R. Feeding behavior of steers fed a complete mixed ration. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 59, n. 11, p. 1923-1928, 1976.

CHOI, S. H.; GANG, G. O.; SAWYER, J. E.; JOHNSON, B. J.; KIM, K. H.; CHOI, C. W.; SMITH, S. B. Fatty acid biosynthesis and lipogenic enzyme activities in subcutaneous adipose tissue of feedlot steers fed supplementary palm oil or soybean oil. **Journal of Animal Science**, Cidade, v. 91, p. 2091-2098, 2013.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento, Acompanhamento safra brasileira de grãos, Safra 2016/17 - Décimo segundo levantamento. 2017. Disponível: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253>. Brasília, v. 4, p. 1-158. Acesso em: 25 set. 2017.

COPPOCK, C. E.; WILKS, D. L. Supplemental fat in high-energy rations for lactating cows: effects on intake, digestion, milk yield, and composition. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, p. 3826-3837, 1991.

COSTA, S. F.; PEREIRA, M. N.; MELO, L. Q.; RESENDE JÚNIOR, J. C.; CHAVES, M. L. Alterações morfológicas induzidas por butirato, propionato e lactato sobre a mucosa ruminal e a epiderme de bezerros – I Aspectos histológicos. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 60, n. 1, p. 1-9, 2008.

COUNETTE, G. H. M.; PRINS, R. A. Regulation of lactate metabolism in the rumen. **Veterinary Research Communications**, Dordrecht, v. 5, p. 101-115, 1981.

CRANSTON, J. J.; RIVERA, J. D.; GALYEAN, M. L.; BRASHEARS, M. M.; BROOKS, J. C.; MARKHAM, C. E.; MCBETH, L. J.; KREHBIEL, C.R. Effects of feeding whole cottonseed and cottonseed products on performance and carcass characteristics of finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, p. 2186-2199, 2006.

CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992. 454 p.

DADO, R. G.; ALLEN, M. S. Nutrition, feeding, and calves: Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 78, n. 1, p. 118-133, 1995

DEMIREL, G.; WACHIRA, A. M.; SINCLAIR, L. A.; WILKINSON, R. G.; WOOD, J. D.; ENSER, M. Effects of dietary n-3 polyunsaturated fatty acids, breed and dietary vitamin E on the fatty acids of lamb muscle, liver and adipose tissue. **The British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 91, p. 551-565, 2004.

DI BARTOLA, S. P. Introduction to acid-base disorders. In: DI BARTOLA, S. P. **Fluid, Electrolyte and Acid-Base Disorders in Small Animal Practice**. 4. ed. St. Louis: Elsevier, 2012. cap. 9, p. 231-252.

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

EARLY, R. J.; MCBRIDE, B. W.; VATNICK, I.; BELL, A. W. Chronic heat stress and prenatal development in lambs. II. Placental cellularity and metabolism. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, p. 3610-3616, 1991.

FIORENTINI, G.; CARVALHO, I. P. C.; MESSANA, J. D.; CANESIN, R. C.; CASTAGNINO, P. S.; LAGE, J. F.; ARCURI, P. B.; BERCHIELLI, T. T. Effect of Lipid Sources with Different Fatty Acid Profiles on Intake, Nutrient Digestion and Ruminal Fermentation of Feedlot Nellore Steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 28, n. 11, p. 1583-1591, 2015.

FISCHER, V. **Efeitos do fotoperíodo, da pressão de pastejo e da dieta sobre o comportamento ingestivo de ruminantes**. 1996. 243 p. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

FISCHER, V.; DESWYSEN, A. G.; DESPRES, L. Comportamento ingestivo de ovinos recebendo dieta à base de feno durante um período de seis meses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 5, p. 1032-1038, 1997.

FISCHER, V.; DESWYSEN, A. G.; DESPRES, L. Padrões nictemerais do comportamento ingestivo de ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, p. 362-369, 1998.

GALYEAN, M. L.; DEFOOR, P. J. Effects of roughage source and level on intake by feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 14, p. E8-16E, 2003.

GALYEAN, M. L.; GLEGHORN, J. F. Summary of the 2000 Texas Tech University Consulting Nutritionist Survey. In: PLAINS Nutrition Council Spring Conference. Amarillo: Texas A&M Research and Extension Center, 2002. v. 5-20, p. 1-10.

GÓRKA, P.; CASTILLO-LOPEZ, E.; JOY, F.; CHIBISA, G. E.; MCKINNON, J. J.; PENNER, G. B. Effect of including high-lipid by-product pellets in substitution for barley grain and canola meal in finishing diets for beef cattle on ruminal fermentation and nutrient digestibility **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 93, p. 4891-4902, 2015.

GOUVÊA, V. N. **Caroço de algodão em dietas contendo alto teor de concentrado para bovinos Nelore terminados e confinamento**. 2015. 150 f. Tese (Doutorado em Nutrição e Produção Animal)-Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.

GOULART, R. S. **Avaliação da fibra fisicamente efetiva em rações para bovinos de corte**. 2010. 200 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagem)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

GRAINGER C. GIA methane: increasing fat can reduce methane emissions. GIA Newsletter. Rutherglen: Department of Primary Industries, n.10, 2008. Disponível: <http://www.greenhouse.unimelb.edu.au/newsletters/GIANewsNo10Mar08.pdf>. Acesso em: 25 set. 2017.

GRUMMER, R. R.; HATFIELD, M. L.; DENTINE, M. R. Our industry today: Acceptability of fat supplements in four dairy herds. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 73, p. 852-857, 1990.

HARVATINE, K. J.; ALLEN, M. S. Fat supplements affect fractional rates of ruminal fatty acid biohydrogenation and passage in dairy cows. **Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 136, p. 677-685, 2006.

HENRIKSON, R. C. Ultrastructure of ovine ruminal epithelium and localization of sodium in the tissue. **Journal of Ultra Structure Research**, San Diego, v. 30, n. 3, p. 385- 481, 1970.

HESS, B. W.; MOSS, G. E.; RULE, D. C. A decade of developments in the area fat supplementation research with beef cattle and sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, p. 188-204, 2008.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Inglaterra: Longman Handbooks in Agriculture, 1990. 203 p.

HUFFMAN, R. P.; STOCK, R. A.; SINDT, M. H.; SHAIN, D. H. Effect of fat type and forage level on performance of finishing cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, p. 3889, 1992.

HUNTINGTON, G. B. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, p. 852-867, 1997.

JENKINS, T. C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, p. 3851-3863, 1993.

KAUFMAN, W.; HAGEMEISTER, H.; DIRKSEN, G. Adaptation to changes in dietary composition, level and frequency of feeding. **Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants**, Westport, p. 587-602, 1980.

KRAJCARSKI-HUNT, H.; PLAIZIER, J. C.; WALTON, J. P.; SPRATT, R.; McBRIDE, B.W. Short communication: effect of subacute ruminal acidosis on in situ fiber digestion in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 85, p. 570-573, 2002.

KREHBIEL, C. R., STOCK, R. A.; SHAIN, D. H.; RICHARDS, C. J.; HAM, G.A. MCCOY, R.A; KLOPFENSTEIN, T. J.; BRITTON, R.A.; HUFFMAN, R. P. Effect of level and type of fat on subacute acidosis in cattle fed dry-rolled corn finishing diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 2438-2446, 1995.

KREHBIEL, C. R.; CRANSTON, J. J.; McCURDY, M. P. An upper limit for caloric density of finishing diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, p. E34-E39, 2006.

KRYSL, L. J.; JUDKINS, M. B.; BOHMAN, V. R. Influence of ruminal or duodenal soybean oil infusion on intake, ruminal fermentation, siet and extent of digestion, and microbial protein synthesis in beef heifers consuming grass hay. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, p. 2585–2590, 1991.

LATHAM, M. J.; STORRY, J. E.; SHARPE, M. E. Effect of low roughage diets on the microflora and lipid metabolism in the rumen. **Applied Microbiology**, Washington, v. 24, p. 871-877, 1972.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica**. 4. ed. São Paulo, 2005. 1119 p.

LOOR, J. J.; HOOVER, W. H; MILLER-WEBSTER, T. K.; HERBEIN, J. H.; POLAN, C. E. Biohydrogenation of unsaturated fatty acids in continuous culture fermenters during digestion of or chardgrass or red clover with three levels of ground corn supple- mentation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 1611-1627, 2003.

MARIANI, T. M. **Suplementação de anticorpos policlonais ou monensina sódica sobre o comportamento ingestivo e desempenho de bovinos brangus e nelore confinado**. 2010. 90 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

MELO, L. Q.; COSTA, S. F; LOPES, F.; GUERREIRO, M. C.; ARMENTANO, L. E.; PEREIRA, M. N. Rumen morphometrics and the effect of digesta pH and volume on volatile fatty acid absorption. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 91, p. 1775-1783, 2013.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR, G. C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy., Crop Science Society American, Soil Science Society American., 1994. p. 450–493.

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

MISSIO, R. L.; BRONDANI, I.L.; ALVES FILHO, D.C.; SILVEIRA, M.F.; FREITAS, L.S.; RESTLE, J. Comportamento ingestivo de tourinhos terminados em confinamento, alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 7, p. 1571-1578, 2010.

MONTGOMERY, S. P.; DROUILLARD, J. S.; NAGARAJA, E. C.; TITGEMEYER, E. C.; SINDT, J. J. Effects of supplemental fat source on nutrient digestion and ruminal fermentation in steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, p. 640-650, 2008.

NAGARAJA, T. G.; CHENGAPPA, M. M. Liver abscesses in feedlot cattle: a review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, p. 287-298, 1998

NAGARAJA, T. G.; NEWBOLD, C. J.; VAN NEVEL, C. J.; DEMEYER, D. I. Manipulation of ruminal fermentation. In: HOBSON, P. N.; STEWART, C. S. (Ed.). **The Rumen Microbial Ecosystem**. London: Chapman and Hall, 1997. p. 523-632.

NAGARAJA, T. G.; TITGEMEYER, E. C. Ruminal acidosis in beef cattle: The current microbiological and nutritional out-look. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, p. E17-E38, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requeriment of beef cattle**. 7. ed. Washington, DC: National Academy Press, 1996.

NATIONAL RESERCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requeriments of beef cattle**. 6.ed. Washington, DC: National Academy Press, 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington, DC.: National Academy Press, 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 8th ed. Washington, DC: National Academy Press 2016.

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**, Amsterdam, v. 197, p. 64-75, 2014.

OWENS F. N; SODERLUND, S. Ruminal and postruminal starch digestion by cattle. In: Pioneer Hi-Bred, a DuPont business conference, Johnston, 2007.

OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J.; GILL, D. R. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: a review. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 75, n. 3, p. 868-879, 1997.

OWENS, F.N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J.; GILL, D. R. Acidosis in cattle: a review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, p. 275-286, 1998.

PACHECO, R. D. L.; JOHNSON, B.J.; SIQUEIRA, G.R.; CERVIERI, R.C.; CARVALHO, J. C. F; BURIM, M. R.; BASTOS, J. P. S. T. Uso de Gordura Protegida em Bovinos de Corte. In: 1º SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE, 1º, 2016, Dracena. **Anais...** Dracena: Unesp, 2016.

PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídios. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Ed.). **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2011. p. 299-322

PALMQUIST, D. L. The role of dietary fats in efficiency of ruminants. Conference: regulating lipids metabolism to increase productive efficiency. **The Journal of Nutrition**, New York, v. 124, p. 1377-1382, 1994.

PALMQUIST, D. L.; JENKINS, T. C. Fat in lactation rations—review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 63, p. 1-14, 1980.

PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T. T. PIRES, A.V; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. cap. 10, p. 287-310.

PANTOJA, J.; FIRKINS, J. L.; EASTRIDGE, M. L.; HULL, B. L. Effects of fat saturation and source of fiber on site of nutrient digestion and milk production by lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, p. 2341–2356, 1994.

PARIZA, M. W.; PARK, Y.; COOK, M. E. The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. **Progress in Lipid Research**, Kidlington, v. 40, p. 283-298, 2001.

PENNER, G. B.; STEELE, M. A.; ASCHENBACH, J. R; MCBRIDE, B. W. Molecular adaptation of ruminal epithelia to highly fermentable diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, p. 1108–1119, 2010.

PEREIRA, M. N.; ARMENTANO, L. E. Partial replacement of forage with non-forage fiber sources in lactating cows diets. II. Digestion and rumen function. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, n. 12, p. 2876-2887, 2000.

PLASCENCIA, A. G.; MENDOZA, D.; VÁSQUEZ, C.; ZINN, R. A. Relationship between body weight and level of fat supplementation on fatty acid digestion in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 2653–2659, 2003.

RUPPANNER, R. B. B.; NORMAN, C. J.; ADAMS, D. G. Metabolic and cellular profile testing in calves under feedlot conditions: Minerals, electrolytes and biochemical components-changes over time in feedlot. **Journal Veterinary Research**, Pulawy, v. 39, p. 845, 1978.

RUSSELL, J. B.; O'CONNOR, J. D.; FOX, D. G.; RUSSEL, J.B. A Net Carbohydrate and Protein System for evaluating cattle diets. I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 11, p. 3551-3561, 1992.

SAMUELSON, K. L.; HUBBERT, M. E.; GALYEAN, M. L.; LÖEST, C. A. Nutritional recommendations of feedlot consulting nutritionists: The 2015 New Mexico State and Texas Tech University survey. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 94, p.2648-2663, 2016.

SANTOS, F. A. P.; MARQUES, R. S.; DÓREA, J. R. R. (Ed.). Grain Processing for Beef Cattle. In: MILLEN, D. D.; ARRIGONI, M.D.B.; **Rumenology**. São Paulo: Springer, 2016. Cap. 8, p. 213-242, 2016.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235 p.

SILVA, J. F. C. Mecanismo reguladores de consume. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. 1. ed. Jaboticabal: Funep, 2006. cap. 3, p. 57-78.

SILVEIRA, M. F. **Suplementação com sais de cálcio de ácidos graxos para vacas de corte mantidas em pastagem natural durante o período pré e/ou pós-parto**. 2010. 128 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

STEDMAN, T. L. **Stedman's Medical Dictionary**. Baltimore: Williams and Wilkins, 1982.

STEVENS, C. E. Fatty acid transport through the rumen epithelium. In: PHILLIPSON, A. T. (Ed.). **Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant**. Newcastle: Oriel Press, 1970. p. 101-112.

VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R.; MAGALHÃES, K. A. (Ed.). **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-Corte**. Viçosa, MG: Suprema, 2006. 142 p.

VALINOTE, A. C.; NOGUEIRA FILHO, J. C. M.; LEME, P. R.; SILVA, S. L. L.; CUNHA, J. A. Fontes de lipídios e monensina na alimentação de novilhas Nelore e sua relação com a população de protozoários ciliados do rúmen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 1418-1423, 2005.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 10, p. 3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Corvallis: O & B Books Inc., 1994. 374 p.

VASCONCELOS, J. T.; GALYEAN, M. L. ASAS centennial paper: contributions in the Journal of Animal Science to understanding cattle metabolic and digestive disorders. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, p. 1711-1721, 2008.

VASCONCELOS, J. T.; GALYEAN, M. L. Nutritional recommendations of feedlot consulting nutritionists: the 2007 Texas tech university survey. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, p. 2772-2781, 2007.

VERDUGO, A. C. **Effect of lipid supplementation on ruminal epithelial membrane fatty acid composition and short-chain fatty acid absorption**. 2016. p. 1-74. Thesis (College of Graduate Studies and Research)-University of Saskatchewan, Saskatoon, 2016.

WANAPAT, M.; MAPATO, C.; PILAJUN, R.; TOBURAN, W. Effects of vegetable oil supplementation on feed intake, rumen fermentation, growth performance, and carcass

characteristic of growing swamp buffaloes. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 135, p. 32-37, 2011.

WISEMAN, J. **Fats in animal nutrition**. Londres: Butterworths, 1984.

YOKOHAMA, M. T.; JOHNSON, K. A. Microbiology of the rumen and intestine. In: CHURCH, D. C. (Ed.). **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1988. p 125-144.

ZINN, R. A. Influence of level and source of dietary fat on its comparative feeding value in finishing diets for steers: Feedlot cattle growth and performance. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 67, p. 1029–1037, 1989.

ZINN, R. A. The effects of supplemental fat on feedlot cattle growth performance and digestive function. **Professional Animal Scientist**, Champaign, v. 10, p. 66-72, 1994.

ZINN, R. A.; GULATI, S. K.; PLASCENCIA, A.; SALINAS, J. Influence of ruminal biohydrogenation on the feeding value of fat in finishing diets for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, p. 1738–1746, 2000.

ZINN, R. A.; JORQUERA, A. P. Feed value of supplemental fats used in feedlot cattle diets. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Amsterdam, v. 23, p. 247–268, 2007.

ZINN, R. A.; PLASCENCIA, A. Interaction of whole cottonseed and supplemental fat on digestive function in cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, p. 11, 1993.

ZINN, R. A.; SHEN, Y. Interaction of dietary calcium and supplemental fat on digestive function and growth performance in feedlot steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, p. 2303-2309, 1996.

ZINN, R. A.; OWENS, F. A.; WARE, R. A. Flaking corn: processing mechanics, quality standards, and impacts on energy availability and performance of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 5, p. 1145-1156, 2002.

CAPÍTULO II

O capítulo II desta dissertação está redigida conforme as normas do periódico Journal of Animal Science, exceto pelo idioma e posição de tabelas.

COMPORTAMENTO INGESTIVO E SAÚDE RUMINAL DE BOVINOS NELORE EM CONFINAMENTO ALIMENTADOS COM FONTES DE LIPÍDIOS

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento ingestivo e a saúde ruminal de bovinos Nelore em confinamento alimentados com fontes de lipídios. O estudo foi conduzido no confinamento experimental da FMVZ, UNESP- Botucatu. Noventa e seis bovinos machos, não castrados, Nelore, com peso corporal inicial de $399,9 \pm 19,32$ kg e idade média de 22 ± 2 meses foram distribuídos em um delineamento experimental em blocos casualizados. Os animais foram separados de acordo com o peso corporal inicial e divididos em quatro tratamentos: COP, dieta com adição de fontes naturais de lipídios, provenientes de caroço de algodão e gérmen de milho; NUTR, dieta com inclusão de fonte de lipídios protegidos da degradação ruminal provenientes de óleo de soja; BLEND, dieta com inclusão da combinação de óleos protegidos da degradação ruminal; MIX, dieta com adição de fontes naturais de lipídios, provenientes de caroço de algodão e gérmen de milho e Blend. Os animais foram alocados em confinamento coberto, sendo 4 animais por baia, totalizando 6 baias por tratamento, que foram consideradas as unidades experimentais. Os animais foram abatidos após 108 dias de estudo. Os dados foram analisados pelo PROC MIXED do SAS e as médias comparadas pelo teste Tukey a 10% de significância. Para a ingestão de massa seca dos animais na fase de terminação houve uma redução ($P=0,0003$), ocasionado pelo baixo nível de volumoso e alta concentração energética das dietas. As relações $ELm:ELme$ e $ELg:ELge$ foram maiores ($P<0,0001$) para os tratamentos COP e MIX, com 11% maior para o MIX e 21% maior para o COP, em relação a ELg esperada para esses tratamentos. No comportamento ingestivo o tempo total de mastigação foi maior ($P=0,004$) para COP, o baixo tempo de ruminação e mastigação nos tratamentos NUTR e BLEND no período de terminação proporcionaram queda ($P=0,002$) no pH sanguíneo (7,31 e 7,33 respectivamente), sendo encontrada maior concentração de lactato ($P<0,0001$), menores concentrações de bicarbonato ($P=0,0012$) e bases no sangue ($P=0,007$). Para os parâmetros de saúde ruminal o tratamento BLEND apresentou maior índice de rumenites ($P=0,08$) com escore 1,5 diferindo de COP e NUTR. A incidência de abscessos hepáticos foi maior ($P=0,08$) para o tratamento NUTR com 47,83%. Conclui-se que a utilização de COP como fonte de lipídios em dietas com baixa inclusão de volumoso proporcionou melhor tempo de ruminação e mastigação, com melhor pH sanguíneo e níveis mais baixos de lactato no sangue.

Palavras chaves: caroço de algodão, gordura protegida, ruminação.

FEEDING BEHAVIOR AND RUMINAL HEALTH OF FEEDLOT NELLORE BULLS FED WITH SOURCES OF FAT

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the effects of different fat sources on feeding behavior and ruminal health of feedlot Nellore cattle. The study was conducted in experimental feedlot in FMVZ, UNESP- Botucatu. Nellore bulls ($n = 96$), with an initial body weight of 399.9 ± 19.32 kg and 22 ± 2 months of age, were allocated in feedlot barn and divided into 24 pens, where pen was considered the experimental unit. The experimental was a randomized block design, separated according the initial body weight, divided in four treatments: COP, diet with natural lipids sources, from cottonseed and corn germ; NUTR diet with rumen protected fat from soybean oil; BLEND, diet with rumen protected fat from oils combination; MIX, diet with natural lipids source plus Blend. . After 108-day of feeding, the animals were slaughtered. The data were analyzed by PROC MIXED of SAS and the averages compared to the Tukey test at $P \leq 0.10$. There was a decrease ($P=0.0003$) in the feeding intake during the finishing period, caused by low roughage level and high energy diets. The NEm: NEme and NEg: NEge were superior ($P < 0.0001$) to COP and MIX treatment, 11% higher to MIX and 21% to COP, compared with the NEg of these treatments. In feeding behavior, chewing time was higher ($P=0.004$) to COP, than the low rumination time and chewing for NUTR and BLEND treatments in the finish diet caused a decrease ($P=0.002$) in the pH (7.31 and 7.33 respected), there was found more blood lactate ($P=0.0001$), low bicarbonate ($P=0.0012$) and blood bases ($P=0.007$). To ruminal health, the BLEND treatment was more to ruminitis index ($P=0.08$), with 1.5 score there was different of COP and NUTR. Liver abscesses index was higher ($P=0.08$) in the NUTR treatment, with 47.83%. In conclusion the cottonseed and corn germ as lipids sources in low roughage diets was better to rumination time and chewing, with better blood pH and low blood lactate.

Keywords: cottonseed, protected fat, rumination.

INTRODUÇÃO

O aumento da concentração de energia nas rações formuladas para bovinos é consequência de uma maior demanda por produtividade, principalmente no período de terminação de bovinos de corte, no qual a inclusão de concentrado é ainda mais alta.

As rações para bovinos confinados contêm aproximadamente 2,70 a 3,45 Mcal de EM/Kg de MS. O teor energético das dietas varia de acordo com a inclusão de grãos, o grau de processamento e a inclusão de coprodutos (Oliveira e Millen, 2014). Os grãos ricos em amido, utilizados como fontes energéticas para os bovinos, quando processados aumentam a digestibilidade ruminal e total do amido, aumentando a concentração de energia metabolizável (Santos et al., 2016). A energia metabolizável fornecida pelo amido ainda pode limitar o alcance de níveis energéticos ainda mais altos, para promover melhores resultados. Além disso, elevados níveis de amido podem ocasionar distúrbios metabólicos como a acidose ruminal, podendo levar a possíveis lesões do epitélio ruminal e surgimento de abscessos hepáticos (Owens et al., 2008).

Uma alternativa para aumentar a densidade energética das dietas é a inclusão de lipídios nas rações. Com a alta densidade calórica, a função primária dos lipídios na dieta consumida pelos ruminantes é fornecer energia (NRC, 2007). Assim, com a intenção de aumentar a densidade energética das dietas, a utilização de fontes lipídicas aumentou nos últimos anos (Hess et al., 2008).

Apesar de aumentar a ingestão de energia metabolizável e consequentemente a eficiência alimentar, a suplementação de 6 a 7% de inclusão de lipídios na matéria seca pode diminuir a ingestão de massa seca a níveis nos quais a eficiência é mantida ou até diminuída (Krehbiel et al., 1995; Zinn, 1989).

Assim, adição intensiva de fontes lipídicas nas rações para os ruminantes ainda é limitada pelos seus efeitos negativos na ingestão e por resultados bastante variáveis, obtidos com a utilização ingredientes gordurosos (Krehbiel et al., 1995). Uma grande atenção deve ser destinada para melhor compreensão dos fatores que afetam o valor nutritivo dos lipídios na alimentação dos ruminantes.

Portanto, é importante compreender qual fonte de gordura utilizar (sementes, óleos ou gordura inerte), assim como o perfil de ácidos graxos, o método de fornecimento e os níveis de inclusão, além dos efeitos no comportamento ingestivo, bem como a associação dos lipídios com os demais ingredientes das rações, com o objetivo de manter a saúde ruminal e melhorar o desempenho produtivo de bovinos confinados, uma vez que os lipídios apresentam grandes vantagens com seus efeitos associativos, como a maior disponibilidade de ácidos graxos

essenciais para os animais, que irão incorporar em seus produtos, seja carne ou leite.

Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o comportamento ingestivo e saúde ruminal de bovinos Nelore em confinamento alimentados com fontes de lipídios.

MATERIAL E MÉTODOS

Aprovação Ética

O experimento foi conduzido de acordo com o protocolo para uso de animais em ensino ou pesquisa (135/2016) submetido à aprovação da Comissão de Ética no uso de animais – CEUA da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Unesp, Campus de Botucatu.

Animais e Local do Experimento

O estudo foi conduzido no Confinamento Experimental do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP – Câmpus de Botucatu em que foram utilizados 96 bovinos machos não castrados da raça Nelore, com média de 22 ± 2 meses e peso vivo médio inicial de $399,90 \pm 19,32$ kg, proveniente de recria em sistema intensivo com suplementação proteica e energética.

Delineamento Experimental

O delineamento experimental foi realizado em blocos casualizados de acordo com o peso inicial e foram divididos em quatro tratamentos e cada tratamento composto por seis baias (4 animais/baia), consideradas as unidades experimentais para o estudo:

Coproducto: com adição de fontes naturais de lipídios, provenientes de caroço de algodão e gérmen de milho;

Nutrigordura®: com inclusão de fonte de lipídios protegidos da degradação ruminal provenientes de óleo de soja (produzido pela Nutricorp, Araras, SP – Brasil).

Blend: com inclusão da combinação de óleos protegidos da degradação ruminal (produzido pela Nutricorp, Araras, SP – Brasil).

Mix: com adição de fontes naturais de lipídios, provenientes de caroço de algodão e gérmen de milho e combinação de óleos protegidos da degradação ruminal.

As dietas (Tabelas 1, 2 e 3) foram formuladas para serem isolipídicas e isoproteicas e o perfil de ácidos graxos de cada dieta está apresentado na Tabela 4.

Os animais foram alimentados com três dietas, sendo: adaptação, durante 10 dias; crescimento, 11º a 36º dias do período experimental; e terminação, 37º a 109º dias.

Manejo, Arraçoamento e Cuidados com os Animais

Os bovinos receberam tratamento antiparasitário e submetidos a um período de pré-adaptação de sete dias com o objetivo de uniformizar a população ruminal. Os animais foram mantidos em instalação coberta com baias de piso de concreto de fácil limpeza com lotação de quatro animais por baia (7,5 m² e 1,25 m de cocho por animal). As dietas foram formuladas e posteriormente avaliadas com auxílio do sistema Large Ruminant Nutrition System (LRNS) atendendo às exigências nutricionais dos bovinos. As rações foram fornecidas duas vezes ao dia (11 e 16h) e os animais tiveram livre acesso à água em bebedouros automáticos. Ao longo do período experimental, as rações foram submetidas a análise bromatológica de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), e matéria mineral (MM) segundo AOAC (1990) e fibra em detergente neutro (FDN) segundo Van Soest et al (1991). As rações foram submetidas diariamente a ajustes de quantidade, com base em escores de cocho (-2, -1, 0, +1 e +2 kg) atribuídos com base na quantidade de sobras em cada cocho às 6:30h, diariamente. Para minimizar variações de matéria seca da dieta, a matéria seca do bagaço foi determinada e ajustada diariamente, por ser um alimento com elevado teor de água e ter sido armazenado sem proteção de chuvas.

Manejo da Ingestão dos Animais

A ingestão de alimento foi mensurada pela diferença da ração ofertada e sobra retirada no dia seguinte às 10h, permitindo o cálculo de ingestão por baia. Para a avaliação da ingestão de massa seca por baia foi determinado o teor de matéria seca das dietas dos tratamentos utilizando diariamente um desidratador de alimentos (KOSTER), determinando assim a ingestão de massa seca em kg por baia/dia. Os dados de ingestão de massa seca também foram calculados em porcentagem do peso vivo.

Desempenho Produtivo dos Animais

No início e final do período experimental todos os animais foram pesados após período de 16 horas em jejum de sólidos. Dessa forma, foi calculado ao final do experimento o ganho de peso diário dos animais utilizando-se os pesos obtidos nas pesagens iniciais e finais (Baker e Guilbert, 1942). A conversão alimentar foi calculada pela divisão da ingestão de massa seca total pelo ganho de peso vivo total durante o período experimental. Também foram realizadas pesagens intermediárias a cada 28 dias, com o intuito de acompanhar o ganho de peso dos

animais. Nas pesagens intermediárias os animais não foram submetidos a jejum, em virtude do alto valor energético da dieta, para minimizar os riscos de oscilações de ingestão.

Tabela 1. Composição e conteúdo nutricional das dietas de adaptação oferecidas aos animais durante o estudo.

<u>Composição</u>	Tratamento ¹			
	COP	NUTR	BLEND	MIX
Bagaço de cana-de-açúcar	23,73	23,73	23,73	23,73
Milho moído	26,55	27,46	27,46	27,46
Polpa Cítrica	21,24	25,99	25,99	23,16
Farelo de Amendoim	15,82	18,08	18,08	16,95
Caroço de Algodão	4,52	0	0	2,26
Gérmen de milho	4,52	0	0	2,26
Nutrigordura	0	1,13	0	0
Ácidos graxos essenciais protegidos	0	0	1,13	0,56
Suplemento mineral ²	3,50	3,50	3,50	3,50
Água	0,11	0,11	0,11	0,11
<u>Conteúdo nutricional³</u>				
Matéria Seca (% MS)	65,00	65,00	65,00	65,00
Nutrientes Digestíveis Totais (% MS)	72,00	72,00	72,00	72,00
ELg (Mcal/kg MS)	1,08	1,09	1,09	1,08
Extrato Etéreo (% MS)	3,10	3,10	3,10	3,10
Proteína Bruta (% MS)	16,40	16,40	16,40	16,40
Fibra em Detergente Neutro (%MS)	34,90	34,30	34,30	34,50
FDN fisicamente efetivo (% MS)	21,00	20,00	20,00	21,00
Ca (% MS)	1,13	1,36	1,36	1,24
P (% MS)	0,35	0,34	0,34	0,35

¹Tratamento: COP= coproduto (com adição de caroço de algodão e gérmen de milho); NUTR: Nutrigordura® (com adição de gordura protegida de óleo de soja); BLEND= Blend (com adição de gordura protegida de uma combinação de óleos vegetais); MIX= Mix (combinação de COP e BLEND).

²Suplemento mineral contendo: 15,20% Ca; 2,63% S; 1,45% Mg; 4,24% Na; 1,95% P; 1350,00 ppm Zn; 148,00 ppm Mn; 388,00 ppm Cu; 10,80 ppm I; 5 ppm Se; 43,2 ppm Co; 32,29% Uréia; 720,00 ppm de monensina sódica.

³Conteúdo nutricional em porcentagem da matéria seca estimado pelo LRNS.

Tabela 2. Composição e conteúdo nutricional das dietas de crescimento oferecidas aos animais durante o estudo.

<u>Composição</u>	Tratamento ¹			
	COP	NUTR	BLEND	MIX
Bagaço de cana-de-açúcar	20,90	20,90	20,90	20,90
Milho moído	22,60	28,59	28,59	25,42
Polpa Cítrica	20,34	27,12	27,12	24,01
Farelo de Amendoim	12,99	17,40	17,40	15,25
Caroço de Algodão	9,04	0	0	4,52
Gérmen de milho	10,51	0	0	5,08
Nutrigordura	0	2,37	0	0
Ácidos graxos essenciais protegidos	0	0	2,37	1,19
Suplemento mineral ²	3,50	3,50	3,50	3,50
Água	0,11	0,11	0,11	0,11
<u>Conteúdo nutricional³</u>				
Matéria Seca (% MS)	67,00	66,00	66,00	66,00
Nutrientes Digestíveis Totais (% MS)	73,00	74,00	74,00	74,00
ELg (Mcal/kg MS)	1,12	1,15	1,15	1,13
Extrato Etéreo (% MS)	4,00	4,00	4,00	4,00
Proteína Bruta (% MS)	16,20	16,20	16,20	16,20
Fibra em Detergente Neutro (%MS)	33,80	32,30	32,30	33,10
FDN fisicamente efetivo (% MS)	21,00	18,00	18,00	20,00
Ca (% MS)	1,11	1,52	1,52	1,32
P (% MS)	0,35	0,34	0,34	0,35

¹Tratamentos: COP= coproduto (com adição de caroço de algodão e gérmen de milho); NUTR: Nutrigordura® (com adição de gordura protegida de óleo de soja); BLEND= Blend (com adição de gordura protegida de uma combinação de óleos vegetais); MIX= Mix (combinação de COP e BLEND).

²Suplemento mineral contendo: 15,20% Ca; 2,63% S; 1,45% Mg; 4,24% Na; 1,95% P; 1350,00 ppm Zn; 148,00 ppm Mn; 388,00 ppm Cu; 10,80 ppm I; 5 ppm Se; 43,2 ppm Co; 32,29% Uréia; 720,00 ppm de monensina sódica.

³Conteúdo nutricional em porcentagem da matéria seca estimado pelo LRNS.

Tabela 3. Composição e conteúdo nutricional das dietas de terminação oferecidas aos animais durante o estudo.

<u>Composição</u>	Tratamento ¹			
	COP	NUTR	BLEND	MIX
Bagaço de cana-de-açúcar	11,69	11,88	11,88	11,88
Milho moído	37,83	60,88	60,88	51,81
Polpa Cítrica	14,92	10,65	10,65	13,05
Farelo de Amendoim	2,38	8,94	8,94	4,75
Caroço de Algodão	13,31	0	0	9,51
Gérmen de milho	16,16	0	0	3,33
Nutrigordura	0	3,94	0	0
Ácidos graxos essenciais protegidos	0	0	3,94	1,97
Suplemento mineral ²	3,52	3,52	3,52	3,52
Água	0,19	0,19	0,19	0,19
<u>Conteúdo nutricional³</u>				
Matéria Seca (% MS)	68,00	68,00	68,00	68,00
Nutrientes Digestíveis Totais (% MS)	78,00	81,00	81,00	79,00
ELg (Mcal/kg MS)	1,24	1,33	1,33	1,27
Extrato Etéreo (% MS)	5,50	5,50	5,50	5,50
Proteína Bruta (% MS)	13,50	13,50	13,50	13,50
Fibra em Detergente Neutro (%MS)	26,50	22,30	22,30	25,20
FDN fisicamente efetivo (% MS)	16,00	11,00	11,00	15,00
Ca (% MS)	0,97	1,36	1,36	1,17
P (% MS)	0,35	0,35	0,35	0,35

¹Tratamentos: COP= coproduto (com adição de caroço de algodão e gérmen de milho); NUTR: Nutrigordura® (com adição de gordura protegida de óleo de soja); BLEND= Blend (com adição de gordura protegida de uma combinação de óleos vegetais); MIX= Mix (combinação de COP e BLEND).

²Suplemento mineral contendo: 15,20% Ca; 2,63% S; 1,45% Mg; 4,24% Na; 1,95% P; 1350,00 ppm Zn; 148,00 ppm Mn; 388,00 ppm Cu; 10,80 ppm I; 5 ppm Se; 43,2 ppm Co; 32,29% Uréia; 720,00 ppm de monensina sódica.

³Conteúdo nutricional em porcentagem da matéria seca estimado pelo LRNS.

Tabela 4. Perfil de ácidos graxos das rações para cada tratamento utilizadas nos diferentes períodos de confinamento.

Item	Tratamento ¹											
	Adaptação				Crescimento				Terminação			
<i>Ácidos graxos</i>	COP	NUTR	BLEND	MIX	COP	NUTR	BLEND	MIX	COP	NUTR	BLEND	MIX
C12:0 láurico	0.04	0.13	0.34	0.34	0.02	0.10	0.31	0.13	0.00	0,27	0.09	0.08
C14:0 mirístico	0.45	0.23	0.29	0.31	0.46	0.22	0.38	0.38	0.40	0,23	2.70	0.40
C16:0 palmítico	20.43	11.22	11.89	13.40	20.28	13.95	18.35	20.12	19.15	10,41	11.89	18.12
C16:1palmitoléico	0.38	0.26	0.25	0.22	0.42	0.36	0.20	0.24	0.33	0,23	0.25	0.32
C17:0 margárico	0.12	0.00	0.00	0.00	0.09	0.13	0.00	0.12	0.10	0,00	0.00	0.08
C18:0 esteárico	3.05	2.84	2.20	2.43	2.67	2.80	2.95	3.19	2.56	1,73	2.35	2.22
C18:1 oléico	27.44	40.27	43.36	40.11	25.50	37.06	43.45	32.72	25.62	48,90	34.99	29.46
C18:2 linoléico	43.56	39.80	35.68	37.31	47.87	40.87	28.86	38.95	49.40	33,34	44.57	46.66
C20:0 araquídico	0.58	0.35	0.22	0.27	0.44	0.39	0.49	0.45	0.41	0,33	0.27	0.33
C20:1 eicosenóico	1.50	2.62	2.64	2.98	0.96	3.19	2.34	1.85	0.97	1,64	2.46	1.09
C22:0 behênico	0.52	0.49	0.46	0.29	0.34	0.50	0.50	0.38	0.20	0,31	0.22	0.21
C24:0 lignocérico	0.51	0.33	0.24	0.25	0.32	0.00	0.35	0.36	0.23	0,22	0.21	0.23
Saturados	25.76	15.59	16.04	17.63	24.62	18.09	23.54	25.19	23.04	13,94	17.74	21.76
Monoinsaturados	29.91	43.82	46.42	43.63	26.88	40.60	45.98	34.82	26.92	50,77	37.69	30.87
Polinsaturados	43.69	39.80	35.68	37.31	47.93	40.87	28.86	38.95	49.40	33,34	44.57	46.66
Insaturados	73.60	83.62	82.10	80.94	74.81	81.47	74.84	73.77	76.33	84,11	82.26	77.52
AG não identificados ²	0.64	0.80	1.87	1.43	0.57	0.44	1.62	1.04	0.63	1,96	0.00	0.71

¹Tratamento: COP= coproduto (com adição de caroço de algodão e gérmen de milho); NUTR: Nutrigordura® (com adição de gordura protegida de óleo de soja); BLEND= Blend (com adição de gordura protegida de uma combinação de óleos vegetais); MIX= Mix (combinação de COP e BLEND).

²Ácidos graxos não identificados.

Flutuação da Ingestão de Massa Seca

A avaliação da flutuação na ingestão de massa seca foi realizada de acordo com metodologia descrita por Bevans et al. (2005). A partir dos dados de ingestão de massa seca diário foram calculadas as diferenças na ingestão de massa seca entre dois dias consecutivos, durante o período experimental.

Comportamento Ingestivo

Os animais foram submetidos a duas observações visuais para avaliação do comportamento ingestivo, que corresponderam aos períodos de crescimento (CRESC) no dia 32 e terminação (TERM) no dia 68. Para avaliar o comportamento ingestivo, foi utilizada a metodologia de Johnson e Combs (1991), observando-se os animais a cada cinco minutos, em um período de 24 horas consecutivas. Foram divididos grupos de 4 observadores em 4 períodos de 6 horas, sendo que cada observador era responsável por anotações de comportamento de 6 baias. Durante as observações foram coletados dados para determinar o tempo despendido em alimentação, ruminação e ócio, expressos em minutos, número de refeições por dia (quantidade de idas ao cocho), IMS (kg) e ingestão de fibra em detergente neutro (FDN, kg). A temperatura média do local de coleta era de 11,3°C (CRESC) e 16,8°C (TERM), com umidade relativa do ar média de 72,2% (CRESC) e 62,1% (TERM).

Em cada período de observação foram coletadas amostras das rações fornecidas e das sobras após 24 horas, que foram congeladas e posteriormente analisadas para matéria seca (Silva e Queiroz, 2002) e FDN (adaptado de Van Soest, 1991), de forma a determinar a quantidade ingerida destes nutrientes pelos animais. No final do período experimental, as amostras foram descongeladas, homogeneizadas, secas em estufas com ventilação forçada e moídas em moinho do tipo faca, com peneira de crivos de 1,0 mm.

Para determinar a eficiência de alimentação da massa seca; eficiência de alimentação da FDN; eficiência de ruminação da massa seca; eficiência de ruminação da FDN; tempo de alimentação por refeição e IMS por refeição, foram utilizadas as equações descritas por Carvalho et al. (2006)

$$EALMS = \frac{TAL}{IMS} \quad EALFDN = \frac{TAL}{IFDN}$$

em que: EALMS = Eficiência de alimentação da massa seca (min/kg de massa seca); TAL = Tempo despendido em alimentação (min); IMS = Ingestão de massa seca no dia da observação (kg); EALFDN = Eficiência de alimentação da FDN (min/kg da FDN); IFDN = Ingestão da FDN no dia da observação (kg).

$$ERUMS = \frac{TR}{IMS} \quad ERUFDN = \frac{TR}{IFDN}$$

em que: ERUMS = Eficiência de ruminação da massa seca (min/kg de massa seca); TR = Tempo despendido em ruminação (min); IMS = Ingestão de massa seca no dia da observação (kg); ERUFDN = Eficiência de ruminação da FDN (min/kg de FDN); IFDN = Ingestão de FDN no dia da observação (kg).

$$TALREF = \frac{TAL}{REF} \quad IMSREF = \frac{IMS}{REF}$$

em que: TALREF = Tempo de alimentação despendido em cada refeição (min); TAL = Tempo despendido em alimentação (min); REF = Número de refeições por dia; IMSREF = Ingestão de massa seca por refeição (kg); IMS = Ingestão de massa seca no dia da observação (kg).

Avaliação do Índice de Seleção de Ingredientes

Foram avaliadas a distribuição em porcentagem do tamanho da partícula dos ingredientes utilizados nas dietas (tabela 5.).

Tabela 5. Distribuição em porcentagem do tamanho da partícula dos ingredientes utilizados nas rações de bovinos Nelore em confinamento alimentados com diferentes fontes de lipídios.

<i>Ingredientes</i>	Peneira¹			
	19 mm	8mm	1.18mm	Bandeja
Caroço de Algodão	0,00	88,32	11,33	0,35
Bagaço de cana in natura	7,60	42,03	43,15	7,21
Milho moído	0,00	1,85	61,70	36,45
Polpa cítrica peletizada	0,55	69,07	23,86	6,52
Gérmen de milho	0,00	0,06	33,28	66,65
Farelo de amendoim	0,00	2,15	59,87	37,98
Suplemento mineral	0,00	0,00	31,34	68,66
Gordura protegida de óleo de soja	0,00	0,12	40,92	58,96
Gordura protegida de mistura de óleos	0,00	0,13	41,46	58,41

¹Peneira: Penn State Particle Separator

No dia das observações, amostras da dieta total e das sobras das 24 baias foram coletadas para analisar a distribuição do tamanho das partículas usando-se o Penn State Particle Separator- PSPS (Nasco, Fort Atkinson, WI, EUA), como descrito por Heinrichs (1996) para então se determinar a extensão da seleção, a qual foi expressa como índice de seleção. O PSPS é equipado com três caixas contendo ao fundo de cada uma, peneiras de diferentes diâmetros (19,0; 8,0; e 1,18 mm), dispostas umas sob as outras do maior para o menor diâmetro, e a última caixa com fundo sólido, totalizando quatro caixas. Aproximadamente 200 g de amostra eram colocadas sobre a primeira caixa (19 mm de diâmetro), e então agitava-se a PSPS conforme

descrito por Heinrichs (1996). As frações da matéria natural das amostras retidas em cada peneira e na caixa sólida foram então pesadas para se determinar a distribuição do tamanho de partículas. O índice de seleção foi calculado como a ingestão atual / ingestão esperada para cada porção retida nas peneiras individuais. A ingestão esperada foi calculada como a distribuição do tamanho de partícula da dieta total (base na matéria natural) $\times$ a ingestão atual de matéria natural. A ingestão atual foi calculada como a quantidade de ração oferecida $\times$ a distribuição do tamanho de partículas da dieta total – a quantidade de sobras $\times$ a distribuição do tamanho de partículas das sobras (%). O índice de seleção de 1, menor que 1 e maior que 1, indicam: ausência de seleção, seleção contra e seleção a favor, respectivamente (Leonardi e Armentano, 2003). Cada caixa apresenta um índice de seleção e o que é considerada variável dependente na análise estatística. Discutindo-se os quatro índices de seleção em conjunto foi possível constatar se houve seleção e se esta seleção foi mais de ingredientes concentrados ou volumosos.

Perfil Metabólico Sanguíneo

As amostras de sangue da veia jugular foram colhidas de dois animais por baia no dia seguinte das observações de comportamento ingestivo. Os animais foram conduzidos até o curral de manejo e imobilizados em brete de contenção para realização das coletas de sangue que foram realizadas em até três horas após o trato da manhã (Brossard et al., 2003), em seringas de 2 mililitros com heparina sódica como anticoagulante, para a avaliação foi necessária a aferição da temperatura retal, as condições climáticas nos dias de coleta eram de temperatura médias de 14,3°C (CRESC) e 17,3°C (TERM) com umidade relativa do ar média de 70,9% (CRESC) e 53,8 (TERM).

Paras os parâmetros de pH, bicarbonato e CO₂ total (TCO₂), excesso de bases no fluído extracelular e lactato utilizou-se o analisador portátil STAT[®] 1 (Abbott I-Stat Point of Care) com o cartucho i-STAT CG4+[®] onde era colocada a amostra de sangue e inserido no analisador, obtendo resultados cerca de 4 minutos depois.

O dado de excesso de base foi calculado utilizando os valores de pH e excesso de bases no fluído extracelular (Siggard-Anderser, 1971). Todas as amostras foram analisadas em até duas horas após a coleta (Beauchemin et al., 2003).

Abate dos Animais

Ao final do experimento os bovinos foram abatidos em frigorífico comercial, onde foram coletados dados referentes aos pesos das carcaças, amostras de rúmen e avaliados os

fígados. Após o procedimento de resfriamento das carcaças do frigorífico, foram determinados o peso de carcaça fria e rendimento de carcaça.

Saúde Ruminal e Hepática

Para o entendimento do estado da saúde ruminal foram realizadas avaliação da incidência de rumenites, abscessos hepáticos, morfologia e histologia do epitélio ruminal de todos os 96 animais.

Incidência de rumenites. Logo após o abate, o rúmen foi lavado para a retirada do excesso da digesta e analisado a incidência de rumenite por um técnico treinado, utilizando uma escala de 0 a 10 para avaliar o grau da lesão (Bigham e Mcmanus, 1975), sendo consideradas lesões: falhas no epitélio ruminal, papilas em hiperqueratose, inflamações e alteração na coloração do epitélio e das papilas.

Abscessos hepáticos. Os abscessos hepáticos foram classificados da seguinte forma: 0 para fígados sem abscessos; A- para fígados com um ou dois pequenos abscessos menores que 2,5 cm de diâmetro ou cicatrizes de abscessos; A para fígados com dois a quatro abscessos ativos, pouco menores que 2,5 cm de diâmetro; A+ para fígados com um ou mais abscessos maiores que 2,5 cm de diâmetro e porções do diafragma aderidos a superfície do fígado (Brink et al., 1990). A classificação dos abscessos foi realizada por um técnico treinado, no frigorífico. As notas das avaliações realizadas no frigorífico foram então transformadas em notas numéricas para obtenção das médias de severidade dos abscessos, sendo 0(0), A-(1); A(2) e A+(3).

Morfologia das papilas ruminais. Para avaliação da morfologia das papilas ruminais, foram retiradas amostras com aproximadamente 5cm² do saco cranial do rúmen e armazenadas em álcool 70%. As variáveis morfológicas macroscópicas avaliadas foram: número médio de papilas por cm² de parede (NMP), área média das papilas (AMP), área total de superfície absorviva por cm² de parede (ASA) e representatividade da participação das papilas ruminais na área total de superfície absorviva (RPSA).

O NMP em todo fragmento foi mensurado por três avaliadores, e a média das contagens foi considerada o dado final. A AMP foi mensurada por imagens digitalizadas das papilas e da superfície parietal dos fragmentos pelo programa de análise de imagens UTHSCSA ImageTool (Resende Júnior, et al., 2006).

Para a área da face parietal e a área média foram analisadas doze papilas seccionadas aleatoriamente da base de cada fragmento. A ASA foi calculada da seguinte forma:

$$1 + (NMP * AMP) - (NMP * 0,002)$$

Onde o número 1 representa o fragmento de 1 cm² coletado, e o 0,002 é a área basal estimada de cada papila ruminal (Daniel et al., 2006). A RPSA foi calculada pela multiplicação do NMP pela AMP, divididos pela ASA, multiplicados por 100.

Histologia das papilas ruminais. Na análise histológica, foram coletadas no abatedouro amostras de 5cm² do recesso do saco ventral do rúmen e armazenadas em álcool a 70%. No laboratório as amostras foram novamente lavadas e novamente armazenadas em álcool 70%, até serem processadas.

As amostras foram desidratadas em uma série de álcoois, clarificadas com xilol, inclusas em parafina Histosec[®] em estufa a 65° e por fim, foram confeccionados os blocos. Foram realizados cortes do material no micrótomo em secções de 5µm, desparafinizados com xilol hidratados em concentrações decrescentes de álcoois, corados em Hematoxilina de Harrus e Eosina, desidratados em concentrações crescentes de álcoois, clarificados com xilol e por fim selados, formando a lâmina histológica.

As mensurações histológicas foram realizadas em 10% do número médio de papilas, utilizando-se o Analisador de Imagens Leica Qwin, contido no microscópio eletrônico de luz Leica, tendo sido as imagens de cada corte captadas por lentes objetivas em aumentos de 5x, 10x e 40x e digitalizadas por câmera para as análises morfométricas de: altura, largura, área das papilas ruminais, determinação do índice mitótico dos núcleos da camada basal do epitélio ruminal e mensurações da espessura da camada de queratina no epitélio ruminal, de acordo com Costa et al. (2008).

Energia Líquida

As energias líquidas de manutenção (ELm) e energia líquida de ganho (ELg) foram calculadas com os dados de IMS, peso corporal e GPD dos animais. As equações utilizadas seguiram a metodologia descrita por Zinn e Shen (1998):

$$Eg = (0,0557 * PV^{0,75}) GPD^{1,097} \text{ (NRC, 1984);}$$

$$Em = 0,077 * PV^{0,75} \text{ (Lofgreen e Garrett, 1968);}$$

$$ELm = (-b - ((b^2) - (4ac))^{0,5}) / (2a) \text{ (Zinn e Shen, 1998), em que:}$$

$$a = -0,41 * Em; b = 0,877 * Em + 0,41 * IMS + Eg; c = -0,877 * IMS$$

$$ELg = (0,877 * ELm) - 0,41 \text{ (Zinn e Shen, 1998).}$$

As energias líquidas obtidas pelas fórmulas foram relacionadas com as esperadas obtidas pelo programa de avaliação de dietas LRNS. Para esse cálculo, foram utilizadas a ELM e ELg esperadas de cada dieta e para cada fase. Com os valores obtidos para cada fase foi realizada média ponderada para obter o valor das ELM e ELg do período de confinamento.

Análise Estatística

Os dados foram analisados considerando um delineamento em blocos casualizados, sendo considerado efeito fixo e o bloco efeito aleatório, utilizando-se o PROC MIXED do SAS (2003) com o teste de Tukey para comparação de médias de acordo com o modelo abaixo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + e_{ij};$$

em que: Y_{ij} = observação relativa à j-ésima unidade experimental (animal) do i-ésimo tratamento; μ = média geral; T_i = efeito do i-ésimo tratamento, sendo i = 1: COP; 2:NUTR; 3:BLEND; 4 MIX; B_j = efeito de bloco; e_{ij} = erro experimental referente à j-ésima unidade experimental do i-ésimo tratamento ($0; \sigma_e^2$).

Os dados referentes ao comportamento ingestivo, seletividade de partículas e perfil metabólico sanguíneo foram analisados utilizando o teste de Tukey conforme o seguinte modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + AD_i + B_k + Baia(AD_i) + F_j + AD*F_{ij} + e_{ijkl};$$

em que: Y_{ijkl} = observação relativa à l-ésima unidade experimental (baia) da i-ésima fontes de lipídios (AD) na j-ésima fase (F) dentro do k-ésimo bloco (B); μ = média geral; AD_i = efeito da i-ésima AD, sendo COP, NUTR, BLEND, MIX; B_k = efeito aleatório do k-ésimo bloco; $Baia(AD_i)$ = erro experimental “a” associado a observação Y_{ijl} ; F_j = efeito da j-ésima F, sendo 1: crescimento, 2: terminação; $AD*F_{ij}$ = efeito de interação entre AD e F; e_{ijkl} = erro experimental “b” associado a observação Y_{ijkl} ($0; \sigma_e^2$).

Foram considerados significativos valores de $P < 0,10$.

RESULTADOS

Os resultados de desempenho produtivo e flutuação de IMS foram apresentados na Tabela 6, sendo que não foram observadas diferenças ($p > 0,10$) para estes parâmetros. O gráfico de IMS durante o período de confinamento está representado na Figura 1.

Tabela 6 Desempenho produtivo de bovinos Nelore terminados em confinamento, alimentados com diferentes fontes de lipídios.

Item	Tratamento ¹				EPM ²	Valor de P
	COP	NUTR	BLEND	MIX		
<u>Desempenho</u>						
Peso Vivo Inicial, Kg	399,89	400,09	400,01	399,64	0,42	0,73
Peso Vivo Final, Kg	555,45	544,21	545,51	545,25	8,56	0,53
³ IMS, kg	10,08	9,90	10,11	9,98	0,24	0,81
³ IMS, % PV	2,11	2,09	2,13	2,11	0,03	0,82
Flutuação da IMS, %	5,69	5,32	5,72	6,04	0,29	0,39
Conversão Alimentar, kg/kg	7,02	7,47	7,52	7,44	0,18	0,22
Eficiência Alimentar, kg/kg	0,14	0,14	0,14	0,14	0,00	0,92
Ganho de Peso Diário, kg	1,44	1,33	1,34	1,34	0,05	0,43
Ganho em Carcaça, kg/dia	1,03	0,92	0,96	0,97	0,05	0,22
Rendimento de Carcaça, %	55,93	55,11	55,90	55,78	0,29	0,18
Rendimento do Ganho, %	0,71	0,69	0,72	0,72	0,02	0,44

^{a,b} Na linha, médias sem sobrescritos em comum diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,10$) para os tratamentos.

¹Tratamento: COP= coproduto (com adição de caroço de algodão e gérmen de milho); NUTR: Nutrigordura® (com adição de gordura protegida de óleo de soja); BLEND= Blend (com adição de gordura protegida de uma combinação de óleos vegetais); MIX= Mix (combinação de COP e BLEND).

²EPM: Erro padrão médio.

³IMS: Ingestão de massa seca.

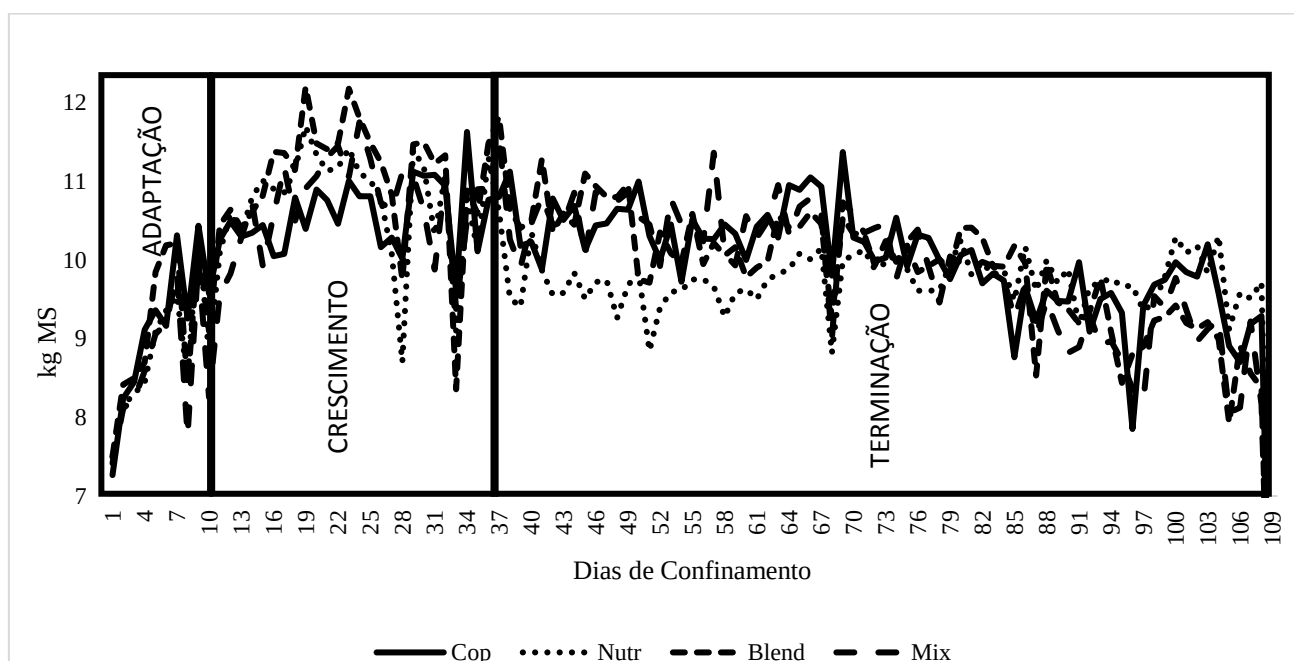


Figura 1. Ingestão em Kg de massa seca de bovinos Nelore em confinamento alimentados com diferentes fontes de lipídios.

Os resultados dados de comportamento ingestivo estão apresentados na tabela 7. Houve diferença significativa ($p=0,07$) para os tratamentos no tempo em ócio, em que o tratamento COP obteve menor tempo em ócio (868,33 min), diferindo de BLEND (925,94 min) e MIX (929,06 min), porém não diferiu do tratamento NUTR (907,77min). O tempo em ócio apresentou efeito para as fases ($p < 0,001$), sendo maior valor encontrado na fase TERM (970,77 min).

Tabela 7. Comportamento ingestivo de bovinos Nelore em confinamento, alimentados com diferentes fontes de lipídios

Item	Tratamento ¹				Fase ²		EPM ³	Valor de P ⁴		
	COP	NUTR	BLEND	MIX	CRESC	TERM		Trat	Fase	Trat*Fase
<i>Comportamento Ingestivo</i>										
Tempo em Ócio, min/dia	868,33 ^b	906,77 ^{ab}	925,94 ^a	929,06 ^a	844,27	970,77	21,79	0,07	<,001	0,24
Tempo de Alimentação, min/dia	216,67	201,92	192,71	189,38	226,98	173,85	8,65	0,04	<0,0001	0,01
Tempo de Ruminação, min/dia	348,33 ^a	295,21 ^b	314,90 ^{ab}	315,42 ^{ab}	362,23	273,7	12,60	0,06	<,0001	0,29
Tempo Mastigação, min/dia	565,00 ^a	498,12 ^b	507,60 ^b	504,79 ^b	590,21	447,55	16,45	0,004	<,0001	0,12
Ingestão de Massa Seca, kg/cab/dia	11,25	10,46	11,18	11,15	11,41	10,61	0,38	0,20	0,0003	0,74
Ingestão de FDN, kg	3,97 ^a	3,39 ^b	3,60 ^{ab}	3,87 ^a	4,27	3,15	0,17	0,01	<,0001	0,74
Idas ao cocho,n	15,58	15,22	14,08	13,87	16,17	13,2	0,75	0,09	<,0001	0,04
Ef. ⁵ Alimentação de MS, min/kg	19,27 ^a	19,41 ^a	17,28 ^b	16,96 ^b	20,01	16,45	0,71	0,002	<,0001	0,41
Ef. ⁵ Alimentação de. FDN, min/kg	54,98 ^{ab}	65,18 ^a	54,79 ^{ab}	49,43 ^b	54,02	58,17	3,44	0,01	0,1171	0,43
Ef. ⁵ Ruminação de MS	30,91 ^a	29,67 ^{ab}	28,25 ^b	28,30 ^{ab}	32,02	26,55	1,25	0,04	<,0001	0,39
Ef. ⁵ Ruminação de FDN	87,78 ^a	89,18 ^a	90,18 ^a	81,61 ^b	86,10	88,28	4,37	0,08	0,46	0,21
Tempo Médio por Refeição, min/dia	13,93	13,57	13,88	13,87	14,25	13,37	0,74	0,96	0,11	0,22
Ingestão de Massa seca por Refeição, kg	0,73	0,71	0,82	0,82	0,72	0,82	0,05	0,14	0,01	0,29

^{a,b} Na linha, médias sem sobrescritos em comum diferem pelo teste de Tukey (P<0,10) para os tratamentos.

¹Tratamento: COP= coproduto (com adição de caroço de algodão e gérmen de milho); NUTR: Nutrigordura® (com adição de gordura protegida de óleo de soja); BLEND= Blend (com adição de gordura protegida de uma combinação de óleos vegetais); MIX= Mix (combinação de COP e BLEND).

²Fase: CRESC= crescimento (11º a 36º dia do período experimental); TERM= terminação (37º a 109º dia do período experimental).

³EPM: erro padrão médio.

⁴Trat: efeito de tratamento; Fase: efeito de fase; Trat*Fase: efeito de tratamento e fase.

⁵Ef: Eficiência.

Para tempo de alimentação (Figura 2) houve interação entre tratamentos e fases. Observa-se que as diferenças ($p=0,01$) foram somente na fase de CRESC, e foram encontrados maiores valores para COP e NUTR (246,87 e 233,12 min) não diferindo entre si. O menor valor encontrado foi para MIX (208,33 min) que não diferiu de BLEND (219,58 min), no entanto BLEND não diferiu de NUTR.

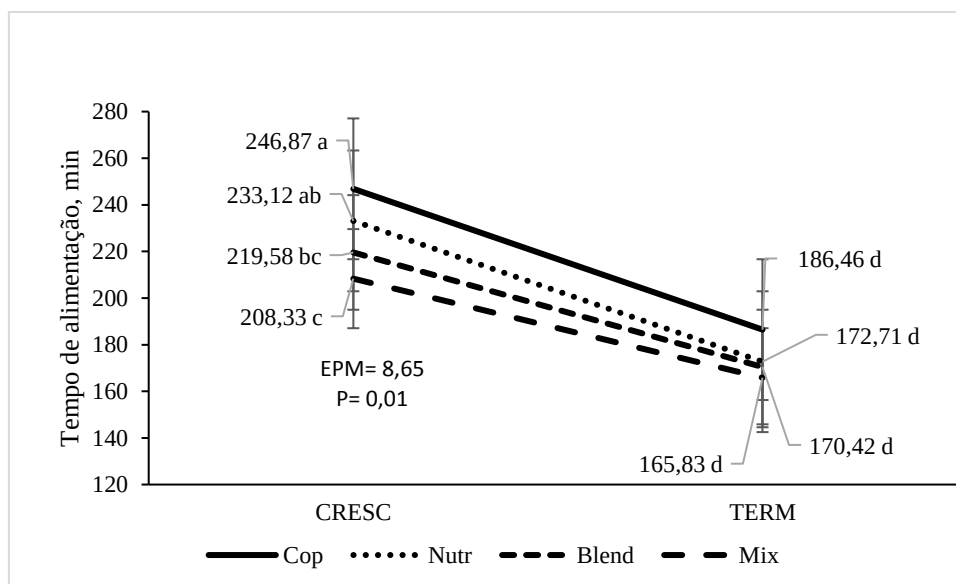


Figura 2. Efeito de tratamento e fase no tempo de alimentação em minutos/dia no comportamento ingestivo de bovinos Nelore em confinamento alimentados com diferentes fontes de lipídios. ^{a,b} Média com letras distintas diferem ($P<0,10$).

Os tratamentos COP (348,33 min) e NUTR (295,21 min) diferiram entre si ($p=0,06$) para o tempo de ruminação, porém, ambos não diferiram dos demais tratamentos. Foram encontradas diferenças ($p<0,0001$) para fases no tempo de ruminação, com maior tempo de ruminação na fase CRESC (362,23 min).

Para o tempo de mastigação o tratamento COP (565,00 min) apresentou maior valor diferindo ($p=0,004$) de NUTR, BLEND e MIX (498,12; 507,60 e 504,79 min). Também foi encontrada diferença ($p<0,0001$) para fase, com maior tempo de mastigação para CRESC (590,21 min).

Na ingestão de massa seca, foram encontradas diferenças ($p=0,0003$) apenas para as fases, em que os animais apresentaram maior ingestão na fase de CRESC (11,41 kg), o mesmo ocorreu para a ingestão de FDN ($p<0,0001$) em que os animais apresentaram maior ingestão de FDN na fase de CRESC (4,27 kg). No entanto, para ingestão de FDN houve efeito de tratamento ($p=0,01$), sendo COP (3,97 kg) diferente de NUTR (3,39 kg) e NUTR de MIX (3,87 kg).

Para a variável idas ao cocho foi encontrada interação ($p=0,04$) dos tratamentos e fases, os dados estão contidos na Figura 3. Na fase CRESC, os bovinos alimentados com COP (16,62) não diferiram dos que consumiram NUTR (17,92), apresentando mais idas ao cocho, o COP

não diferiu de BLEND (15,87), e BLEND não diferiu de MIX (14,29) que apresentou menos idas ao cocho nesta fase. Na fase TERM os animais tratados com COP (14,54) e MIX (13,46) apresentaram mais idas ao cocho, porém, os animais do tratamento COP diferiram dos animais dos tratamentos NUTR (12,54) e BLEND (12,29), enquanto que os animais do tratamento MIX não diferiram dos demais.

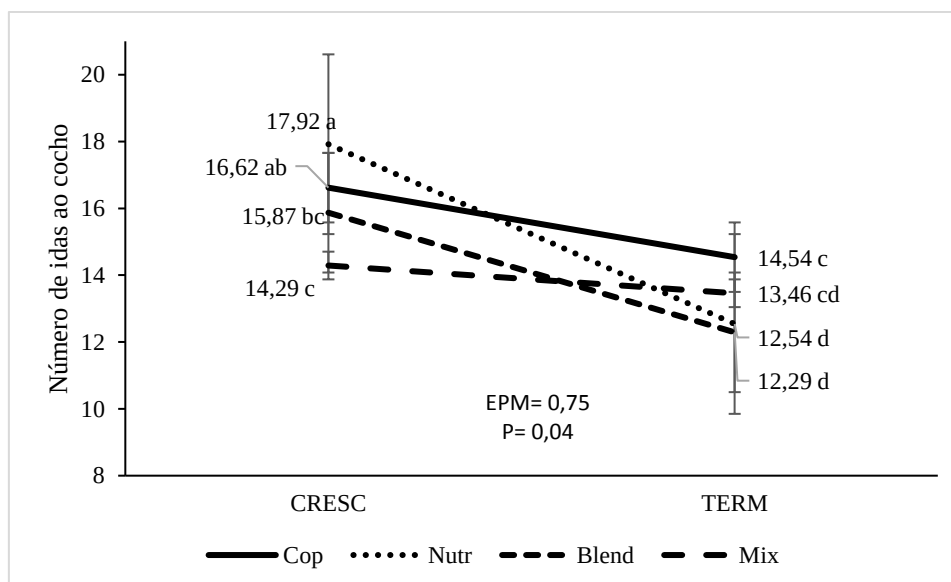


Figura 3. Efeito de tratamento e fase no número de idas ao cocho/ dia no comportamento ingestivo de bovinos Nelore em confinamento alimentados com diferentes fontes de lipídios.

^{a,b} Média com letras distintas diferem ($P < 0,10$).

Os tratamentos COP e NUTR (19,27; 19,41 min/Kg) não diferiram quanto a eficiência de alimentação da massa seca, mas ambos foram diferentes ($p=0,002$) de BLEND e MIX (17,28; 16,96 min/Kg), sendo que BLEND e MIX não diferiram entre si. Diferença também foi encontrada para a avaliação de fase ($p < 0,0001$), onde foi encontrado maior valor para a fase de CRESC (20,01 min/Kg). Na eficiência da alimentação da FDN os animais do tratamento MIX (49,43 min/kg) diferiram ($p=0,01$) de NUTR (65,18 min/kg), porém não diferiu dos demais tratamentos.

Para eficiência de ruminação da massa seca os animais na fase CRESC (32,02 min/kg) foi maior que na TERM (26,55 min/kg) diferindo ($p < 0,0001$). Diferença ($p=0,04$) também foi encontrada para tratamento, no qual COP e BLEND (30,91 e 28,25 min/kg) diferiram entre si, no entanto não foram diferentes dos demais tratamentos. Já para eficiência de ruminação de FDN, MIX (81,61 min/kg) diferiu ($p=0,08$) dos demais tratamentos. A ingestão de massa seca por refeição dos animais foi maior na fase de TERM (0,82 kg), diferindo ($p=0,01$) de CRESC (0,72 kg).

Os dados de seletividade das partículas da dieta estão contidos na tabela 8. Nesta avaliação foram encontradas interações dos tratamentos e as fases ($p=0,03$) na peneira de 19mm

(Figura 4), em que os animais do tratamento COP (0,92) na fase CRESC apresentaram menores valores, diferindo dos demais tratamentos. A peneira de 8mm (Figura 5) e Bandeja (Figura 6) também apresentaram interação dos tratamentos e fases ($p=0,02$ e $p=0,01$, respectivamente). Na fase de CRESC os animais do tratamento NUTR (1,03) apresentaram maiores seletividade para peneira 8mm, diferindo dos demais tratamentos para essa fase. No entanto, na fase de TERM os tratamentos não diferiram entre si. Com relação a bandeja foi encontrada interação dos tratamentos e fases, na qual os animais do tratamento NUTR (0,97) na fase CRESC apresentaram menores valores e diferiram dos demais tratamentos. Para a fase TERM, os tratamentos não apresentaram diferença entre as médias. No entanto, os tratamentos COP, BLEND e MIX (1,0; 1,0; 1,0) na fase CRESC não apresentaram diferença com os animais dos tratamentos NUTR, BLEND e MIX (0,99; 0,99; 0,99); o tratamento COP (0,98) na fase TERM não apresentou diferenças com NUTR (0,97) na fase CRESC.

Tabela 8. Seletividade do tamanho de partículas por bovinos Nelore em confinamento, alimentados com diferentes fontes de lipídios

Tabela 3: Seletividade do tamanho de partículas por bovinos Fleisch em confinamento, alimentados com diferentes fontes de ração										
Item	Tratamento ¹				Fase ²		EPM ³	Valor de P ⁴		
	COP	NUTR	BLEND	MIX	CRESC	TERM		Trat	Fase	Trat*Fase
<i>Seletividade de partículas da dieta⁵</i>										
Peneira de 19 mm	0,98	1,01	1,00	1,00	0,99	1,01	0,02	0,25	0,03	0,03
Peneira de 8 mm	1,01	1,01	1,01	1,00	1,01	1,01	0,0008	0,16	0,28	0,02
Peneira de 1,18 mm	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,0001	0,11	0,77	0,12
Bandeja	0,99	0,98	0,99	1,00	0,99	0,99	0,0002	0,18	0,42	0,01

¹Tratamento: COP= coproduto (com adição de caroço de algodão e gérmen de milho); NUTR: Nutrigordura® (com adição de gordura protegida de óleo de soja); BLEND= Blend (com adição de gordura protegida de uma combinação de óleos vegetais); MIX= Mix (combinação de COP e BLEND).

²Fase: CRESC= crescimento (11º a 36º dia do período experimental); TERM= terminação (37º a 109º dia do período experimental).

³EPM: erro padrão médio.

⁴Trat= efeito de tratamento; Fase: efeito de fase; Trat*Fase: efeito de tratamento e fase.

⁵Seletividade de partículas da dieta pela Penn State Particle Separator.

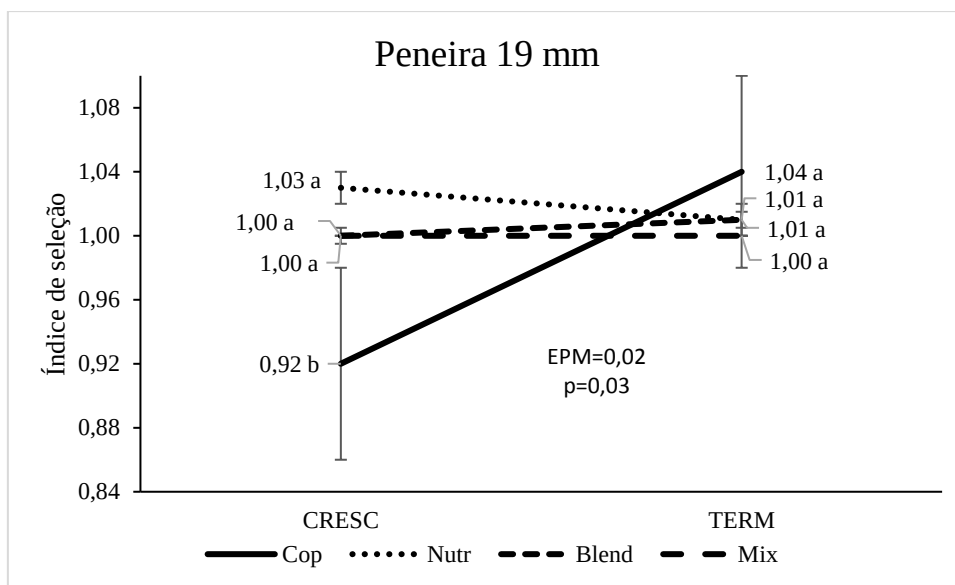


Figura 4. Efeito de tratamento e fase na peneira 19 mm na seletividade de tamanho de partículas por bovinos Nelore alimentados com diferentes fontes de lipídios. ^{a,b} Média com letras distintas diferem ($P<0,10$).

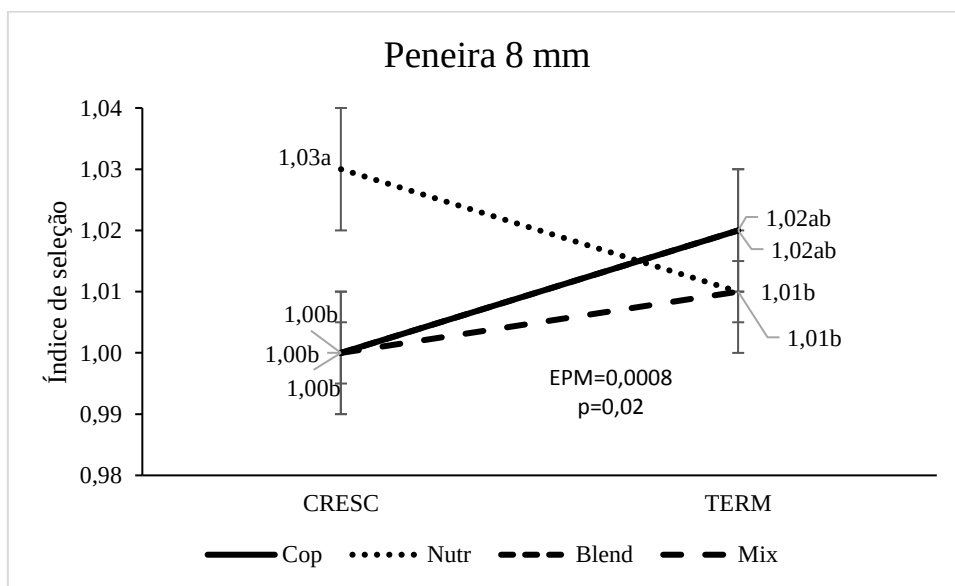


Figura 5. Efeito de tratamento e fase na peneira 8 mm na seletividade de tamanho de partículas por bovinos Nelore em confinamento alimentados com diferentes fontes de lipídios. ^{a,b} Média com letras distintas diferem ($P<0,10$).

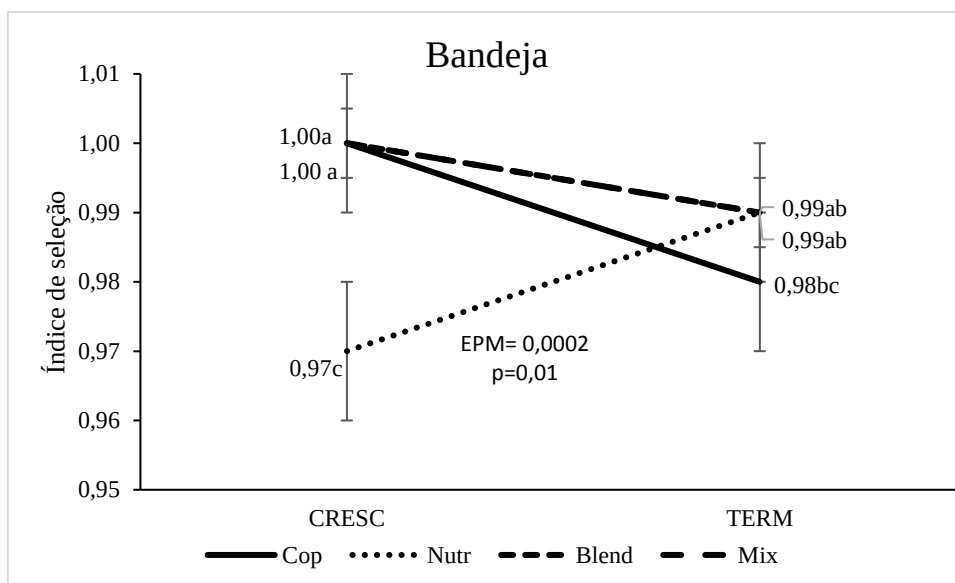


Figura 6. Efeito de tratamento e fase na bandeja na seletividade de tamanho de partículas por bovinos Nelore em confinamento alimentados com diferentes fontes de lipídios. ^{a,b} Média com letras distintas diferem ($P < 0,10$).

Os resultados relacionados a saúde ruminal estão representados na Tabela 9. Com relação à morfologia das papilas ruminais, os dados de área média de papilas e número de papilas não apresentaram diferença entre os tratamentos. Foi observado efeito nos parâmetros de área de superfície absorviva (ASA), representatividade das papilas na superfície absorviva (RPSA) e incidência de rumenites. Para ASA as papilas ruminais dos animais alimentados com COP apresentaram maior valor ($54,43 \text{ cm}^2$) que MIX ($44,29 \text{ cm}^2$), mas não diferiram de NUTR ($48,84 \text{ cm}^2$) e BLEND ($48,31 \text{ cm}^2$). Além disso, os animais do tratamento COP também tiveram maior RPSA ($98,29\%$; $p=0,03$) que os animais do tratamento BLEND ($97,94\%$), porém ambos não diferiram de NUTR e MIX ($98,00$ e $97,82 \%$). Para incidência de rumenites os animais tratados com COP apresentaram menor valor ($0,73$), diferindo ($p=0,09$) de BLEND e MIX ($1,50$ e $1,31$), NUTR ($1,04$) não diferiu de MIX e COP. Para os dados de histologia das papilas, não foram encontradas diferenças significativas. Quanto aos dados de abscessos hepáticos, foi encontrada diferença ($p=0,08$) para incidência, em que NUTR ($47,83\%$) apresentou maior valor diferindo dos demais tratamentos, em seguida COP ($20,83\%$) diferiu de BLEND ($12,50$) porém não diferiram de MIX ($16,67\%$).

Os resultados de perfil metabólico estão representados na Tabela 10.

Tabela 9 Morfologia, histologia e abscessos hepáticos de bovinos Nelore em confinamento, alimentados com diferentes fontes de lipídios

Item	Tratamento ¹				EPM ²	Valor de P
	COP	NUTR	BLEND	MIX		
<i>Morfologia das papilas</i>						
Área média de papilas, cm²	0,91	0,84	0,90	0,80	0,05	0,21
Número médio de papilas, n	62,36	62,96	56,43	57,13	3,35	0,82
Área de Superfície Absortiva, cm²	54,43 ^a	48,84 ^{ab}	48,31 ^{ab}	44,29 ^b	2,83	0,01
Representatividade das papilas na área absortiva, %	98,29 ^a	98,00 ^{ab}	97,94 ^b	97,82 ^{ab}	0,15	0,03
Índice de rumenite	0,73 ^c	1,04 ^{bc}	1,50 ^a	1,31 ^b	0,14	0,09
<i>Histologia das papilas</i>						
Largura, mm	0,58	0,55	0,54	0,59	0,045	0,64
Altura, mm	6,56	6,72	6,92	6,16	0,51	0,51
Área, cm²	2,61	2,50	2,60	2,44	0,234	0,87
Espessura de queratina, mm	12,08	12,78	11,73	13,10	0,71	0,22
Células em mitose, n	149,74	151,26	162,96	146,08	9,37	0,33
Índice mitótico, %	7,48	7,56	8,14	7,30	0,47	0,33
<i>Abscessos Hepáticos</i>						
Incidência, %	20,83 ^b	47,83 ^a	12,50 ^c	16,67 ^{bc}	0,05	0,08
Severidade, 0-3	0,29	0,65	0,17	0,21	3,76	0,96

^{a,b} Na linha, médias sem sobrescritos em comum diferem pelo teste de Tukey (P<0,10) para os tratamentos.

¹Tratamento: COP= coproduto (com adição de caroço de algodão e gérmen de milho); NUTR: Nutrigordura® (com adição de gordura protegida de óleo de soja); BLEND= Blend (com adição de gordura protegida de uma combinação de óleos vegetais); MIX= Mix (combinação de COP e BLEND).

²Erro padrão médio

Tabela 10. Perfil metabólico sanguíneo de bovinos Nelore em confinamento, alimentados com diferentes fontes de lipídios

Item	Tratamento ¹				Fase ²		EPM ³	Valor de P ⁴		
	COP	NUTR	BLEND	MIX	CRESC	TERM		Trat	Fase	Trat*Fase
<i>Gasometria</i>										
pH	7,37	7,33	7,35	7,38	7,36	7,35	0,01	0,0020	0,13	0,06
Beecf ⁵ , mmol/L	3,33 ^a	(-) 0,29 ^b	1,08 ^{ab}	1,33 ^{ab}	1,79	0,93	0,87	0,0080	0,04	0,12
Bicarbonato, mmol/L	28,06 ^a	25,02 ^b	26,18 ^b	25,72 ^b	26,53	25,97	0,63	0,0012	0,12	0,35
Total de CO ₂ , mmol/L	28,95 ^a	26,58 ^b	27,50 ^{ab}	26,95 ^b	27,83	27,16	0,63	0,0050	0,16	0,60
Lactato, mmol/L	3,24	5,55	4,99	4,36	4,49	4,58	0,52	<,0001	0,83	0,07
Beb ⁶ , mmol/L	2,35 ^a	(-)1,05 ^b	0,40 ^{ab}	0,61 ^{ab}	1,01	0,14	0,72	0,007	0,09	0,22

^{a,b} Na linha, médias sem sobrescritos em comum diferem pelo teste de Tukey (P<0,10) para os tratamentos.

¹Tratamento: COP= coproduto (com adição de caroço de algodão e gérmen de milho); NUTR: Nutrigordura® (com adição de gordura protegida de óleo de soja); BLEND= Blend (com adição de gordura protegida de uma combinação de óleos vegetais); MIX= Mix (combinação de COP e BLEND).

²Fase: CRESC= crescimento (11º a 36º dia do período experimental); TERM= terminação (37º a 109º dia do período experimental).

³EPM: erro padrão médio.

⁴Trat: efeito de tratamento; Fase: efeito de fase; Trat*Fase: efeito de tratamento e fase.

⁵Beeef: excesso de base no fluído extracelular.

⁶Beb: excesso de base no sangue.

Para o pH sanguíneo houve interação dos tratamentos e fases, os resultados estão apresentados na figura 7, nota-se que na fase CRESC não foram encontradas diferenças para o parâmetro entre os tratamentos, no entanto na fase de TERM os animais dos tratamentos COP e MIX (7,38; 7,39) apresentaram maiores valores de pH sanguíneo diferindo ($p=0,06$) dos tratamentos NUTR e BLEND (7,31; 7,33).

Para a variável excesso de bases no fluido extracelular, os animais do tratamento NUTR (- 0,29 mmol/L) apresentaram menores valores, porém diferiram ($p=0,0080$) apenas dos animais de COP (3,33 mmol/L), os quais apresentaram maiores valores. Também foi observada diferença ($p=0,04$) para fase, tendo a de CRESC (1,79 mmol/L) maiores valores que a TERM (0,93 mmol/L). Para o bicarbonato somente foram encontradas diferenças para os tratamentos, em que COP (28,06 mmol/L) apresentaram maiores valores, diferindo ($p=0,0012$) dos demais tratamentos. Para o Total de CO_2 foram encontradas diferenças ($p=0,005$) para tratamento, em que COP (28,95 mmol/L) diferiu de NUTR e MIX (26,58 e 26,95 mmol/L), porém não diferiu de BLEND (27,50 mmol/L).

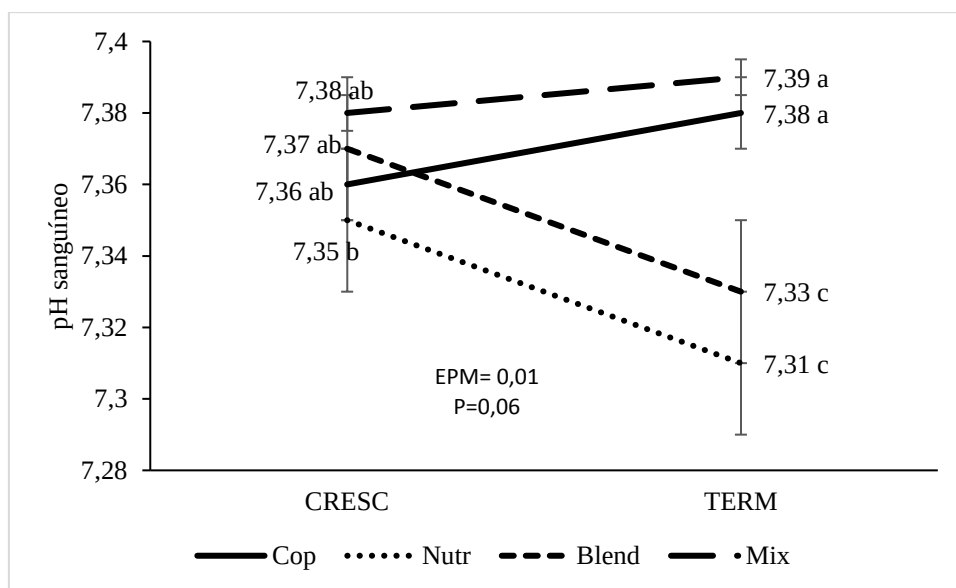


Figura 7. Efeito de tratamento e fase no pH sanguíneo de bovinos Nelore alimentados com diferentes fontes de lipídios. ^{a,b} Média com letras distintas diferem ($P<0,10$).

O lactato apresentou interação ($p=0,07$) de tratamento e fase, os resultados foram apresentados na Figura 8. Os animais do tratamento NUTR apresentaram em ambas fases (CRESC: 5,23 mmol/L; TERM: 5,88 mmol/L) resultados maiores de lactato, no entanto na fase CRESC diferiram ($p=0,07$) apenas do tratamento COP (3,76 mmol/L). Os menores valores de lactato no COP na fase de TERM (2,72 mmol/L) diferiu dos demais tratamentos, independente das fases. Para o excesso de base no sangue, o tratamento COP (2,35 mmol/L) apresentou

maiores valores diferindo ($p=0,007$) do tratamento NUTR (-1,05 mmol/L) que apresentou menor valor, mas não diferiram dos tratamentos BLEND (0,40 mmol/L) e MIX (0,61 mmol/L).

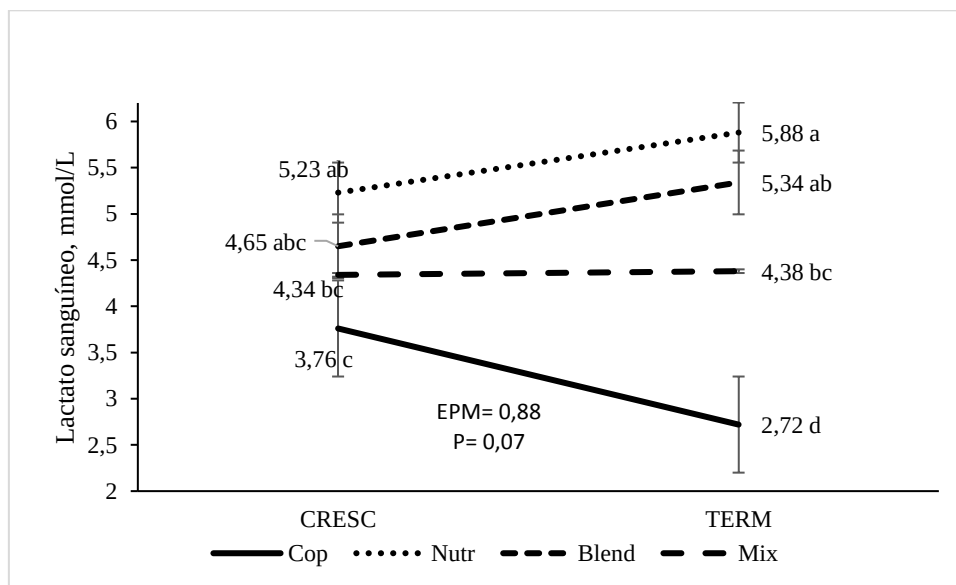


Figura 8. Efeito de tratamento e fase no lactato sanguíneo (mmol/L) de bovinos Nelore alimentados com diferentes fontes de lipídios. ^{a,b} Média com letras distintas diferem ($P<0,10$).

Os resultados das energias estão representados na Tabela 11. Houveram diferenças para energia líquida de manutenção ($p=0,08$), energia líquida de ganho ($p=0,08$), relação energia líquida de manutenção ($p<,0001$) e relação da energia líquida de ganho ($p<,0001$). Para todas as variáveis de energia, os animais do tratamento COP apresentaram maiores valores, diferindo do BLEND que apresentaram valores menores, no entanto não diferiram de NUTR e MIX.

Tabela 11. Energia líquida de bovinos Nelore em confinamento, alimentados com diferentes fontes de lipídios

Item	Tratamento ¹				EPM ²	Valor de P
	COP	NUTR	BLEND	MIX		
<i>Energias</i>						
El.m³, Mkal/ Kg MS	2,04 ^a	1,98 ^{ab}	1,95 ^b	1,97 ^{ab}	0,04	0,08
El.g ⁴ , Mkal/Kg MS	1,38 ^a	1,32 ^{ab}	1,30 ^b	1,32 ^{ab}	0,04	0,08
ELm:ELme ⁵ , Mcal/Kg de MS	1,15 ^a	1,04 ^{ab}	1,03 ^b	1,08 ^{ab}	0,02	<,0001
ELg:ELge ⁶ , Mcal/Kg de MS	1,21 ^a	1,05 ^{ab}	1,04 ^b	1,11 ^{ab}	0,02	<,0001

^{a,b} Na linha, médias sem sobrescritos em comum diferem pelo teste de Tukey ($P<0,10$) para os tratamentos.

¹Tratamento: COP= coproduto (com adição de caroço de algodão e gérmen de milho); NUTR: Nutrigordura® (com adição de gordura protegida de óleo de soja); BLEND= Blend (com adição de gordura protegida de uma combinação de óleos vegetais); MIX= Mix (combinação de COP e BLEND).

²Erro padrão médio.

³El. m: energia líquida de manutenção observada em Mcal por kg de massa seca.

⁴ELg: energia líquida de ganho observada em Mcal por kg de massa seca.

⁵ELm:ELme: relação energia líquida de manutenção observada pela energia líquida de manutenção esperada em Mcal por kg de massa seca.

⁶ELg:ELge: relação da energia líquida de ganho esperada pela energia líquida de ganho esperada em Mcal por kg de massa seca.

DISCUSSÃO

Durante o período experimental ocorreu redução da IMS dos bovinos, principalmente quando receberam as dietas de terminação (figura 12, tabela 5). Segundo Galyean e Deffor (2003), a IMS em bovinos alimentados com dietas a base de grãos é reduzida por fatores metabólicos, podendo estar neste caso associada a suplementação de fontes lipídicas; por fatores relacionados a fermentação ruminal, motilidade intestinal ou a aceitabilidade do animal (Allen, 2000).

Partindo do pressuposto de que a redução da ingestão dos animais ocorreu para todos os tratamentos, a aceitabilidade pode não estar relacionada ao tipo de alimento gorduroso. Logo, as dietas que continham maior concentração de milho (NUTR e BLEND) apresentam maior aporte energético (Tabelas 1, 2 e 3). Neste sentido, a maior proporção de amido dietético proporciona maiores taxas de fermentação e produção de AGCC (Yokohama e Johnson, 1988), proporcionando melhor eficiência alimentar aos animais destes tratamentos, o que não foi observado no desempenho produtivo.

Assumindo que o efeito deletério da inclusão de lipídios na dieta está relacionado com a toxicidade dos ácidos graxos aos microrganismos ruminais e a redução da digestibilidade da fração fibrosa (Jenkins, 1993), os tratamentos COP e MIX apresentariam maior redução na ingestão, uma vez que os lipídios não estavam protegidos e teriam maior concentração de AGL no rúmen, porém, a ingestão e desempenho não foram alteradas.

Neste sentido, à medida que a inclusão de subprodutos aumentou nas dietas, a relação da energia líquida para ganho observada apresentou acréscimo de 11% para o MIX e 21% para o COP, em relação a ELg esperada. Logo, a maior relação de ELg, proporcionou ganhos iguais aos observados em NUTR e BLEND. Porém, para o cálculo de energia líquida de manutenção e ganho, apenas são levados em consideração o PV, IMS e GPD (Zinn e Shen, 1998), e não a composição corporal e grau de acabamento desses animais, o que pode influenciar a ELg e ELM, tendo então uma variação de acordo com o grau de acabamento do animal, influenciando no desempenho.

Aferri (2005), não encontrou diferenças para o ganho médio diário de bovinos castrados quando utilizou gordura protegida em relação ao caroço de algodão, porém menor IMS foi observada para o tratamento com GP. Ladeira et al. (2014) não encontraram diferenças para o ganho de peso em bovinos Red Norte alimentados com grão de soja ou gordura protegida com ou sem adição de monensina em dietas com 6,5 % de extrato etéreo. Embora esses estudos não tenham apresentado aumento nos ganhos, alguns dados na literatura indicam que a utilização de gordura protegida aumenta o ganho de peso diário em bovinos (Nascimento, 2017; Barducci

et al., 2015; Fiorentini et al., 2012; Rosa et al., 2013; Silva et al., 2007), devido à maior energia metabolizável proporcionada pelos lipídios em comparação aos carboidratos.

Segundo Nascimento (2017), a inclusão da mistura de ácidos graxos protegidos apresentou maior ganho médio diário em carcaça e melhor eficiência alimentar, quando comparados com a gordura protegida de óleo de soja, sendo as mesmas GPs utilizadas neste experimento. No entanto, neste estudo a inclusão de milho foi 14,98% maior e de polpa cítrica 12,35% menor, comparado com estudo de Nascimento (2017). De acordo com Huntington et al. (2006) a principal limitação do desempenho de bovinos alimentados com dietas ricas em amido é a quantidade de amido digerida e absorvida. Neste caso, a alta inclusão de milho proporciona aumento da disponibilidade de carboidratos não estruturais, podendo apresentar consequente queda do pH ruminal, devido à maior produção de AGCC (Owens et al, 1998), provocando modificações no meio. Com a redução do pH em níveis abaixo de 5,75, há uma maior capacidade dos *Streptococcus bovis* em produzirem lactato. Desta forma, podem ocorrer incidências de acidose ruminal, uma vez que esses microrganismos contribuem para acelerar a redução do pH em decorrência do aumento da produção desse substrato (Russel e Hino, 1985).

Adicionalmente, há uma relação inversa entre o pH ruminal e a concentração de ácidos graxos no rúmen, mas nem sempre apresentam alto coeficiente de correlação. Por outro lado, existe correlação positiva forte entre o pH ruminal e a ingestão de FDN de forragem ou ingestão de FDN fisicamente efetivo (Santos, 2011), o qual é relacionado ao tamanho de partículas. O bagaço de cana *in natura*, fonte de volumoso utilizado no presente estudo, apresentou valores suficientes quanto ao tamanho de partículas, com apenas 7,21% retido na bandeja de fundo sólido (tabela 5), o qual apresenta 92,79% de fator de efetividade. Adotando-se que os requisitos mínimos (5 a 8%) em exigência de FDNfe foram respeitados (NRC, 1996), poderia ser encontrada maior ingestão na fase de terminação, melhorando os resultados de desempenho para os tratamentos com a inclusão de GPs. Visto isso, outro fator que influencia o pH ruminal e consequentemente o desempenho é a flutuação da IMS, que apresentou resultados inferiores a 10%, mostrando não ter influenciado a queda de ingestão por uma instabilidade de pH ruminal relacionada a variação na IMS (Soto-Navarro et al., 2000).

No entanto, ao avaliar o comportamento ingestivo, nota-se que houve menor tempo de ruminação no período de terminação, o que comparando a meta-análise realizada por Pereira (2016), que compilou dados de 10 experimentos realizados no mesmo confinamento experimental deste estudo, encontrou média mínima de 290 min/dia de ruminação, utilizando dietas com maiores valores (14 a 16%) de FDN fisicamente efetiva. O aumento de FDN nas dietas promove enchimento do retículo-rúmen, acarretando no aumento do número de

mastigadas por dia, tempo de ruminação, mastigação por unidade de massa seca e FDN consumido, frequência das contrações do retículo-rúmen durante a ruminação e taxa de passagem de FDN pelo rúmen (Dado e Allen, 1995). Sendo assim, a menor ingestão de FDN para o tratamento NUTR influenciou no tempo de ruminação desse tratamento, e aumentou a eficiência da alimentação de FDN, já que o tempo de alimentação se apresentou maior com menor ingestão de FDN, diferindo, no entanto, apenas de MIX que continha coprodutos e mistura de óleos protegidos.

Harvatine e Allen (2006) avaliaram as diferentes fontes de gorduras na alimentação de vacas com mesmo conteúdo dietético e constataram que a substituição de gordura insaturada por saturada proporcionou tempos de ruminação maiores, com valores de 560 min/dia para suplementação de gorduras insaturadas e 616 min/dia para gorduras saturadas, o que corroborou com os dados encontrados para os tratamentos COP e NUTR. Dessa forma, cuidados com o nível de inclusão, tipo de alimento utilizado, nível de saturação da gordura e fibra contida na dieta podem evitar efeitos deletérios (Hall e Eastridge, 2014).

Para o tempo de alimentação, os animais do tratamento NUTR apresentaram seleção a favor de fibras maiores que 19mm e o tratamento COP selecionou contra essas fibras, ou seja, à medida em que os animais selecionam partículas das dietas, estes dispendem mais tempo em alimentação, necessitando também de mais idas ao cocho, como pode ser observado no NUTR e COP (Figura 3) na fase de CRESC, o que ocasionou menor eficiência da alimentação de MS para COP e NUTR, em relação aos tratamentos BLEND e MIX.

O tempo total de mastigação (somatória do tempo de alimentação e tempo total de ruminação) foi maior para COP, sendo o tratamento com maior concentração de AG saturado (tabela 4), o que corrobora com Havartani e Allen (2006) que encontraram maiores valores para tempo em mastigação em tratamentos com gordura saturada. O maior tempo de ruminação para o COP pode também ser explicado pelo maior tamanho de partícula do caroço de algodão, maior ingestão de FDN e ação do línter. Dado e Allen (1994) encontraram relação positiva do tamanho de partícula e duração do tempo de ruminação e ingestão. Assim, o menor tempo de mastigação e ruminação dos animais foram encontrados na fase de terminação, estando então relacionados ao teor de fibra na dieta de terminação, em que os valores nesta fase foram menores em comparação a fase CRESC. Desta forma, a ingestão de massa seca por refeição pelos bovinos foi 100 gramas maior na fase de terminação, proporcionando maior eficiência de alimentação da MS nesta fase, devido à maior inclusão de alimentos concentrados. Já a ingestão de FDN por refeição apresentou o inverso, devido a menor concentração de FDN nas dietas de TERM.

A eficiência da ruminação de FDN dos animais apresentou-se constante nas fases de alimentação das dietas de crescimento e terminação, mostrando resultados menores para o MIX, que podem ser explicados devido à menor seletividade de partículas dos ingredientes para todas as peneiras (Figuras 4, 5 e 6). Os valores observados para eficiência da ruminação de FDN (min/kg) estão abaixo dos dados da literatura; Missio et al. (2010) encontraram em animais alimentados com 79% de concentrado, utilizando silagem de milho como volumoso, eficiência de ruminação de 217,69 g/hora, ou seja 275,62 min para cada kg de FDN. Os valores de eficiência de ruminação no presente estudo foram próximos à resultados encontrados em vacas leiteiras, consumindo altas quantidades de volumoso. Em que, estudo avaliando dieta com 60% de FDN apresentaram resultados de eficiência de ruminação com 0,723 kg de FDN por hora, sendo 82 min dispendidos em ruminação para cada Kg de FDN ingerido (Pereira et al., 2007); valores próximos ao do presente estudo.

Associando o comportamento ingestivo com baixo tempo dispendido para ruminação e seletividade de partículas maiores para os tratamentos NUTR e BLEND, além dos resultados de perfil metabólico sanguíneo, mostra que a fonte, qualidade ou quantidade de volumoso utilizado não foi suficiente para estimular a ruminação, promover homeostase ruminal e consequentemente a sanguínea. O menor pH sanguíneo para os tratamentos NUTR e BLEND (figura 7) mostra grau de acidose metabólica, que, segundo Carlson (1997) o valor ideal para o pH sanguíneo é de 7,35 a 7,5. Para os tratamentos COP e MIX, nos quais foram utilizados CA e GM, proporcionaram melhor homeostase ruminal, com a menor concentração de amido e a maior efetividade de fibra proporcionada pelo caroço de algodão melhorando o tamponamento e evitando a acidificação do meio.

O lactato e AGCC são absorvidos passivamente pelo epitélio ruminal e intestinal. Sendo as taxas de absorção maiores quando as concentrações dos ácidos são altas, o pH é baixo e com osmolaridade normal (Tabaru et al., 1990). A maior concentração de lactato sanguíneo no período de TERM para os tratamentos NUTR e BLEND com menor pH, pode ser explicado pela maior produção e absorção dos ácidos provenientes da alta fermentação ruminal, proporcionada pela elevada inclusão de milho nas dietas, e que consequentemente diminui o pH sanguíneo e as concentrações de bicarbonato nos fluidos corporais devido ao acúmulo de ácidos no sangue e perda de bases para o controle ácido básico do rúmen (Owens, 1998).

Neste sentido, comparando os dados do presente estudo e os valores considerados dentro da faixa de normalidade descritos por Carlson (1997), alguns parâmetros como excesso de base no fluido extracelular, excesso de bases no sangue e concentração de bicarbonato sanguíneo apresentaram-se normais. No entanto, vale ressaltar que os maiores valores para esses

parâmetros, como no tratamento COP, poderiam assegurar a menor acidificação sanguínea e aumentar a ingestão para os tratamentos NUTR e BLEND. Neste caso, a inclusão de caroço de algodão proporcionou melhor homeostase ruminal e consequentemente sanguínea, com menor produção de lactato e mantendo o pH sanguíneo.

Com o intuito de diminuir o risco de acidose ruminal, Górká et al. (2015) substituíram grãos de cevada e farinha de canola por uma mistura de subprodutos com alto teor lipídios e baixo teor de amido e encontraram que, animais alimentados com ração de alto teor de lipídios apresentaram menor período com pH ruminal entre 5,2 e 5,8, denominados pH acidótico (Penner et al., 2007). Assim, concluíram que altas concentração de lipídios e menores teores de amido diminuem a gravidade de acidose ruminal em bovinos alimentados com alto concentrado.

Estudos têm demonstrado que a suplementação com gorduras pode modular os lipídios da membrana celular (Maddock et al., 2007; Calder, 2012). Porém, não é evidente que os lipídios possam modificar o desenvolvimento de papilas ruminais, o que, não influenciou a espessura de queratina e índice mitótico nos tratamentos deste estudo, mostrando a necessidade de mais estudos que possam comprovar as alterações que os ácidos graxos de cadeia longa causam no desenvolvimento do epitélio e papilas ruminais.

Neste sentido, Verdugo (2016) avaliando a suplementação de lipídios, demonstrou que a absorção de propionato e butirato aumentou em comparação aos animais não suplementados, além de que o fornecimento de ácido graxo saturado alterou a composição do epitélio ruminal, tendendo a aumentar a concentração total de ácido graxo de cadeia curta, com melhor absorção de propionato em relação aos animais alimentados com fontes insaturadas. No entanto, o tratamento BLEND apresentou maior índice de rumenite e menor representatividade das papilas ruminais na área de superfície absorptiva, o que pode estar relacionada ao perfil de ácidos graxos e o nível de inclusão de milho na dieta. No entanto, é preciso mais estudos para se confirmar as influências das gorduras no desenvolvimento e saúde do rúmen, além de serem necessários estudos utilizando bovinos zebuínos.

Para os abscessos hepáticos, a maior incidência no tratamento NUTR pode estar relacionada às práticas de alimentação, sendo influenciada principalmente pela dieta (Nagaraja e Chengappa, 1998). A incidência de abscessos é afetada pela quantidade e tipo de forragem utilizada e geralmente aumenta quando o nível de forragem diminui (Zinn e Plascencia, 1993). O tipo e processamento de grãos também influenciam na incidência, pela queda de pH ruminal e rumenites, causando abscessos (Nagaraja e Chengappa, 1998). Assim, avaliando o menor pH sanguíneo para o tratamento NUTR e levando-se em consideração que estes animais baixaram

os níveis de bicarbonato e bases do sangue, com o intuito de estabilizar o pH ruminal, esses também poderiam estar com pH ruminal baixo, e apresentarem maior concentração *Fusobacterium necrophorum*, agente etiológico primário dos abscessos hepáticos que poderiam estar presentes em maior quantidade no rúmen desses animais (Nagaraja e Chengappa, 1998). Outro fator que poderia influenciar o aumento da população de *Fusobacterium necrophorum* é a alta concentração de ácidos graxos de cadeia longa no rúmen, que podem reprimir o crescimento de bactérias gram-positivas e protozoários (Jenkins, 1993), prejudicando a predação dos agentes causadores dos abscessos pelos protozoários, além de que a *Fusobacterium necrophorum* é uma bactéria gram-negativa, que se apresentam mais resistentes a toxidade quando comparadas as gram-positivas.

Apesar de protegidos por sabões de cálcio o óleo de soja pode se dissociar no rúmen, como demonstrado em estudo *in vitro* realizado por Block, et al. (2008), que encontraram dissociação total para o óleo de soja e 60% de dissociação para o óleo de palma em pH 5,0, e quando avaliados em pH 6,5 a dissociação do óleo de soja apresentou-se duas vezes maior ao de palma, tendo então o óleo de soja maior dissociação no rúmen. Assim, a liberação de ácidos graxos insaturados proveniente do óleo de soja pode ter acarretado a maior incidência de abscessos hepáticos.

Dessa forma, quando trabalhada a inclusão de lipídios em dietas de bovinos alimentados com alto teor de concentrado é necessário a combinação de alimentos que proporcionem mais tempo despendido para ruminação, aumentando a taxa de passagem, e consequentemente a quantidade de lipídios que chegam ao intestino delgado sem sofrer ações dos microrganismos ruminais. Outro fator importante que pode ter melhorado a utilização da energia disponível nas dietas com caroço de algodão, são taxas de liberação de óleo de acordo com a mastigação (Coppock e Wilks, 1991), e por apresentarem maiores concentrações de ácidos graxos saturados, tendo menor toxidade para os microrganismos ruminais, consequentemente maior aproveitamento da energia disponível.

Conclusão

Em dietas com baixa inclusão de volumoso a utilização de caroço de algodão e gérmen de milho como fonte de lipídios proporciona maior tempo de ruminação e mastigação, com melhor pH e níveis mais baixos de lactato no sangue.

LITERATURA CITADA

- Aferri, G., P.R. Leme, S.L. Silva, S.M. Putrino and A.S.C Pereira. 2005. Desempenho e características de carcaça de novilhos alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. *Rev. Bras. Zootec.*, 34(5):1651-1658.
- Allen, M. S. 2000. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 83:1598-1624.
- Baker, G. A., H. R. Guilbert. 1942. Non-randomness of variations in daily weights of cattle. *J. Anim. Sci.*, 1:293-299.
- Barducci, R. S., L. M. N. Sarti, D.D. Millen, T.C. Putarov, F.A. Ribeiro, M.C.S. Franzói, C.F. Costa, C.L. Martins, and M.D.B. Arrigoni. 2015. Ácidos graxos no desempenho e nas respostas imunológicas de bovinos Nelore confinados. *Pesq. Agr.*, 50:499-509.
- Beauchemin, K. A., W. Z. Yang, D. P. Morgavi, G. R. Ghorbani, W. Kautz, and J.A.Z. Leedle. 2003. Effects of bacterial direct-fed microbials and yeast on site and extent of digestion, blood chemistry, and subclinical ruminal acidosis in feedlot cattle. *J. Anim. Sci.*, 81:1628-1640.
- Bevans, D. W., K.A. Beauchemin, K.S. Schwartzkopf-Genwein, J.J. McKinnon, and T. A. McAllister. 2005. Effect of rapid or gradual grain adaptation on subacute acidosis and feed intake by feedlot cattle. *J. Anim. Sci.*, 83, p.1116-1132.
- Bigham, M. L., W.R. McManus. 1975. Whole wheat grain feeding of lambs: effects of roughage and wheat grain mixtures. *Austr. J. Agr. Res.*, 26:1053-1062.
- Block, E., E. H. Evans, and C.J. Sniffen. 2008. Hydrogenation of fatty acids in rumen measured. *Feedstuffs*, 80(12) p.19.
- Brink, D. R., S. R. Lowry, R. A. Stock, J. C. Parrot. Severity of liver abscesses and efficiency of feed utilization of feedlot cattle. *J. Anim. Sci.*, v.68, p.1201-1207, 1990.
- Brossard, L., C. Martin, B. Michalet-Doreau. Ruminal fermentative parameters and blood acid-base balance changes during the onset and recovery of induced latent acidosis in sheep. *Anim. Res. Cambridge*, v.52, p.513-530, 2003.
- Calder, P. C. Long-chain fatty acids and inflammation. *Proceedings of the Nutrition Society*, v.71, p.284-289, 2012.
- Carlson, G. P. Fluid, electrolyte and acid-base balance. In: Kaneko, J. J. (Ed.). *Clinical biochemistry of domestic animals*. 5th ed. New York, NY: Academic Press, p. 485-516, 1997.
- Carvalho, S., M. T. Rodrigues, R. H. Branco, C. A. F. Rodrigues. Comportamento ingestivo de cabras Alpinas em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro proveniente da forragem. *Rev. Bras. Zootec.*, v.35, n.2, p.562-568, 2006.
- Coppock, C. E., D.L. Wilks. Supplemental fat in high energy rations for lactating cows: effects on intake, digestion, milk yield, and composition. *J. Anim. Sci.*, v. 69, n. 9, p. 3826-3837, 1991.

- Costa, S. F.; M. N. Pereira, L. Q. Melo, J. C. Resende Júnior, M. L. Chaves. Alterações morfológicas induzidas por butirato, propionato e lactato sobre a mucosa ruminal e a epiderme de bezerros – I Aspectos histológicos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.60, n.1, p.1-9, 2008.
- Dado, R.G., M. S. Allen. Variation in and relationships among feeding, chewing, and drinking variables for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v.77(1), p.132-144, 1994.
- Dado, R.G.; M. S. Allen. Nutrition, feeding, and calves: Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. *J. Dairy Sci.*, v.78, n.1, p.118-133, 1995
- Daniel, J.L.P., J. C. Resende Júnior, F. J. Cruz. Participação do ruminoretículo e omaso na superfície ansprtiva total do proventrículo de bovinos. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.*, São Paulo, v.43, n.5, p.688-694, 2006.
- Fiorentini, G., M. C. A. Santana, A. A. M. Sampaio, R. A. Reis, A. F. Ribeiro, T. T. Berchielli. Intake and performance of confined crossbred heifers fed different lipid sources. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 41, n.6, p. 1490-1498, 2012.
- Galyean, M. L., P. J. Defoor. Effects of roughage source and level on intake by feedlot cattle. *J. Anim. Sci.*, v. 81, n. 14, p. E8-16E, 2003.
- Górka, P., E. Castillo-Lopez, F. Joy, G. E. Chibisa, J. J. Mckinnon, G. B. Penner. Effect of including high-lipid by-product pellets in substitution for barley grain and canola meal in finishing diets for beef cattle on ruminal fermentation and nutrient digestibility. *J. Anim. Sci.*, v.93, p.4891-4902, 2015.
- Hall, M. B., M. L. Eastridge. Invited Review: Carbohydrate and fat: Considerations for energy and more. *Prof. Anim. Sci.*, v.30, p.140-149, 2014.
- Harvatine, K.J., M. S. Allen. Fat supplements affect fractional rates of ruminal fatty acid biohydrogenation and passage in dairy cows. *J. Nutr.*, v136, p.677-685, 2006.
- Heinrichs, J. Evaluating particle Size of Forages and TMRs using the Penn State Particle Size Separator. Pennsylvania: Pennsylvania State University, State College, 1996.
- Huntington, G. B., D. L. Harmon, C. J. Richards. Sites, rates, and limits of starch digestion and glucose metabolism in growing cattle. *J. Anim. Sci.*, v.84(E. Suppl.), p.14-24, 2006.
- Huntington, G.B. Acidosis. In: CHURCH, D. C. (Ed.). *Ruminant animal: digestive physiology and nutrition*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, p.474, 1988.
- Jenkins, T. C. Lipid metabolism in the rumen. *J. Dairy Sci.*, v.76, p.3851-3863, 1993.
- Johnson, T.R.; Combs, D.K. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polythylene glicol on dry matter intake of lactating dairy cows. *J. Anim. Sci.*, v.74, n.3, p.933-944, 1991.

Ladeira, M.M., L. C. Santarosa, M. L. Chizzotti, E. M. Ramos, O. R. Machado Neto, D. M. Oliveira, J. R. R. Carvalho, L. S. Lopes, J. S. Ribeiro. Fatty acid profile, color and lipid oxidation of meat from Young bulls fed ground soybean or rumen protected fat with or without monensin. *Meat Sci.*, v.96, n.1, p.597-605, 2014.

Leonardi, C., L. E. Armentano, L. E. Effect of quantity, quality and length of alfalfa hay on selective consumption by dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v.86, n.2, p.557-564, 2003.

Lofgreen, G. P., W. N. Garret. A system for expressing net energy requeriments and feed values for growing and finishing beef cattle. *J. Anim. Sci.*, v.27, p.793-806, 1968.

Maddock, T.D.; M.L. Bauer, K. B. Koch, V. L. Anderson, R. J. Maddock, Barceló-Coblijn, E. J. Murphy, G. P. Lardy. Effect of processing flax in beef feedlot diets on performance, carcass characteristics, and trained sensory panel ratings. *J. Anim. Sci.*, v.84, p.1544-1551, 2006.

Nagaraja, T. G., M. M. Chengappa. Liver abscesses in feedlot cattle: A review. *J. Anim. Sci.*, v.76, p.287–298, 1998.

Nascimento, F. A. Gordura Protegida com diferentes perfis de ácidos graxos na alimentação de bovinos Nelore confinados. 2017. 63 f. Dissertação (Mestrado). Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista. 2017.

National Research Council - NRC. Nutrient requeriment of beef cattle. 7^a ed. Washington: National Academy Press; p.242, 1996.

National Research Council – NRC. Nutrient requirements of beef cattle. 6th ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1984.

National Research COUNCIL - NRC. Nutrient Requirements of Small Ruminants. Natl. Acad. Press. Washington, DC, 2007.

Owens, F. N. et al. Acidosis in cattle: a review. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v. 76, p. 275-286, 1998.

Owens, F.N., D. S. Secrist, W. J. Hill, D. R. Gill. Acidosis in cattle: a review. *J. Anim. Sci.*, v.76, p.275-286, 1998.

Penner, G. B., K. A. Beauchemin, T. Mutsvangwa. Severity of ruminal acidosis in primiparous Holstein cows during the periparturient period. *J. Dairy Sci.*, v90, p.365–375, 2007.

Pereira, I.C. Estudo Meta-analítico da flutuação da ingestão de massa seca no desempenho, comportamento ingestivo e saúde ruminal de bovinos confinados com dietas de alto concentrado. 2016. 77 f. Dissertação (Mestrado). Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2016.

Pereira, J.C., D. N. F. Vieira Da Cunha, P. R. Cecon, E. S. Faria. 2007. Comportamento ingestivo e taxa de passagem de partículas em novilhas leiteiras de diferentes grupos

genéticos submetidos a dietas com diferentes níveis de fibra. R. Bras. Zootec., v.36, n.6, p.2134-2142, 2007.

Resende Júnior, J. C., L. S. Alonso, M. N. Pereira, M. G. Roca, M. M. V. Durc, E. C. Oliveira, L. A. Melo. Effect of the feeding pattern on rumen wall morphology of cow and sheep. Bras. J. Vet. Res. Anim. Sci., São Paulo, v.43, n.4, p.526-536, 2006.

Rosa, B.L., A. A. M. Sampaio, W. Henrique, E. A. Oliveira, T. M. Pivarro, A. T. Andrade, A. R. M. Fernandes. Performance and carcass characteristic of Nellore Young bulls fed different sources of oils, protected or not from rumen degradation. Rev. Bras. Zootec., v. 42, p.109-116, 2013.

Russel, J. B., D. B. Dombrowski. Effect of Ph on the efficiency of growth by pure cultures of rumen bacteria in continuous culture. App. Env. Micr., 292: 1119, 1980.

Russell, J. B., T. Hino. Regulation of lactate production in streptococcus bovis: a spiraling effect that contributes to rumen acidosis. J. Dairy Sci., New York, v. 68, p. 1712, 1985.

Santos, J. E. P. 2011. Distúrbios metabólicos, p.439-450. In: Berchielli T.T., Pires A.V. & Oliveira S.G. (Eds), Nutrição de Ruminantes. 2ª ed. Funep, Jaboticabal.

Santos, F. A. P., R. S. Marques, J. R. R. Dórea (Ed.1). Grain Processing for Beef Cattle. In: Millen, D. D. et al. Rumenology. São Paulo: Springer, Cap. 8, p. 213-242, 2016.

Siggard-Andersen, O. An acid-base for arterial blood with normal and pathophysiological reference áreas. Scan. J. Clin. Lab. Inv., v.25, p.239-245, 1971.

Silva, D.J., A. C. Queiroz. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, p.235, 2002.

Silva, S.L., P. P. Leme, S. M. Putrino, A. C. Valinote, J. C. M. Nogueira Filho, D. P. D. Lanna. Milho grão seco ou úmido com sais de cálcio de ácidos graxos para novilhos Nelore em confinamento. Rev. Bras. Zootec., v.36, n.5, p. 1426-1434, 2007.

Soto-Navarro, S. A., C. R. Krehbiel, G. C. Duff, M. L. Galyan, M. S. Brown, R. L. Steiner. Influence of feed intake fluctuation and frequency of feeding on nutrient digestion, digesta kinetics, and ruminal fermentation profiles in limit-fed steers. J. Anim. Sci., Champaign, v. 78, p. 2215-2222, 2000.

Tabaru, H., K. Ikeda, E. Kadota, Y. Murakami, H. Yamada, N. Sasaki, A. Takeuchi. Effects of osmolality on water, electrolytes and VFA absorption from the isolated ruminoreticulum in the cow. The Jap. J. Vet. Sci., v.52, n.1, p.91, 1990.

Van Soest, P. J., J. B. Robertson, B. A. Lewis. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. J. Dairy Sci., v. 10, p. 3583-3597, 1991.

Verdugo, A.C. Effect of lipid supplementation on ruminal epithelial membrane fatty acid composition and short-chain fatty acid absorption. 2016. Thesis (College of Graduate Studies and Research) University of Saskatchewan, Saskatoon. S7N5A8

Yokohama, M.T., And K. A. Johnson. 1988. Microbiology of the rumen and intestine, in *The Ruminant Animal: Digestive Physiology and Nutrition*. CHURCH D.C. (Ed.). Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, p.125-144.

Zinn, R. A. Influence of level and source of dietary fat on its comparative feeding value in finishing diets for steers: Feedlot cattle growth and performance. *J. Anim. Sci.*, v.67, p.1029–1037, 1989.

Zinn, R.A., A. Plascência. Interaction of whole cottonseed and supplemental fat on digestive function in cattle. *J. Anim. Sci.* v.71, p. 11-17, 1993.

Zinn, R. A., Y. Shen. An evaluation of ruminally degradable intake protein and metabolizable amino acid requirements of feedlot calves. *J. Anim. Sci.*, v.76, p.1280-128, 1998.

CAPÍTULO III

IMPLICAÇÕES

A inclusão de gordura protegida na dieta de bovinos tem sido adotada por grandes confinamentos, com o intuito de aumentar a densidade energética das dietas e por apresentarem facilidades de inclusão e armazenamento. O objetivo deste estudo foi avaliar a utilização de gorduras protegidas em substituição aos alimentos gordurosos, como forma de diminuir a porcentagem de inclusão destes ingredientes, abrindo espaço para se trabalhar maior concentração de amido. Notou-se que para bovinos Nelore a utilização de dietas com gordura protegida, associadas a alta concentração de amido e baixa fibra efetiva da dieta não foi eficiente, uma vez que os animais apresentaram menor tempo de ruminação, com queda no pH e aumento de lactato sanguíneo, sendo denominada uma acidose metabólica nesses animais.

Devido ao adensamento das dietas utilizadas em confinamento, com o intuito de aumentar os ganhos em carcaça, os bovinos Nelore apresentam-se susceptíveis a redução da ingestão e problemas metabólicos, gerando grandes perdas econômicas. Sendo assim, para a utilização de gorduras protegidas em dietas de bovinos Nelore, é necessário a utilização de volumosos de alta digestibilidade porém com tamanho de partículas adequados para a efetividade de fibra, mantendo-se o tempo de ruminação, para evitar riscos de acidose e redução na ingestão de massa seca, apresentando aumento da taxa de passagem para que os lipídios não sofram influência da população microbiana do rúmen e sejam absorvidos no intestino, desempenhando suas funções.