

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA  
GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MARIA JÚLIA PEREIRA DE ARAÚJO

**DIFERENTES NÍVEIS DE GORDURA RICA EM DHA (ALL-G RICH<sup>®</sup>) NA  
NUTRIÇÃO DE OVINOS**

Uberlândia – MG

2018

MARIA JÚLIA PEREIRA DE ARAÚJO

**DIFERENTES NÍVEIS DE GORDURA RICA EM DHA (ALL-G RICH®) NA  
NUTRIÇÃO DE OVINOS**

Monografia apresentada a coordenação do curso graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito a obtenção do título de Zootecnista.

Orientador: Dr. Gilberto de Lima Macedo Júnior.

Uberlândia – MG

2018

## RESUMO

As fontes de gordura representam importante componente na alimentação de ruminantes, já que fornecem 2,25 vezes mais energia que carboidratos, sendo que novas fontes, como gorduras oriundas de algas, são uma boa opção devido seu diferente perfil de ácidos graxos, como o ácido docosahexaenóico (DHA, ômega 3). Contudo, deve-se ter cuidado com os níveis de inclusão na ração, já que os lipídeos poli-insaturados podem apresentar efeitos deletérios ao ambiente ruminal. Objetivou-se com o presente trabalho, avaliar o efeito de rações com diferentes níveis de ALL-G Rich<sup>®</sup>, produto comercial que contém DHA, no consumo e digestibilidade de nutrientes de ovinos em doses crescentes, além de seu efeito sobre as concentrações séricas de metabólitos. O experimento foi realizado na Universidade Federal de Uberlândia na Fazenda Experimental Capim Branco, no setor de caprinos e ovinos. Foram utilizadas cinco cordeiras mestiças (Dorper x Santa Inês), com média de seis meses de idade e 30 kg de peso corporal, alocadas em gaiolas metabólicas e distribuídas em quadrado latino 5x5. As gaiolas metabólicas eram providas de comedouro, bebedouro, saleiro e piso ripado de madeira. Os animais foram divididos em 5 tratamentos, sendo: 0, 1,5, 3, 4,5 e 6% de inclusão de ALL-G Rich<sup>®</sup> na base seca dos concentrados. O volumoso utilizado foi silagem de milho e a relação volumoso:concentrado durante todo experimento foi 30%:70%. Foi realizado um ensaio de digestibilidade aparente possibilitando a obtenção dos consumos de matéria seca e nutrientes, além de suas respectivas digestibilidades. Além disso, foi avaliado o comportamento ingestivo dos animais e os metabólitos proteicos, energéticos e enzimas hepáticas. Não houve efeito diante o consumo e digestibilidade de matéria seca e dos nutrientes, comportamento ingestivo e metabólitos proteicos com a crescente inclusão de ALL-G Rich<sup>®</sup>. As concentrações séricas de colesterol, fosfatase alcalina e gama-glutamyltransferase aumentaram em resposta a maiores níveis de inclusão, em contrapartida os níveis de LDL reduziram. Com isso, a utilização de ALL-G Rich<sup>®</sup> incluído em até 6,00% na matéria seca do concentrado aumentou o metabolismo energético e hepático, contudo sem danos para a saúde. Ao contrário, a redução de LDL indica um benefício a saúde dos animais.

**PALAVRAS-CHAVE:** ômega 3, lipídeos, ambiente ruminal, digestibilidade, *Ovis aries*, ruminantes.

## ABSTRACT

Fat sources are essential components in ruminant feeding since it provides 2.25 times more energy than carbohydrates. New feedstuff sources such as algae fat are an interesting option due to their different type of fatty acids, including the docosahexaenoic acid (DHA, omega 3). However, caution should be taken when including fat in diets since polyunsaturated lipids may have deleterious effects on rumen environment. This study aimed to evaluate the effects of increasing dietary levels of ALL-G Rich®, a commercial product containing DHA, on the intake and nutrient digestibility in sheep, as well as its effect on serum concentrations of metabolites. The experiment was conducted at the Goat and Sheep Research Unit - Capim Branco Experimental Farm from the Federal University of Uberlandia. Five crossbred ewes (Dorper x Santa Ines) with an average age of six months and 30 kg of body weight were used. Sheep were allocated in metabolic cages and distributed in a 5x5 Latin square. The metabolic cages were equipped with a feed, water and salt troughs, and wooden slatted floor. The animals were divided into 5 treatments: 0, 1.5, 3, 4.5 and 6% inclusion of ALL-G Rich® on a dry basis of the concentrates. The corn silage was used as roughage source and the roughage:concentrate ratio during the whole experiment was 30%:70%. An apparent digestibility assay was carried out to evaluate the intake of dry matter and nutrients, as well as their respective digestibilities. In addition, the feeding behavior of the animals and the protein metabolites, energy and liver enzymes were evaluated. There was no effect on the intake and digestibility of dry matter and nutrients, feeding behavior and protein metabolites with the increasing inclusion of ALL-G Rich®. Serum cholesterol, alkaline phosphatase, and gamma-glutamyltransferase concentrations increased in response to higher inclusion levels, whereas LDL levels reduced. Thus, the inclusion of up to 6.00% ALL-G Rich® on a dry basis of the concentrate increased the energetic and hepatic metabolism without damaging animal health. On the other hand, the reduction of LDL indicates a benefit on sheep health.

**KEYWORDS:** Omega 3, lipids, ruminal environment, digestibility, *Ovis aries*, ruminants.

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO.....</b>   | <b>6</b>  |
| 1.1 HIPÓTESE.....   | 7         |
| 1.2 OBJETIVO .....  | 7         |
| a) OBJETIVO GERAL .....   | 7         |
| b) OBJETIVO ESPECÍFICO.....   | 7         |
| <b>2. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>  | <b>8</b>  |
| 2.1 LIPÍDEOS E SUA INCLUSÃO NA NUTRIÇÃO DE RUMINANTES.....  | 8         |
| 2.1.1 ÁCIDOS GRAXOS .....   | 8         |
| 2.1.1.1 CONCEITO DE ÁCIDOS GRAXOS.....  | 8         |
| 2.1.1.2 ÁCIDOS GRAXOS POLI-INSATURADOS.....   | 9         |
| 2.1.1.3 ÁCIDOS LINOLEICO CONJUGADO (CLA) .....  | 11        |
| 2.1.1.4 ÁCIDOS DOCOSAHEXAENOICO (DHA, C22:6n-6) .....   | 11        |
| 2.1.1.4.1 SUPLEMENTAÇÃO DE DHA EM HUMANOS .....   | 12        |
| 2.1.1.4.2 SUPLEMENTAÇÃO DE DHA EM ANIMAIS .....   | 13        |
| 2.1.1.5 ÁCIDOS GRAXOS ORIUNDOS DE PROTOZOÁRIOS E BACTÉRIAS RUMINAIS.....  | 14        |
| 2.1.2 DIGESTÃO DE LIPÍDEOS NO RÚMEN .....   | 15        |
| 2.1.3 DIGESTÃO DE LIPÍDEOS NO INTESTINO DELGADO .....   | 18        |
| 2.2 CORDEIROS CONFINADOS E SUPLEMENTAÇÃO LIPÍDICA NESTES ANIMAIS .....  | 20        |
| 2.2.1 EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO LIPÍDICA SOBRE CONSUMO E DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES, PERFIL METABÓLITO E COMPORTAMENTO INGESTIVO DE CORDEIROS..... | 21        |
| <b>3. METODOLOGIA EXPERIMENTAL.....</b>   | <b>23</b> |
| <b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>  | <b>29</b> |
| <b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>  | <b>42</b> |
| <b>6. REFERÊNCIAS .....</b>   | <b>42</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

A inclusão de lipídeos na ração de ruminantes é alternativa de suplementação energética, tendo em vista que as gorduras são moléculas altamente redutoras e são nutrientes necessários na alimentação destes animais. Sendo assim, a inclusão contribui para aumento de energia disponível a ser metabolizada e convertida em massa corporal, resultando em melhoria no balanço energético dos animais (SANCHEZ, 2003). Além disso, há outra vantagem, pois com a redução do incremento calórico, possivelmente os animais apresentarão melhor conversão alimentar, especialmente em regiões quentes (MEDEIROS et al., 2015). Com o uso de rações mais energéticas, pode-se ainda melhorar a qualidade de carcaça devido a redução da idade ao abate (MENEZES et al., 2010).

Contudo, geralmente as rações para animais ruminantes contém baixo teor de lipídeos, sendo de 1 a 5% da matéria seca total (PALMQUIST e MATTOS, 2011), já que quando é usado níveis altos de inclusão, como 6% da matéria seca total, pode ocasionar redução de consumo e digestibilidade de matéria seca e nutrientes (VARGAS et al., 2002), consistindo em baixa eficiência alimentar, baixo desempenho e efeitos negativos na carcaça (MEDEIROS et al., 2015). Estes efeitos são ocasionados a partir da quantidade de lipídeos fornecidos para os animais, e do grau de insaturação das ligações químicas dos ácidos graxos.

Os malefícios ao ambiente ruminal estão voltados tanto a ações físicas, como recobrimento de partículas de alimento pela gordura, diminuindo a superfície de contato das bactérias (VALADARES FILHO e PINA, 2006), e ações químicas como o efeito tóxico dos ácidos graxos sobre os microrganismos ruminais (MEDEIROS et al., 2015). Além disso, ocorre uma alteração na tensão da superfície ruminal, resultando em uma menor motilidade ruminal.

Os lipídios podem ser classificados em ácidos graxos saturados, contendo apenas ligações simples entre os átomos, ou em ácidos graxos insaturados, contendo uma ou mais ligações duplas entre os átomos, sendo a segunda denominação presente em maiores proporções nos alimentos lipídicos usados na alimentação animal (VAN SOEST, 1994). Além disso, os ácidos graxos insaturados são considerados os mais tóxicos para as bactérias ruminais, sendo as mais susceptíveis as bactérias gram-

positivas, metanogênicas e os protozoários (PALMQUIST e MATTOS, 2011), prejudicando a degradação do alimento (SULLIVAN et al., 2004).

Os ácidos graxos (AG) também podem ser classificados em essenciais, ou seja, a obtenção pelos animais é apenas por via dietética (BRENNER, 1987). As gorduras oriundas de algas são exemplos de ácidos graxos poli-insaturados essenciais, como o ácido docosahexaenóico (DHA, ômega 3), e a inclusão desta fonte lipídica para ruminantes pode apresentar uma supressão ruminal da metanogênese, concentrações de acetato e butirado e elevação da proporção molar de propionato (BOECKAERT et al., 2008). Porém, os níveis de inclusão deste AG devem ser estudados a fim de não prejudicar a microbiota e fermentação ruminal.

Sendo assim, o presente trabalho estudou diferentes níveis de inclusão ALL-G Rich<sup>®</sup>, produto comercial que contém o ácido graxo poli-insaturado ômega 3 (ácido docosahexaenóico – DHA), na ração para ovinos, a fim de verificar segurança destes níveis de inclusão na nutrição de ruminantes a partir da avaliação de parâmetros nutricionais, metabólicos e de comportamento ingestivo.

1.1.HIPÓTESE: A utilização de diferentes níveis de inclusão de gordura rica em DHA (ALL-G Rich<sup>®</sup>) pode melhorar o desempenho nutricional e metabólico de cordeiras.

## 1.2.OBJETIVOS

a) OBJETIVO GERAL: Avaliar o efeito da inclusão de níveis crescentes de gordura rica em DHA (ALL-G Rich<sup>®</sup>) na nutrição de ovinos sobre o consumo, digestibilidade de nutrientes e metabólitos séricos.

b) OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Avaliar o consumo de matéria seca dos nutrientes.
- Avaliar a digestibilidade dos nutrientes.
- Avaliar o comportamento ingestivo.
- Avaliar metabólitos sanguíneos:
  - Proteicos: proteína total, albumina, globulina, ácido úrico, ureia e creatinina.

- Energéticos: colesterol, triglicerídeos, LDL (lipoproteínas de baixa densidade), HDL (lipoproteínas de alta densidade), VLDL (lipoproteínas de muito baixa densidade), frutossamina e glicemia.
- Hepáticos: aspartato-aminotransferase (AST), fosfatase alcalina (FA) e gama glutamiltransferase (GGT).

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. LIPÍDEOS E SUA INCLUSÃO NA NUTRIÇÃO DE RUMINANTES**

Os lipídeos são compostos orgânicos encontrados em tecidos de plantas e animais constituindo-se de óleos ou gorduras (BONDI, 1987), sendo substâncias insolúveis em água, e são formados a partir de glicerídeos, estruturas geradas pela associação química de glicerol, associado com uma, duas ou três moléculas de ácidos graxos (COSTA e FONTES, 2010).

A inclusão de lipídeos na ração de ruminantes é extremamente importante, pois fornecem ao corpo energia, além de manter outros processos celulares vitais (COSTA e FONTES, 2010), já que constituem na fração mais energética dos alimentos, sendo composta por carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O), igualmente aos carboidratos, porém as proporções de C e H são maiores nas gorduras (SILVA, 1990).

Esta inclusão pode resultar em melhoria na absorção de vitaminas lipossolúveis, uma vez que as gorduras servem como veículo para tais vitaminas. Além disso, melhora a eficiência energética das rações, tornando-a mais densa, e é fonte de ácidos graxos essenciais (MEDEIROS et al., 2015). Segundo Gómez (2003) os lipídeos são um dos principais componentes das membranas celulares, desta forma é essencial para manutenção da forma, flexibilidade e permeabilidade das células.

A principal classe de lipídeos na nutrição de ruminantes são os ácidos graxos, os mesmos correspondem a 90% dos triglicerídeos (MEDEIROS et al., 2015). Contudo, é necessário estudos diante os níveis de inclusão dos lipídeos, pois os mesmos podem causar efeitos maléficos ao ambiente ruminal, uma vez que os ácidos graxos saturados e insaturados são tóxicos para as bactérias ruminais, apesar do último ser mais deletério devido a característica anfifílica, ou seja, por serem solúveis em solventes orgânicos, como em água, são mais tóxicos (PALMQUIST e MATTOS, 2011).



## **2.1.1 ÁCIDOS GRAXOS**

### **2.1.1.1 CONCEITO DE ÁCIDOS GRAXOS**

Segundo Lehninger (2006) os ácidos graxos (AG) são compostos que possuem uma cadeia longa de hidrocarbonetos e estrutura terminal com grupo carboxila, onde tais substâncias podem ser encontradas em altos níveis em sistemas biológicos, não sendo comum na forma livre, mas tipicamente ligados à molécula de glicerol ou outras estruturas que se ligam ao carbono terminal, sendo o número de carbonos variável de 14 a 24 na maioria dos AG encontrados na natureza.

As funções dos AG são específicas, sendo estes componentes de membrana celular e precursores de moléculas regulatórias. Além disso, promovem uma melhoria nos parâmetros produtivos, como peso e escore de condição corporal (SARTORI e GUARDIEIRO, 2010).

Os AG podem ser classificados como AG saturados (AGS), ou seja, todos os carbonos contêm ligações simples, mas podem ser classificados como AG insaturados (AGI), com uma ou mais ligações duplas entre átomos de carbono (FRANCO, 2001). Também podem ser divididos em: monoinsaturados (com uma insaturação ou dupla ligação), di-insaturados e poli-insaturados (com duas ou mais insaturações, respectivamente).

Segundo Moreira et al. (2002) há outra classificação que pode ser atribuída aos AG, e está relacionada com a necessidade de aquisição do composto obrigatoriamente por meio de dietas, ou se o AG é sintetizado pelo organismo animal, sendo o primeiro denominando os “ácidos graxos essenciais” (AGE), e o segundo de “ácidos graxos não essenciais” (AGNE).

### **2.1.1.2 ÁCIDOS GRAXOS POLI-INSATURADOS**

Os ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) são normalmente divididos em duas famílias principais, sendo elas: ômega 6 (n-6) e ômega 3 (n-3). O ácido linoleico faz parte da família ômega 6 e pode ser encontrado em óleos e gorduras vegetais, como canola, linhaça, arroz, soja (MAIA et al., 2006), milho e girassol (MENEZES e AUGUSTO, 2014). Ele pode constituir até 75% dos ácidos graxos no óleo de girassol (BOBBIO e BOBBIO, 1992).

Já a família ômega 3, de acordo com Larsson et al. (2004), é formado por 3 AGPI, sendo eles o ácido  $\alpha$ -linolênico (C18:3n-3) que é encontrado em folhas de plantas e sementes de vegetais, como o linho e a colza, o ácido eicosapentaenoico (EPA, C20:5n-3) e o docosahexaenoico (DHA, C22:6n-3) que estão presentes nos óleos de peixes de águas frias e profundas, como sardinha, salmão, atum, cavala, arenque e truta, plâncton, vegetais de folhas verdes escuras – espinafre, brócolis, couve – nozes, óleos de canola, e linhaça. A disponibilidade destes ácidos para humanos depende do fornecimento alimentar (BELDA e POURCHET-CAMPOS, 1991), desta forma são denominados AGE.

De acordo com Kozloski (2011) a partir da isomerização do ácido linoleico é formado o ácido linoleico conjugado cis-9, trans-11 (CLA) devido a ação da bactéria *Butyrovibrio fibrisolvens* (EVANS et al., 2002), assim, o CLA refere-se a um conjunto de oito isômeros posicionais e geométricos do ácido octadecadienóico (18:2) com duas ligações conjugadas (KELLY et al., 1998).

O CLA está envolvido em vários processos fisiológicos, incluindo efeitos anticarcinogênicos (TAPIERO et al., 2002), modulação de resposta imune dos animais (BAUMAN e GRIINARI, 2001) e prevenção da osteoporose (ALBERTAZZI e COUPLAND, 2002). Desta forma, sua suplementação na alimentação de ruminantes é interessante, pois este ácido está presente principalmente nos produtos lácteos (DE LUCA e JENKINS, 2000) e na carne (HARFOOT e HAZLEWOOD, 1997).

Já o EPA e DHA possuem diversas funções celulares, como a atividade, integridade e fluidez das membranas, síntese de eicosanoides (moléculas derivadas de ácidos graxos da família ômega 3 e ômega 6), como as prostaglandinas, leucotrienos e tromboxanos (MOREIRA et al., 2002), além de possuírem capacidade anti-inflamatórias e com respostas imunológicas, modificando funções leucocitárias e acelerando o processo de granulação tecidual (JORGE e DANTAS, 2005).

O EPA e DHA também podem ser obtidos pelo homem e pelos animais através da dessaturação e alongamento da cadeia do ácido  $\alpha$ -linolênico, ou seja, este ácido pode ser convertido em EPA ou DHA, contudo a taxa de conversão em humanos é muito baixa (LIMA JÚNIOR et al., 2011) e, com o aumento da quantidade do ácido linolênico, há uma redução mais acentuada desta taxa, pois no organismo dos mamíferos os ácidos linoleico e o  $\alpha$ -linolênico competem pela enzima delta-6 dessaturase (LAWSON et al., 2001).

### **2.1.1.3 ÁCIDO LINOLEICO CONJUGADO (CLA)**

Como o ácido linoleico conjugado (CLA) é um intermediário da biohidrogenação bacteriana do ácido linoleico, parte dele pode ter escape do ambiente ruminal e ser absorvido no intestino delgado. Contudo, a maior fonte de CLA é a partir da sintetização por via endógena a partir da enzima delta-9-dessaturase sobre o trans-11 C18:1 na glândula mamária (LAWSON et al., 2001).

De acordo com De Luca e Jenkins (2000) as maiores fontes de CLA na dieta para humanos são os derivados do leite, e as concentrações de CLA nestes produtos podem ser modificados com alterações na ração dos ruminantes, como, por exemplo, a adição de lipídeos, alteração da relação volumoso:concentrado, uso de ionóforos e tamponantes, adição de ácido linoleico na ração e uso de pastagem que resultam em aumento na concentração deste ácido no leite (EIFERT et al., 2006). Contudo, este aumento na concentração acompanha uma redução da gordura de leite (FOCANT et al., 1998). Como visto, a inclusão de 2,5% de óleo de soja na alimentação de ruminantes, aumentou cerca de 237% de CLA no leite, porém reduziu 27% no teor de gordura do leite (DHIMAN et al., 2000), passando de 3,41% a 2,47%. Neste caso, foi interessante este aumento no CLA devido ao valor agregado ao produto final.

De acordo com Corl et al. (1998) a maior fonte de CLA é oriundo da síntese endógena realizada pela enzima delta-9-dessaturase sobre um intermediário da biohidrogenação (trans C18:1). Griinari et al. (2000) realizaram um estudo com infusão abomasal com óleo estercúlico, sendo que o mesmo inibe a ação da enzima delta-9-dessaturase, e encontrou 45% de redução na concentração de CLA.

### **2.1.1.4 ÁCIDO DOCOSAHEXAENOICO (DHA, C22:6n-3)**

O ácido docosahexaenoico (DHA, C22:6n-3) é um ácido graxo ômega 3 poli-insaturado de característica essencial, ou seja, possui duas ou mais insaturações e há necessidade de serem adquiridos pelos animais e humanos por via dietética (SCOLLAN et al., 2006).

Chen et al. (2014) relataram que a suplementação de DHA pode inibir a inflamação e, ao mesmo tempo, aumentar respostas imunológicas benéficas, além de melhorarem a função motora e cognitiva devido a redução da desmielinização. Segundo

Hashimoto et al. (2006) o uso de DHA em roedores sugeriram efeitos protetores contra a doença de Alzheimer. Além disso, o DHA pode atuar modulando a expressão gênica relacionada ao metabolismo (DEPNER, 2013), podendo estimular o transporte de glicose e induzir a biogênese mitocondrial no músculo esquelético (FLACHS et al., 2005).

Também, o DHA pode transformar-se em EPA pelo processo de retroconversão peroxisomal, em pequenas quantidades, completando as funções celulares (SPECTOR, 1999). De acordo com Leaf e Kang (1998), o EPA está associado com a proteção cardiovascular, permitindo a regulação da atividade de mecanismos envolvidos com o metabolismo dos lipídeos plasmáticos, com o processo da coagulação sanguínea e agregação das plaquetas, e as exigências estão voltadas com maior prioridade para indivíduos adultos e especialmente, portadores de enfermidades no aparelho circulatório.

#### **2.1.1.4.1 SUPLEMENTAÇÃO DE DHA EM HUMANOS**

De acordo com Wright et al. (2007) os nutricionistas recomendam a ingestão de AGI, como os ácidos ômega 3, devido a seus efeitos promotores na saúde humana. O DHA é um ácido ômega 3 que precisa ser adquirido pelos humanos pela dieta, podendo ser a partir do consumo de óleos de peixes de águas frias e profundas (LARSSON et al., 2004), ou até mesmo de outros animais, como os ruminantes, por exemplo. No último é possível a aquisição de DHA pelo humano devido a um anterior fornecimento do ácido para estes animais.

O DHA atribui diversos fatores positivos aos indivíduos, já que é fundamental para o crescimento e desenvolvimento cerebral de bebês, além de ser essencial para manutenção da função cerebral em adultos, pois são os AGPI que estão em maior quantidade no cérebro e possuem importância relevante no desenvolvimento do sistema nervoso e na visão (MORSE, 2012).

Outra vantagem da inclusão de DHA na dieta de humanos é a melhoria nas habilidades de aprendizado, pois quando há quantidades baixas de DHA os indivíduos podem apresentar déficits de aprendizagem (HORROCKS e YEO, 1999), contraditoriamente com níveis superiores em adultos os mesmos apresentam um acentuado raciocínio não-verbal, flexibilidade mental, melhoria na memória de trabalho e no vocabulário (MULDOON et al., 2010).

Além disso, estes demonstram propriedades anti-inflamatórias (SALTER, 2013), redução dos níveis de colesterol e triglicérides séricos, redução da pressão arterial, melhoria no desempenho cerebral, concomitantemente com desenvolvimento da visão, imunidade e cognição (ALMEIDA e BUENO FRANCO, 2006).

#### **2.1.1.4.2 SUPLEMENTAÇÃO DE DHA EM ANIMAIS**

De acordo com Borghi (2018) as algas marinhas são fontes primárias de DHA, especialmente as do gênero *Schizochytrium*. Além disso, a farinha oriunda da liofilização destas algas é uma alternativa na alimentação animal pois tende a aumentar o teor deste ácido graxo nos produtos. Há também outras fontes de DHA que podem ser utilizadas na alimentação animal, como o óleo de peixe, óleo de girassol, farelo de linhaça, óleo de linhaça, entre outros.

Há diversos relatos do uso de DHA na alimentação de não ruminantes com resultados satisfatórios, tanto no próprio animal que está consumindo, como no humano que consumirá os subprodutos destes animais. Pita et al. (2006) relataram que aves com rações contendo EPA e DHA melhoraram o ganho de peso dos animais, além aumentar a produção de anticorpos e linfócitos. Em outros animais não ruminantes, como os suínos, a inclusão de AGPI na ração apresentou um aumento significativo destes ácidos graxos na gordura da carcaça (MORGAN et al., 1992).

Tratando-se de ruminantes, o fornecimento de óleo de peixe ou sementes de linhaça podem servir como uma alternativa para o aumento do nível de AGPI na carne e nos produtos lácteos provenientes destes animais (FERREIRA et al., 2016). Isto ocorre devido ao fornecimento de ácido graxo alfa-linolênico, que é pouco convertido pela biohidrogenação da ação das bactérias ruminais do gênero *Butyrivibrio* (MAIA et al., 2007), permitindo enriquecimento de produtos oriundos de ruminantes (BOECKAERT et al., 2008).

O efeito da suplementação de lipídeos marinhos diante o perfil de ácidos graxos no leite e no conteúdo digestivo são similares entre vacas, ovelhas e cabras. Contudo, os pequenos ruminantes são considerados mais sensíveis que os bovinos a suplementação de AGPI, devido a maiores alterações nas rotas de biohidrogenação nestes animais (TORAL et al., 2017). Desta forma, o fornecimento de óleo de girassol e farinha de algas marinhas para pequenos ruminantes em lactação resultou em 17 a 28% na redução de gordura no leite, mesmo não alterando a produção leiteira (BICHI et al., 2013).

A depressão na gordura do leite está ligada a concentração do isômero C18:1 trans-10 (GRIINARI et al., 1998) provocados pela redução do CLA trans-10, cis-12, sintetizados pela biohidrogenação incompleta do ácido linoleico (BAUMAN et al., 1999), atuando sobre as enzimas chaves da lipogênese na glândula mamária causando depressão da gordura no leite (BAUMGARD et al., 2002).

Contudo, em alguns países, como Reino Unido e Espanha, produtos lácteos enriquecidos com AGPI já vem sendo comercializados, como o leite integral e leite semidesnatado de bovinos contendo DHA (GIVENS e GIBBS, 2008).

O uso de algas marinhas *Schizochytrium* juntamente com óleo de girassol ou óleo de linhaça em ensaios com incubação *in vitro* apresentaram uma supressão ruminal da metanogênese, decrescendo de acordo com a adição da alga marinha, diminuindo também as concentrações de acetato e butirado e elevando a proporção molar de propionato. Também foi relatado diminuição gradativa de biohidrogenação do ácido linoleico (18:2) com acúmulo de ácido oleico (18:1) (BOECKAERT et al., 2008).

Em pequenos ruminantes, como por exemplo os ovinos, cerca de 11 a 29% do total dos AG presentes na carne são poli-insaturados (WILLIAMS, 2007). Segundo Urrutia et al. (2016), a carne de cordeiros da raça Navarra que foram alimentados com óleo de linhaça e algas marinhas do gênero *Schizochytrium*, receberam redução nas notas conferidas aos atributos odor (6,14 para 5,18), sabor (5,98 para 4,94) e aceitação global (6,07 para 5,14). Além disso, os consumidores reportaram “sabor de peixe” para a carne destes animais. Fato que corrobora com estudo realizado por Díaz et al. (2011), onde forneceram diferentes fontes de ômega 3 para cordeiros e, posteriormente, avaliaram os aspectos sensoriais e nutricionais da carne, onde observaram que os animais alimentados com linhaça tiveram níveis mais altos de ácido linoleico (C18:3), enquanto que os animais alimentados com óleo de peixe tiveram mais PUFA, como EPA e DHA. Contudo, também foi relatado depressão do sabor característico da carne ovina e elevação no sabor de peixe. Meale et al. (2014) observaram um aumento linear de DHA nos tecidos adiposos de cordeiros Arcott canadense suplementados com até 3% de farinha de algas *Schizochytrium* sp. Desta forma, a suplementação de óleo de peixe, óleo de linhaça e farinha de algas para pequenos ruminantes contribui para um aumento de DHA na carne dos animais, contudo modifica característica organolépticas do produto.

### **2.1.1.5 ÁCIDOS GRAXOS ORIUNDOS DE BACTÉRIAS E PROTOZOÁRIOS RUMINAIS**

De acordo com Keeney (1970) alguns microrganismos ruminais, como as bactérias e protozoários, também são fontes de AG para os animais, podendo compor de 10 a 20% dos lipídeos disponíveis para uma vaca leiteira, dependendo da ração. Os lipídeos oriundos destes microrganismos fornecem ampla e única variedade de ácidos graxos bioativos que podem ser incorporados na carne e nos produtos lácteos dos animais, sendo absorvidos a nível intestinal.

Os principais AG por bactérias e protozoários formam ácido palmítico (16:0) e esteárico (18:0). O primeiro foi 74% superior a partir de protozoários, e as bactérias contribuem a 2,25 vezes mais as proporções de ácido esteárico (18:0) (OR-RASHID et al., 2007). Os protozoários possuem proporção de AG insaturados maior do que as bactérias (DEVILLARD et al., 2004) e eles compõem cerca de 7,5 a 15% dos lipídeos presentes no rúmen (KEENEY, 1970).

Os AG sintetizados a partir de microrganismos podem ser denominados como ácidos graxos de cadeia ramificada (AGCR) e como ácido graxo de cadeia ímpar (AGCI), sendo o primeiro oriundo exclusivamente das células das bactérias ruminais, já o segundo sintetizado a partir da lipogênese bacteriana usando o propionato do produto de fermentação como substrato (KANEDA, 1991). Os dois ácidos podem ser associados a benefícios ao homem, como no caso de AGCR apresentar efeitos anticancerígenos (WONGTANGTINTHARN et al., 2004) e os AGCI diminuir risco de doença coronariana e diabetes tipo 2 (FOROUHI et al., 2014).

Schmid et al. (2006) sugerem que pequena proporção de CLA é fornecida diretamente pelos microrganismos ruminais. De acordo com Or-Rashid et al. (2007) os protozoários presentes no rúmen são importantes para a síntese endógena de CLA, ocorrendo através de mecanismos de incorporação de ácidos graxos insaturados (AGI) e poli-insaturados (AGPI) na biomassa microbiana e seu fluxo para o duodeno (CLAUSS et al., 2009). Desta forma, mesmo os protozoários não participando ativamente da biohidrogenação ou dessaturação, eles estão envolvidos na síntese de CLA, devido a incorporação preferencial deste ácido graxo nas suas membranas celulares (DEVILLARD et al., 2004).

### **2.1.2 DIGESTÃO DE LIPÍDEOS NO RÚMEN**

Os ruminantes possuem sistema digestivo complexo, pois a digestão dos mesmos inicia-se no rúmen e este órgão contém grande número de bactérias, protozoários e fungos (VAN SOEST, 1994), diferente das demais espécies. As primeiras constituem a maior proporção da biomassa microbiana do rúmen, compondo de 60 a 90%, e são consideradas as mais importantes nutricionalmente (PETRI et al., 2012).

Como as bactérias compõe mais da metade da biomassa microbiana do rúmen, elas têm papel essencial na fermentação dos alimentos. As principais classificações das bactérias são: celulolíticas, amilolíticas, proteolíticas, metanogênicas.

As bactérias celulolíticas são responsáveis pela degradação de partículas fibrosas no conteúdo ruminal, onde produzem a enzima extracelular celulase através da hidrólise da celulose (COSTERTON, 1986). Elas produzem, principalmente o acetato, butirato, propionato, succinato, CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>, onde as principais espécies são: *Ruminococcus flavefaciens*, *Ruminococcus albus*, *Bacteroides succinogenes* e *Butyrivibrio fibrisolvens* (DEHORITY, 1987). Já as bactérias amilolíticas são responsáveis pela degradação do amido que é fermentado por espécies do gênero *Bacteroides*. Já as bactérias *Streptococcus bovis* e *Selenomonas ruminantium* fermentam amido e açúcares solúveis resultando em ácido acético (RUSSEL, 1988).

As bactérias essencialmente proteolíticas utilizam aminoácidos como fonte primária de energia (*Bacteroides amylophilus* e *Bacteroides ruminicola*). Já a proteína contida no alimento e destinada ao animal é degradada com liberação de amônia e ácidos graxos voláteis. Por fim, as bactérias metanogênicas são responsáveis pela produção de metano, possuindo papel importante na regulação de fermentação (TEIXEIRA, 1991). Contudo, nem todas as bactérias e protozoários possuem atividade lipolítica (CHURCH, 1993).

As fontes de gordura são adequadas para aumentar a quantidade de energia da ração e, ao mesmo tempo, permitir alta relação volumoso:concentrado, ao contrário do que ocorrem com fontes ricas em amido, pelo risco da rápida redução de pH ruminal, podendo resultar em quadros de acidose, além do comprometimento da ingestão de fibras (VALINOTE et al., 2005). Além disso, os lipídios podem reduzir a produção de metano em 10% a 15%, manipulando a fermentação ruminal, aumentando a eficiência de utilização (ZINN E PLASCENCIA, 1996), com maior produção de ácido propiônico (MEDEIROS et al., 2015).



De acordo com González e Silva (2006) quando os lipídeos são ingeridos pelo animal eles estão na forma esterificada, ou seja, com ligações éster. O primeiro processo que os lipídeos são submetidos é a hidrólise (lipólise) que acontece por ação de lipases bacterianas associadas com protozoários, fungos e/ou saliva. Este processo ocorre em meio extracelular e como resultado tem a liberação de glicerol e açúcares, sendo fermentados a ácidos graxos de cadeia longa (MACKLE et al., 2003), como os ácidos graxos oleico, linoleico e linolênico.

A hidrólise pode ser reduzida quando se fornece uma ração com níveis altos de gordura, redução do pH ruminal e adição de ionóforos que inibem o crescimento bacteriano ruminal (GONZÁLEZ e SILVA, 2006). Além disso, a hidrólise é dependente da natureza do lipídeo, onde óleos de plantas, como óleo de linhaça, são completamente hidrolisados (em torno de 90%), enquanto os óleos de origem vegetal, como óleo de peixe, tendem a ser menos hidrolisados (em torno de 50%) (CHURCH, 1993).

Após a hidrólise, os lipídeos se dispõem na forma não esterificada ou livres, possibilitando o processo de biohidrogenação. Este é um processo natural realizado pelos microrganismos presentes no rúmen fazendo a saturação de ácidos graxos com ligações duplas (insaturados), adicionando hidrogênio na cadeia carbônica, deixando-o apenas com ligações simples (KOZLOSKI, 2011).

De acordo com Demeyer e Doreau (1999) as bactérias responsáveis pela biohidrogenação são divididas em dois grupos, sendo um responsável pela biohidrogenação dos ácido linoleico e ácido linolênico à ácido transvacênico, contudo é incapaz de biohidrogenar o ácido oleico (C18:1) a ácido esteárico (C18:0). Já o segundo grupo são capazes de biohidrogenar uma grande extensão de cis e trans C18:1 a C18:0.

De acordo com Palmquist e Mattos (2011) para que a biohidrogenação ocorra, deve haver quebra do triglicerídeo dentro do rúmen, resultando em glicerol que é rapidamente fermentado e convertido em ácido graxo volátil e ácido graxo de cadeia longa ou média, este sofre isomerização da forma cis para a forma trans e imediatamente ocorre a hidrogenação do composto se esse for insaturado. Todavia, as bactérias não são capazes de aproveitar esses AG como fonte de energia por serem compostos bastante reduzidos, mas elas podem incorporar parte na sua membrana citoplasmática (KOZLOSKI, 2011).

Contudo, há um limite fisiológico da capacidade de hidrogenar os AG, sendo assim, uma ração com alto teor lipídico poderá implicar em efeitos adversos as

bactérias, alteração da permeabilidade da membrana das mesmas, além de formar uma camada de gordura envolvendo uma partícula de alimento, sendo que este caso pode correr principalmente com as partículas fibrosas (MAIA et al., 2010), diminuindo o contato delas com os microrganismos ruminais (KOZLOSKI, 2011).

O pH ruminal influencia a biohidrogenação, já que valores baixos afetam a fase final deste processo, onde trans 18:1 é convertido a ácido esteárico (HOLANDA et al., 2011). Assim, a medida que o pH cai, o percentual de ácidos graxos biohidrogenados também reduz, principalmente ocasionados pela redução da hidrólise, processo anterior a biohidrogenação (MEDEIROS et al., 2015), causando escape de ácidos graxos insaturados para o intestino. Além disso, a queda do pH pode afetar a etapa final da biohidrogenação, onde o trans C18:1 é convertido a ácido esteárico (DEMEYER e DOREAU, 1999).

Ainda, a taxa de biohidrogenação varia com o tipo e qualidade da forragem, área de superfície das partículas de alimento no rúmen e modificações estruturais da molécula de lipídios que inibem o ataque pela isomerase bacteriana.

Os AGPI, como o ácido eicosapentaenoico (EPA, C20:5n-3) e o docosahexaenoico (DHA, C22:6n-3), não sofrem modificações pelos microrganismos ruminais, sendo os mesmos absorvidos a nível intestinal (PONNAMPALAM et al., 2009). Contudo, os protozoários são importantes para a degradação do EPA e DHA, compondo de 50 a 85% (OR-RASHID et al., 2009).

Diante disso, a suplementação com fontes lipídicas deve ser usada com cautela, já que as gorduras influenciam diretamente os processos fermentativos no ambiente ruminal e o comportamento ingestivo dos animais podendo ocasionar problemas (NEVES et al., 2007). Vargas et al. (2002) relataram redução de CMS com inclusão de grãos de soja na ração, mas não verificaram efeito sobre os parâmetros ruminais, com exceção ao pH que aumentou com o aumento da inclusão. Já Looor et al. (2002) verificaram que a suplementação com ácido oleico além de reduzir o CMS, também reduziu a ingestão e os fluxos duodenais de proteína bruta e FDA. E Maia et al. (2006) asseguraram que a inclusão de óleos vegetais no nível de 5,1% na ração não alterou a digestibilidade e os parâmetros de fermentação ruminal de cabras lactantes. Assim, além da quantidade lipídica incluída na ração de ruminantes, deve levar em consideração o tipo de lipídio que é adicionado.

### **2.1.2. DIGESTÃO DE LÍPÍDEOS NO INTESTINO DELGADO**

Segundo Palmquist e Mattos (2011), posteriormente a biohidrogenação, os lipídeos saturados podem ser incorporados na célula dos microrganismos em até 17% chegando ao duodeno, podendo ser de origem microbiana ou reagirem com íons de cálcio, resultando em sabões de cálcio insolúveis não tóxicos que dependem de pH próximo a neutralidade para ficarem estáveis. Estes sabões são destinados ao abomaso e, em contato com o pH ácido, ocorre a quebra destes compostos. Sendo assim, a maior parte dos lipídeos que chegam ao duodeno se apresentam na forma de ácidos graxos não esterificados, altamente saturados e ligados não ionicamente às partículas dos alimentos como complexo não solúvel (CHURCH, 1993). Além disso, os lipídeos oriundos de bactérias e protozoários ruminais também chegam ao intestino delgado para posterior absorção. Já a inclusão de lipídeos insaturados ou poli-insaturados na ração associados a uma taxa de passagem ruminal alta, normalmente resultante de uma inclusão alta de concentrados, pode acarretar uma maior disponibilidade para digestão e absorção deste perfil de ácidos graxos no duodeno.

Segundo Branco et al. (2010) anteriormente a chegada no intestino, no abomaso os lipídeos são aquecidos a temperatura corporal, aproximadamente 39°C, e sofrem movimentos peristálticos, passando de glóbulos de gordura para gotículas.

Chegando ao duodeno a emulsificação é concluída pela ação dos ácidos biliares. Desta forma, há necessidade da interação de duas enzimas, sendo elas lipases e colipases para que ocorra a hidrólise. A colipase atua liberando o acesso da lipase nos lipídeos, pois os mesmos estão envolvidos por produtos biliares, impedindo a ação direta da lipase. Assim, ocorre o rompimento dos ácidos graxos, resultando na formação de dois ácidos graxos livres e um monoglicerídeo oriundo de cada triacilglicerol hidrolisado. Posteriormente, estes produtos combinam-se com os ácidos biliares e fosfolipídeos formando micelas que permitem a difusão dos lipídeos pelo lúmen intestinal, permitindo contato com a superfície de absorção (KOZLOSKI, 2011).

Ao final, a absorção ocorre na forma de ácidos graxos livres e monoglicerídeos, estes, dentro do enterócito, são convertidos a triglicerídeos novamente, ligando-se a lipoproteínas, como quilomicrons, VLDL e LDL, e são carregados pelo sistema linfático para serem usados nos tecidos periféricos (FURLAN, MACARI e FARIA FILHO, 2006). De acordo com Bauchart (1993) a eficiência na absorção intestinal de AG varia de 80% e 92% em AGS e AGI respectivamente, com rações com baixo teor de gordura,

variando de 2 a 3% na base seca. Os quilomícrons transportam triglicerídeos do intestino para o fígado, lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL) fazem o transporte dos triglicerídeos, lipoproteínas de baixa densidade (LDL) levam o colesterol do fígado para as células do corpo, lipoproteínas de alta densidade (HDL) transportam o colesterol dos tecidos do corpo de volta para o fígado e, por fim, as lipoproteínas de densidade intermediária (IDL) atuam como intermediários entre VLDL e LDL. As formações destas lipoproteínas ocorrem com o recobrimento por proteínas para serem possíveis adentrar a corrente sanguínea.

## **2.2 CORDEIROS CONFINADOS E SUPLEMENTAÇÃO LIPÍDICA NESTES ANIMAIS**

O Brasil ocupa a 18<sup>o</sup> posição no ranking em números de ovinos, com rebanho estimado de 18,43 milhões de cabeças em 2016 e crescimento anual de 0,1% em relação a 2015 (IBGE, 2016). Contudo, a demanda pela carne ovina é superior a disponibilizada (REGO NETO et al., 2014), desta forma, a produção de ovinos é uma alternativa de exploração pecuária.

A carne ovina possui um valor nutricional alto, contendo aminoácidos essenciais, vitaminas do complexo B e minerais (ferro, cálcio e potássio). Além disso, pode ser utilizado suplementações com farinha de algas marinhas, melhorando o perfil de ácidos graxos na carne provenientes destes animais (FERREIRA et al., 2016). Desta forma, pode atingir diversos perfis de consumidores finais agregando valor ao produto.

Um dos objetivos mais importantes na criação de cordeiros é a aquisição de um peso adequado (28 a 30 kg) e bom rendimento de carcaça (42 a 45%) em curto período. Estes fatores estão diretamente relacionados com a idade, sexo, raça e pesos de abate dos animais (FIGUEIRÓ, 1979).

Um dos fatores mais importantes na produção de ovinos de corte é a idade do animal, uma vez que o cordeiro é a categoria animal que fornece carne de melhor qualidade, com maiores rendimentos de carcaça e maior eficiência produtiva, devido a sua velocidade de crescimento (PIRES et al., 2000). Isso ocorre devido as quantidades de água serem superiores e as de gordura inferiores em animais jovens, desta forma, as concentrações de proteína, cinzas e água decrescem com o avançar da idade e o grau de engorda (BERG e BUTTERFIELD, 1976).

Em relação a raça dos animais, o cruzamento de cordeiros da raça Santa Inês e Dorper tem demonstrado bons resultados na produção de carne, devido a rusticidade e capacidade de adaptação às diversas condições climáticas (CRUZ, 2009), e a alta taxa de desenvolvimento de carcaça com boa conformação (CARNEIRO et al., 2007), além de maior resistência a parasitos gastrointestinais (BENAVIDES et al., 2015).

Segundo Cañeque et al. (1989) o percentual de gordura é o principal fator determinante para o peso ótimo de abate, contudo o excesso pode resultar em depreciação do produto (OSÓRIO, 1992). Desta forma, nem sempre as carcaças com maiores rendimentos são melhores, uma vez que estão associadas a um excesso de gordura (SAÑUDO e SIERRA, 1986).

No Brasil, as rações para ovinos em confinamento são balanceadas normalmente com altos teores de volumoso, já que os grãos e concentrados apresentam maior custo (CIRNE et al., 2013). Contudo, rações com maiores proporções de concentrados permitem a aceleração do processo de terminação associada a um peso e acabamento de carcaça adequados.

Desta forma, o uso de fontes lipídicas na ração de ruminantes pode aumentar a quantidade energética da ração, manipulando a fermentação ruminal e não causando distúrbios metabólicos decorrentes ao aumento da proporção de grãos (LOURENÇO et al., 2010). Porém, a suplementação deve ser realizada de forma segura, uma vez que os lipídeos podem ser deletérios ao ambiente ruminal pelo efeito tóxico nos microrganismos. Segundo Meale et al. (2014) o uso de farinha de algas marinhas pode aumentar os teores de energia da dieta, deixando-a mais densa devido ao teor lipídico da mesma.

### **2.2.1 EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO LIPÍDICA SOBRE O CONSUMO E DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES, PERFIL METABÓLITO E COMPORTAMENTO INGESTIVO DE CORDEIROS**

Estudos com inclusão de lipídeos na ração de cordeiros para avaliação de consumo e digestibilidade dos nutrientes, perfil metabólito e comportamento ingestivo demonstram variações nos resultados, atribuídas à fonte lipídica e ao nível de inclusão utilizado.

O consumo e digestibilidade de nutrientes pode ser afetado por diversos fatores, além da fonte lipídica e do nível de inclusão, como relação volumoso:concentrado (V:C) da ração, teor de FDN (MERTENS, 1992), ambiente de alimentação (MERTENS et al., 1994), repleção ruminal (LOPES et al., 2002), palatabilidade do alimento.

Urano et al. (2006) avaliando a inclusão de sementes oleaginosas, como o grão de soja, em níveis crescentes de até 21% na base seca da ração observaram redução no CMS em cordeiros Santa Inês. Haddad e Younis (2004) também observaram esta redução em cordeiros da raça Awassi alimentados com inclusões na base seca da ração de 2,5 e 5% de gordura protegida. Contudo Cunha et al. (2008) não observaram alterações no consumo nem na digestibilidade de matéria seca, FDN e NDT em ovinos alimentados com níveis de 9% de extrato etéreo na ração oriundos da inclusão de caroço de algodão. Fato que Manso et al. (2009) também observaram com a inclusão de 4% de óleo de girassol ou óleo de palma hidrogenado na alimentação de cordeiros.

Já em relação ao perfil metabólito destes animais, também é notório diferenças dos estudos de acordo com o perfil e nível de lipídeos usados. E a avaliação deste perfil permite aferir o status nutricional dos animais, uma vez que a ração fornecida impacta nos componentes bioquímicos do sangue (LIMA et al., 2012).

Scarpino et al. (2014) realizaram estudo utilizando borregos Dorper x Santa Inês recebendo silagem de milho como volumoso, e concentrado a base de milho grão inteiro, casca de soja e farelo de girassol. Os tratamentos analisados eram referentes a adição de 6% de óleo de soja (tratamento 1) e 6% de óleo de soja residual (tratamento 2) na base seca do concentrado e foi visto que a adição destes óleos não afetou os metabólitos proteicos dos animais. Em relação aos metabólitos energéticos não houve alterações diante os teores de triglicérides e glicose, mas resultou em um aumento nos níveis de colesterol. Já Martins et al. (2013) avaliando borregas da raça Texel consumindo ração a base de silagem de milheto, milho em grão, farelo de soja e farelo de trigo, com a inclusão de 10% de glicerol na base seca da ração, não observaram efeitos sobre a fosfatase alcalina, albumina, triglicérides, gama-glutamyltransferase, proteína total e ureia.

O conhecimento do comportamento ingestivo é uma ferramenta importante na avaliação das rações, pois auxilia no manejo alimentar dos animais. Os ruminantes possuem capacidade de adaptar-se às diversas condições de alimentação, manejo e ambiente, modificando seus parâmetros de comportamento ingestivo para alcançar e

manter determinado nível de consumo, compatível com as exigências nutricionais (HODGSON, 1990). Oliveira et al. (2017) notaram um aumento no tempo em ingestão pelos animais que consumiam 8% de óleo residual na base seca do concentrado, possivelmente devido ao comprometimento dos receptores de saciedade. Já Yamamoto et al. (2005) incluindo óleos de linhaça, soja e canola a 3% da base seca de ração de cordeiros não detectaram alterações no consumo pelos animais. Igualmente visto por Gómez-Cortés et al. (2008) incluindo 6% de óleo de linhaça na ração de ovelhas.

### 3. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Capim Branco, pertencente à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), em Uberlândia, Minas Gerais, no setor de caprinos e ovinos de abril a junho de 2016. Todos procedimentos experimentais foram previamente aprovados pelo CEUA, protocolo número 183/16.

Foi realizado ensaio para a avaliação do consumo voluntário, digestibilidade aparente, comportamento ingestivo, peso corporal e concentração de metabólitos séricos de ovinos consumindo cinco níveis de inclusão de ALL-G Rich<sup>®</sup>, produto contendo ácido docosaehaenóico (DHA) da empresa All Tech<sup>®</sup>, na matéria seca do concentrado, sendo eles: 0%, 1,5%, 3,0%, 4,5% e 6,0%. A composição bromatológica do ALL-G Rich<sup>®</sup> está apresentado na Tabela 1 fornecida pela All Tech<sup>®</sup>.

Tabela 1. Composição bromatológica do ALL-G Rich<sup>®</sup>

| ALL-G Rich <sup>®</sup> – All Tech <sup>®*</sup> |        |                             |        |
|--|--------|-----------------------------|--------|
| Extrato etéreo                                   | 50%    | Monoglicerídeos             | <1,0%  |
| Carboidratos                                     | 24,88% | Triglicerídeos              | 85,80% |
| Proteína   | 19,22% | Ácido docosaehaenóico (DHA) | 27,20% |
| Diglicerídeos                                    | 4,69%  | Ácido palmítico             | 54,69% |
| Glicerol   | 3,81%  | Umidade                     | 3,70%  |

\*Dados fornecidos pelo fabricante

Foram utilizadas cinco cordeiras mestiças Dorper x Santa Inês, aproximadamente com seis meses de idade e 30 kg de peso corporal, que passaram por procedimento padrão de pesagem, identificação, exame parasitológico de fezes (ovos

por grama - opg), Famacha<sup>®</sup>, vermifugação (monepantel em associação ao levamisol) e posterior sorteio nos tratamentos (Tabela 2). Os animais foram mantidos em gaiolas de metabolismo providas de cocho para alimentação, saleiro e bebedouro, além de separação de fezes e urina. O ensaio teve duração de 75 dias, sendo dez dias para adaptação dos animais às rações e ao ambiente experimental e cinco dias para a coleta de dados. Repetindo esse protocolo nas cinco fases do estudo.

Tabela 2. Distribuição dos tratamentos analisados referente a cada fase experimental

| <b>Animal</b> | <b>Fase 1</b> | <b>Fase 2</b> | <b>Fase 3</b> | <b>Fase 4</b> | <b>Fase 5</b> |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1 (01A)       | 0,00%         | 1,50%         | 3,00%         | 4,50%         | 6,00%         |
| 2 (03A)       | 6,00%         | 0,00%         | 1,50%         | 3,00%         | 4,50%         |
| 3 (05A)       | 4,50%         | 6,00%         | 0,00%         | 1,50%         | 3,00%         |
| 4 (07A)       | 3,00%         | 4,50%         | 6,00%         | 0,00%         | 1,50%         |
| 5 (09A)       | 1,50%         | 3,00%         | 4,50%         | 6,00%         | 0,00%         |

Na tabela 3 está apresentado a composição centesimal dos concentrados que foram compostos por farelo de milho, farelo de soja e sal mineral específico para ovinos, além do nível de ALL-G Rich<sup>®</sup>, conforme cada tratamento (concentrado), devidamente balanceadas de acordo com o NRC (2007) para ganhos de 200g/dia. Além disso, as análises bromatológicas de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e extrato etéreo (EE) das amostras de ofertado (silagem de milho e concentrados) e sobras que foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da UFU (Universidade Federal de Uberlândia). E a composição bromatológica da ração total (volumoso + concentrado), calculada por meio da composição de cada concentrado e da silagem de milho, levando em consideração a relação volumoso:concentrado de 30%:70%.



Tabela 3. Composição centesimal e químico-bromatológica dos concentrados, volumoso e ração (volumoso + concentrado).

| <b>Composição centesimal dos concentrados</b>                       |   |       |       |       |       |                  |
|---|---|-------|-------|-------|-------|------------------|
|   | Níveis de Inclusão de ALL-G Rich <sup>®</sup> |       |       |       |       |                  |
| <b>Ingredientes (%)</b>   | 0,00%   | 1,50% | 3,00% | 4,50% | 6,00% |                  |
| Farelo de milho   | 67,35   | 66,25 | 65,20 | 64,10 | 63,00 |                  |
| Farelo de soja  | 30,45   | 30,05 | 29,60 | 29,20 | 28,80 |                  |
| ALL-G Rich <sup>®</sup>   | 0,00  | 1,50  | 3,00  | 4,50  | 6,00  |                  |
| Mineral   | 2,00  | 2,00  | 2,00  | 2,00  | 2,00  |                  |
| Adsorvente  | 0,20  | 0,20  | 0,20  | 0,20  | 0,20  |                  |
| <b>Composição químico-bromatológica dos concentrados e volumoso</b> |   |       |       |       |       |                  |
| <b>Nutrientes (%)</b>   | 0,00%   | 1,50% | 3,00% | 4,50% | 6,00% | Silagem de milho |
| MS  | 89,20   | 89,32 | 89,43 | 89,55 | 89,65 | 29,00            |
| PB  | 20,00   | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 8,52             |
| FDN   | 3,97  | 3,72  | 4,32  | 3,74  | 4,25  | 57,20            |
| FDA   | 1,19  | 1,07  | 1,56  | 1,21  | 1,55  | 34,15            |
| EE  | 1,69  | 1,70  | 1,73  | 1,75  | 1,90  | 1,55             |
| NDT   | 82,38   | 82,62 | 82,86 | 83,09 | 83,33 | 63,93*           |
| <b>Composição químico-bromatológica da ração</b>                    |   |       |       |       |       |                  |
| <b>Nutrientes (%)</b>   | 0,00%   | 1,50% | 3,00% | 4,50% | 6,00% |                  |
| PB  | 16,55   | 16,55 | 16,55 | 16,55 | 16,55 |                  |
| FDN   | 19,94   | 19,76 | 20,18 | 19,78 | 20,13 |                  |
| FDA   | 11,08   | 11,43 | 11,34 | 11,09 | 11,33 |                  |
| EE  | 1,60  | 1,65  | 1,67  | 1,69  | 1,79  |                  |

|     |       |       |       |       |       |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| NDT | 76,84 | 77,01 | 77,18 | 77,34 | 77,51 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|

MS = matéria seca; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; EE = extrato etéreo;  
 \*NDT (Nutrientes Digestíveis Totais) =  $87,84 - (0,779 \times \%FDA)$  (RODRIGUES, 2010).

O alimento foi fornecido às 8 horas e 16 horas, sendo ofertado 50% do total em cada alimentação. A quantidade de silagem de milho e do concentrado foi pesada separadamente com auxílio de balança digital com precisão de cinco gramas para posterior mistura manual. Anteriormente ao fornecimento da primeira alimentação, as sobras do dia anterior eram retiradas e pesadas nesta balança. Além disso, os animais eram pesados no início e fim de cada fase de coleta para posterior análise de consumo de matéria seca por peso corporal (CMS/PC). Foi utilizada a média das duas pesagens dos animais para a análise dos dados.

Abaixo das gaiolas metabólicas havia a separação das fezes e urina para avaliação da digestibilidade dos animais estudados. As fezes excretadas neste período também foram pesadas com balança e foi avaliado o escore fecal, de acordo com a metodologia de Gomes (2008), onde as fezes eram classificadas de 1 a 6, sendo o 1 – fezes ressecadas e sem brilho; 2 – fezes normais; 3 – fezes ligeiramente amolecidas; 4 – fezes amolecidas, perdendo o formato e coladas umas às outras (cacho de uva); 5 – fezes amolecidas e sem formato normal (fezes de suínos); e 6 – fezes diarreicas.

As amostras do volumoso ofertado, das sobras e das fezes de cada animal foram coletadas durante todos os dias do período de coleta. Estas foram identificadas e acondicionadas em congelador a  $-10^{\circ}\text{C}$ . Ao final do ensaio, as amostras referentes a cada animal foram descongeladas e homogeneizadas, formando uma amostra composta, sendo retirada amostra de 20% do total.

Posteriormente, foi realizada a primeira secagem das amostras em estufa de circulação forçada de ar a  $55^{\circ}\text{C}$  durante 72 horas. Depois, as amostras foram trituradas, em moinho de facas do tipo Willey, em partículas de 1 mm. Logo após, foram levadas ao laboratório onde foi feita a segunda matéria seca das amostras de ofertado, sobras e fezes, em estufa a  $105^{\circ}\text{C}$  por 24 horas, sendo então possível calcular a matéria seca definitiva das mesmas e teor dos nutrientes, e posteriormente, a digestibilidade aparente dos nutrientes e matéria seca através das seguintes fórmulas:

$$\text{CN} = (\text{CONS} \times \% \text{CONS}) - (\text{SOB} \times \% \text{SOB})$$

$$\text{DA} = \text{CN} - (\text{FEZ} \times \% \text{FEZ}) \times 100$$

Onde:

CN = consumo do nutriente (kg); CONS = quantidade de alimento consumido (kg);  
 %CONS = teor do nutriente no alimento fornecido (%); SOB = quantidade de sobra  
 retirada (kg); %SOB = teor do nutriente nas sobras (%); DA = digestibilidade aparente  
 (%); FEZ = quantidade de fezes coletada (kg); %FEZ = teor do nutriente nas fezes (%).

Os nutrientes analisados foram: fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e extrato etéreo (EE), onde os dois primeiros foram de acordo com a metodologia de Van Soest et al. (1991) e o último de acordo método de extração “a quente” em éter (método Goldfish) (AOAC, 1990). A partir dos teores dos nutrientes, foi possível calcular o consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), consumo de fibra em detergente ácido (CFDA) e consumo de extrato etéreo (CEE).

O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) da silagem de milho foi calculado através da fórmula sugerida por Rodrigues (2010):

$$\text{NDT} = 87,84 - (0,779 \times \% \text{FDA})$$

O consumo de água foi calculado pela diferença do ofertado e das sobras, onde todos os dias era colocado seis litros de água por animal, aumentando o volume sempre que necessário, e no dia seguinte era analisado o volume retido no balde por meio de proveta de dois litros com precisão de 20 mL. O balde utilizado para evaporação era igual aos utilizados como bebedouro pelos animais e alocado na mesma altura. A diferença do balde de evaporação era descontado do consumo de água, pois entende-se que a quantidade não foi consumida, e sim evaporada.

O volume de urina de cada animal foi medido separadamente com auxílio do mesmo modelo de proveta no início de cada dia do período de coleta, e foi feito a determinação de densidade utilizando refratômetro manual Megabrix<sup>®</sup>. Os baldes de coleta de urina continham telas para evitar contaminação externa por pelos, ração e fezes.

O estudo de comportamento foi realizado ao longo de 24 horas consecutivas, sempre no final de cada fase experimental, totalizando cinco análises de comportamento durante todo o experimento. No período noturno, o ambiente recebeu iluminação

artificial, e as luzes foram mantidas acesas durante cinco dias antes da avaliação para promover a adaptação dos animais. Além disso, também houve adaptação dos animais aos avaliadores. Neste estudo, foram tomadas as seguintes observações a cada cinco minutos: ócio, ruminção e ingestão (FISCHER et al., 1998). O tempo gasto em mastigação foi a soma do tempo ruminando e ingerindo. Ao final desse período, os valores obtidos foram multiplicados por cinco para obtenção do total em horas para cada atividade. Os resultados referentes aos fatores do comportamento ingestivo foram obtidos utilizando-se as equações:  $EFING = CMS/TIN$ ; em que:  $EFING$  (g MS consumida/min);  $CMS$  (g) = consumo diário de matéria seca;  $TIN$  (min/dia) = tempo em ingestão.  $EFRUM = CMS/TRU$ ; em que:  $EFRUM$  (g MS ruminada/min);  $TRU$  (min/dia) = tempo de ruminção.  $EFMAST = CMS/TMT$ ; em que:  $EFMAST$  (g MS mastigada/min);  $CMS$  (g) = consumo diário de matéria seca;  $TMT$  (min/dia)  $TMT = TIN + TRU$  em que:  $TMT$  (min/dia) = tempo de mastigação total.

As coletas de sangue para avaliação dos metabólitos foram realizadas três vezes a cada período experimental, alternando os dias, e os resultados foram apresentados a partir de média destes três dias. Estas ocorreram no período da manhã antes da primeira alimentação, por venopunção jugular com auxílio de *vacuntainer* e tubos sem anticoagulante. Logo após as amostras de cada animal foram centrifugadas a 3000 rpm por 10 minutos, e pipetadas em *ependorfs* para posterior análise laboratorial usando kit comercial da Lab Test® em analisador bioquímico automatizado (Bioplus® 2000). Os metabólitos energéticos determinados foram: colesterol (mg/dL), triglicerídeos (mg/dL), VLDL (mg/dL, lipoproteína de muito baixa densidade, obtida pela divisão dos valores de triglicerídeos por cinco), HDL (mg/dL, lipoproteína de alta densidade), LDL (mg/dL, lipoproteína de baixa densidade, calculado através da fórmula proposta por Friedewald, Levv e Fredrickson (1972):  $LDL = \text{colesterol total} - HDL - VLDL$ ) e frutossamina ( $\mu\text{mol/L}$ ). Os metabólicos hepáticos foram: aspartato aminotransferase (AST, U/L), gama glutamiltransferase (GGT, U/L), fosfatase alcalina (FA, U/L). Os metabólicos proteicos foram: albumina (g/dL), proteína total (g/dL), creatinina (mg/dL), ureia (mg/dL), globulina (mg/dL, obtida pela subtração de PT e ALB) e ácido úrico (mg/dL).

Apesar de ser um metabólito energético, a glicose foi mensurada de forma diferente, onde a coleta foi realizada ao fim de cada período experimental, sendo colhidas cinco vezes ao dia com intervalo de 3 horas (8, 11, 14, 17 e 20 horas). A colheita do sangue foi por venopunção da veia jugular com auxílio de um *vacuntainer*

acoplado a tubo contendo fluoreto mais EDTA. Após esse procedimento, as amostras também foram centrifugadas a 3000 rpm por 10 minutos e pipetadas em *eppendorfs* para congelamento para posterior análise laboratorial usando kit comercial da Lab Test<sup>®</sup> em analisador bioquímico automatizado (Bioplus<sup>®</sup> 2000). A coleta das 8 horas foi realizada com os animais em jejum. Logo após, o primeiro trato foi fornecido e então realizou-se as demais coletas do dia. Apenas após a coleta das 20 horas foi ofertado o segundo trato.

O delineamento utilizado foi quadrado latino 5x5. As médias de todos os dados foram submetidas à análise pelo estudo de regressão a 5% de probabilidade, com exceção do escore fecal e consumo de FDN que foram comparados pela estatística não paramétrica (KRUSKAL e WALLIS, 1952). Todas as variáveis tiveram sua normalidade e homogeneidade testadas.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante dos níveis de inclusão analisados, não foi observada nenhuma diferença significativa ( $P>0,05$ ) sobre consumo de matéria seca (CMS), consumo de matéria seca em relação ao peso corporal (CMS/PC), consumo de extrato etéreo (CEE) e consumo de FDA (CFDA) (Tabela 4). O recomendado para a categoria animal estudada é CMS de 1,0-1,30 kg/dia (NRC, 2007), e o presente estudo encontrou valores médios de 1,27 kg/dia. Desta forma, o CMS encontra-se dentro da normalidade e não houve efeito da inclusão de ALL-G Rich<sup>®</sup>. Sabe-se que o CMS pode ser influenciado por diversos fatores como a relação volumoso:concentrado (V:C) da ração, teor de lipídeos (PALMIQUIST e MATTOS, 2011), teor de FDN (MERTENS, 1992), palatabilidade do alimento, ambiente de alimentação (MERTENS et al., 1994), repleção ruminal (LOPES et al., 2002), entre outros.

Tabela 4. Efeito da inclusão de diferentes níveis de ALL-G Rich<sup>®</sup> na alimentação de ovinos sobre o consumo de matéria seca (CMS, kg/dia), consumo de matéria seca em relação ao peso corporal (CMS/PC, %PC), consumo de extrato etéreo (CEE, kg/dia), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN, kg/dia) e consumo de fibra em detergente ácido (CFDA, kg/dia).

| Trat. (%) | CMS  | CMS/PC | CEE    | CFDN*   | CFDA  |
|-----------|------|--------|--------|---------|-------|
| 0,00      | 1,35 | 3,37   | 0,0323 | 0,591 A | 0,204 |

|                |        |        |        |         |        |
|----------------|--------|--------|--------|---------|--------|
| <b>1,50</b>    | 1,27   | 3,14   | 0,0310 | 0,480 B | 0,186  |
| <b>3,00</b>    | 1,28   | 3,26   | 0,0310 | 0,591 A | 0,231  |
| <b>4,50</b>    | 1,27   | 3,17   | 0,0307 | 0,511 A | 0,210  |
| <b>6,00</b>    | 1,20   | 3,01   | 0,0323 | 0,573 A | 0,219  |
| <b>MG</b>      | 1,27   | 3,19   | 31,49  | 0,549   | 0,210  |
| <b>CV</b>      | 9,2    | 10,03  | 8,24   | -       | 22,60  |
| <b>P-valor</b> | 0,4828 | 0,4931 | 0,7842 | 0,0216  | 0,6419 |

Trat. = tratamento; MG = média geral; CV = coeficiente de variação; P-valor = probabilidade; \*Dados não paramétricos.

A relação volumoso:concentrado (V:C) estudada foi de 30%:70% durante o período experimental e para todos os tratamentos. Sendo assim, o maior nível de inclusão de ALL-G Rich<sup>®</sup> no concentrado (tratamento 6%) equivale na ração a 3,75% (70% de concentrado x nível de inclusão de ALL-G Rich<sup>®</sup> x %MS do concentrado) de inclusão na base seca, resultando em 1,79% de extrato etéreo na ração (Tabela 3). Contudo, de acordo com Medeiros et al. (2015), o comprometimento do consumo pode ser visto com suplementação lipídica superior a 6% na base seca da ração devido aos efeitos deletérios no ambiente ruminal. Portanto, as inclusões de ALL-G Rich<sup>®</sup> usadas não atuaram negativamente sobre o consumo dos animais.

Meale et al. (2014), analisando a inclusão de 1, 2 e 3% de farinha de algas na base seca da ração de cordeiros Arcott demonstrou que os animais também não apresentaram alterações no CMS. Contudo, Gomes (2018) notou redução de 12,64% no CMS com a inclusão de 4% óleo de babaçu e 4% de óleo de buriti em ovinos mestiços Dorper x Santa Inês. Entretanto, como dito anteriormente, o CMS pode ser influenciado por diversos fatores.

O CMS/PC recomendado para categoria animal estudada é de 3,54% (NRC, 2007), contudo foi encontrado média de 3,19% para todos os tratamentos, apresentando-se cerca de 10% inferior ao proposto. Contudo, sabe-se que os animais avaliados pelo NRC (2007) possuem genética distinta comparativamente aos animais do presente estudo, podendo ser o fator responsável por esta pequena diferença.

Além disso, o consumo de extrato etéreo variou de 30 a 32 gramas/animal/dia, compondo cerca de 2,5% do CMS. Contudo, a variável não demonstrou efeito diante a inclusão de DHA na ração total, uma vez que os níveis de extrato etéreo nos tratamentos e na ração total (Tabela 3) foram equivalentes. Desta forma, apesar da forma de

degradação diferenciar com a inclusão de um ácido graxo poli-insaturado, não houve efeito sobre o consumo dos animais.

O consumo de FDN apresentou comportamento atípico, onde não há representação biológica, já que os animais eram homogêneos, foram alimentados com a mesma relação volumoso:concentrado, consumiram o mesmo volumoso (silagem de milho) e as rações eram isonitrogenadas, isofibrosas e isoenergéticas. Desta forma, o esperado era um consumo de FDN igual em todos tratamentos.

Também não foi observado nenhuma diferença significativa ( $P < 0,05$ ) sobre o consumo de água ( $CH_2O$ , litros/dia), consumo de água em relação ao consumo de matéria seca ( $CH_2O/CMS$ , litros/kg), volume de urina (VU, litros), densidade urinária (DSD), matéria seca fecal (MSF, %) e escore fecal (EF) (Tabela 5).

Tabela 5. Efeito dos níveis de inclusão de ALL-G Rich<sup>®</sup> na ração de ovinos sobre o consumo de água ( $CH_2O$ , litros/dia), consumo de água em relação ao consumo de matéria seca ( $CH_2O/CMS$ , litros/kg), volume de urina (VU, litros), densidade urinária (DSD, g/mL), matéria seca fecal (MSF, %) e escore fecal (EF).

| Trat. (%)      | $CH_2O$ | $CH_2O/CMS$ | VU    | DSD    | MSF   | EF*   |
|----------------|---------|-------------|-------|--------|-------|-------|
| <b>0,00</b>    | 4,69    | 3,43        | 1,528 | 1,0226 | 32,43 | 2,52  |
| <b>1,50</b>    | 5,28    | 4,65        | 1,523 | 1,0218 | 31,64 | 2,48  |
| <b>3,00</b>    | 5,16    | 4,20        | 1,737 | 1,0140 | 32,88 | 2,24  |
| <b>4,50</b>    | 5,11    | 4,19        | 1,292 | 1,0250 | 34,88 | 2,28  |
| <b>6,00</b>    | 4,61    | 4,13        | 1,474 | 1,0204 | 31,08 | 2,40  |
| <b>MG</b>      | 4,97    | 4,12        | 1,511 | 1,0207 | 32,58 | 2,38  |
| <b>CV</b>      | 8,96    | 15,20       | 20    | 0,85   | 6,30  | -     |
| <b>P-valor</b> | 0,120   | 0,105       | 0,843 | 0,383  | 0,095 | 0,567 |

Trat. = tratamento; MG = média geral; CV = coeficiente de variação; P-valor = probabilidade; \* Estatística não paramétrica, por serem valores de avaliação visual.

A média observada para o consumo de água ( $CH_2O$ ) dos animais foi de 4,97 litros de água por dia. Forbes (1968) propôs uma equação que possibilita calcular a exigência de ingestão de água diária para ovinos através do CMS, sendo:  $CH_2O = 3,86 \times CMS - 0,99$ . Utilizando a média do CMS encontrado para todos tratamentos (Tabela 4), encontram-se valores para ingestão de água recomendada de 3,91 litros por dia. Sendo assim, os animais ingeriram quantidade de água suficiente, contudo 27,11% acima do

esperado. O NRC (2007) estabeleceu relação entre o consumo de água e o CMS para ovinos, devendo ser duas a três vezes maior que o CMS, e neste estudo apresentou ingestão de 4 vezes maior. As duas variáveis podem ser explicadas pelo alto teor de matéria seca da ração (Tabela 3). Além disso, essa resposta pode estar relacionada a idade dos animais estudados, cerca de seis meses, sendo categoria que apresenta maior consumo de água.

De acordo com Carvalho (2008) o volume de urina pode ser influenciado por fatores internos, como idade e tamanho do animal, e também por fatores externos, como a ingestão de água, calor excessivo e desidratação. Segundo Reece (2006), a excreção de urina deve ser entre 100-400 mL para cada 10 kg de peso corporal em ovinos. Desta forma, o peso médio dos animais no final do experimento foi de 40 kg, assim, a excreção de urina média de 1,511 litros, apresenta-se dentro do recomendado (400-1600 mL). A densidade urinária apresentou valores dentro da normalidade, sendo de 1,015 a 1,045 g/mL, de acordo com Carvalho (2008) e Reece (2006), indicando que os animais tiveram hidratação de forma apropriada e suficiente, sem indicativos de alteração renal.

O teor de matéria seca fecal e o escore fecal, observados na Tabela 5, mantiveram-se dentro do preconizado para a espécie. De acordo com Gomes (2008) o valor ideal de escore fecal é 2 e o valor médio encontrado foi de 2,32. Isso indica que houve um bom funcionamento no trato digestivo, fato que podemos associar a alta digestibilidade da matéria seca (DMS).

Os valores de digestibilidade da matéria seca (DMS) e digestibilidade de FDN (DFDN), apresentados na Tabela 6, não sofreram interferências pela inclusão de ALL-G Rich<sup>®</sup> na ração dos animais.

Tabela 6. Efeito dos níveis de inclusão de ALL-G Rich<sup>®</sup> na ração de ovinos sobre a digestibilidade de matéria seca (DMS, %) e digestibilidade de FDN (DFDN, %).

| <b>Tratamento (%)</b> | <b>DMS</b> | <b>DFDN</b> |
|-----------------------|------------|-------------|
| <b>0,00</b>           | 83,39      | 65,00       |
| <b>1,50</b>           | 83,53      | 70,79       |
| <b>3,00</b>           | 81,31      | 67,29       |
| <b>4,50</b>           | 84,45      | 68,14       |
| <b>6,00</b>           | 84,06      | 72,14       |
| <b>MG</b>             | 83,35      | 68,68       |



|                |        |        |
|----------------|--------|--------|
| <b>CV</b>      | 3,11   | 9,92   |
| <b>P-valor</b> | 0,3997 | 0,5108 |

MG = média geral; CV = coeficiente de variação; P-valor = probabilidade.

Segundo Santini et al. (1992) há diversos fatores que podem influenciar a digestibilidade que estão interligados com a inclusão de lipídeos na ração de ruminantes, como a quantidade e tipo de lipídeo fornecido. Em rações com valores de digestibilidade menores que 66% a ingestão de alimentos é determinada por fatores físicos, ou seja, estão relacionados à distensão física do rúmen-retículo. Já em rações com valores superiores a 66% de digestibilidade, são os fatores fisiológicos que controlam a ingestão de alimentos, ou seja, pelo balanço energético ou nutricional da dieta (CONRAD et al., 1964). No presente estudo, possivelmente não houve efeito de fatores físico, devido ao fornecimento de volumoso ser de apenas 30% da ração. Além disto, a média encontrada foi de 80,64 e não apresentou diferença entre os tratamentos. A alta digestibilidade observada pode ter ocorrido em função de 70% da dieta ser composta por concentrado, ou seja, grãos altamente fermentáveis no rúmen.

Assim, os altos valores de DMS no presente estudo podem estar associados a um tempo maior de permanência do alimento no ambiente ruminal, podendo ser observado no tempo gasto em ruminação pelos animais (Tabela 7) que apresentou valor médio de 5,8 horas/dia. Com isto, possivelmente ocorreu maior exposição da digesta aos processos fermentativos, resultando em redução mais acentuada do tamanho de partícula, ocasionado por tempo maior de mastigação, aumentando a área de ataque dos microrganismos e contribuindo para aumento na digestibilidade.

O tempo de exposição dos alimentos no ambiente ruminal também pode ter impactado na digestibilidade de lipídeos, uma vez que o ALL-G Rich<sup>®</sup>, produto incluído em diferentes proporções no concentrado, possui DHA, glicerol, diglicerídeos, monoglicerídeos, triglicerídeos, ácido palmítico e carboidratos (Tabela 1). No rúmen, os lipídeos são hidrolisados, gerando ácidos graxos livres e glicerol. Os ácidos graxos insaturados são transformados em duas etapas, sendo elas a isomerização e hidrogenação (MACHADO, 2018). Há uma limitação de biohidrogenação no ambiente ruminal devido a quantidade e tipo de saturação, além do tempo de exposição do alimento aos microrganismos. Ao incluir 6,00% de ALL-G Rich<sup>®</sup> na base seca do concentrado, houve inclusão de 3,75% na ração total, resultando em 1,79% de extrato etéreo na ração (Tabela 3), não sendo considerada alta para causar algum malefício as

bactérias ruminais. Então, além da quantidade de lipídeos incluída na ração não ultrapassarem os limites para um bom funcionamento dos microrganismos, o tempo de permanência do alimento no rúmen foi considerado alto, contribuindo para que os processos de isomerização de biohidrogenação fossem realizados com eficácia.

Desta forma, infere-se que a biohidrogenação ocorreu de forma eficiente. Após esse processo, os lipídeos chegam ao abomaso e são aquecidos sofrendo movimentos peristálticos, passando de glóbulos de gordura para gotículas. Posteriormente, no duodeno, sofrem a emulsificação pela ação dos ácidos biliares e ocorre a hidrólise pela interação das lipases e colipases, formando dois ácidos graxos livres e um monoglicéride oriundo de cada triacilglicerol hidrolisado. Posteriormente, formam micelas que permitem a difusão dos lipídeos pelo lúmen intestinal, permitindo contato com a superfície de absorção (KOZLOSKI, 2011). Assim, entende-se que o processo de hidrólise e absorção no intestino delgado também ocorreu de forma eficaz devido ao alto teor de digestibilidade aparente, englobando tanto processos ruminais, como intestinais.

Ainda, a relação volumoso:concentrado também pode ter influenciado nestes altos valores, já que 70% da ração total fornecida aos animais era referente ao concentrado, que foi composto em maior parte por carboidratos solúveis, e estes possuem rápida fermentação no ambiente ruminal e intestinal (BARBIERI, 1998). Desta forma, esse fator também colaborou significativamente para a alta DMS.

Borghi (2018) utilizando níveis de inclusão de 2, 4 e 6% de farinha de algas com base na matéria seca da ração para cordeiros Ile de France, apresentaram valores médios de DMS de 74,54, 72,33 e 70,19%, respectivamente, semelhantes ao do presente estudo.

Já em relação a digestibilidade de FDN (DFDN), não houve diferença significativa nos teores sobre os tratamentos avaliados. Com isso, podemos sugerir que os níveis de inclusão não ocasionaram dificuldades na degradação de fibras no ambiente ruminal, uma vez que a adição de fontes de ácidos graxos poli-insaturados na ração de ruminantes pode ocasionar redução na DFDN, já que são tóxicos aos microrganismos ruminais, principalmente as bactérias gram-positivas, responsáveis pela degradação da fibra (PALMQUIST e MATTOS, 2011). Sendo assim, os níveis estudados são seguros, não ocasionando efeitos deletérios rúmen. Podemos associar estes valores com o alto teor de DMS (Tabela 6), indicando bom aproveitamento dos alimentos do trato digestivo. Os valores encontrados foram semelhantes aos encontrados por Maia (2011),

onde valores médios de DFDN foram 63,62% avaliando ovinos mestiços Dorper x Santa Inês consumindo ração (relação V:C de 10%:90%) com inclusão de 3% de óleo de canola, girassol ou mamona na base seca.

O comportamento ingestivo impactou diretamente a DMS e DFDN, contudo não houve diferença significativa no tempo gasto em ruminação (RUM), ócio, mastigação (MAST), ingestão (ING), sobre a eficiência em ruminação (EFRUM), eficiência em ingestão (EFING) e eficiência em mastigação (EFMAST) diante os níveis de inclusão de ALL-G Rich<sup>®</sup> (Tabela 7). De acordo com Van Soest (1994) há diversos fatores que afetam o comportamento ingestivo dos animais, podendo ser tanto relacionado ao alimento, como ao animal. O primeiro está ligado a quantidade de fibra, quantidade de matéria seca, o tamanho de partícula do alimento e a digestibilidade dos nutrientes, ou seja, a velocidade de fermentação e colonização bacteriana. Já o segundo é composto de fatores ligados a individualidade dos animais ou da espécie estudada e o ambiente em que o animal permanece.

Tabela 7. Efeito dos níveis de inclusão de ALL-G Rich<sup>®</sup> na ração de ovinos sobre a ruminação (RUM, min/dia), ócio (min/dia), mastigação (MAST, min/dia), ingestão (ING, min/dia), eficiência em ruminação (EFRUM, g/min), eficiência em ingestão (EFING, g/min) e eficiência em mastigação (EFMAST, g/min).

| Trat (%)       | RUM    | ÓCIO   | MAST   | ING    | EFRUM  | EFING  | EFMAST |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>0,00</b>    | 347,00 | 906,00 | 534,00 | 187,00 | 3,96   | 7,30   | 2,56   |
| <b>1,50</b>    | 352,00 | 900,00 | 540,00 | 188,00 | 3,60   | 6,74   | 2,33   |
| <b>3,00</b>    | 351,00 | 892,00 | 548,00 | 197,00 | 3,69   | 6,76   | 2,37   |
| <b>4,50</b>    | 368,00 | 877,00 | 563,00 | 195,00 | 3,53   | 6,76   | 2,29   |
| <b>6,00</b>    | 329,00 | 919,00 | 521,00 | 192,00 | 3,68   | 6,52   | 2,33   |
| <b>MG</b>      | 349,40 | 898,80 | 541,20 | 191,80 | 3,69   | 6,81   | 2,38   |
| <b>CV</b>      | 9,32   | 5,01   | 8,32   | 11,93  | 11,60  | 14,29  | 10,48  |
| <b>P-valor</b> | -      | -      | -      | -      | 0,5818 | 0,7801 | 0,4678 |

Trat. = tratamento; MG = média geral; CV = coeficiente de variação; P-valor = probabilidade.

Aspectos como motilidade do pré-estômago, tempo de ruminação e mastigação estão diretamente relacionados ao comportamento ingestivo, além de influenciar no desempenho produtivo dos animais (FIGUEIREDO et al., 2013). Animais confinados gastam em torno de uma hora consumindo alimentos ricos em energia, ou até mais de

seis horas, para fontes com baixo teor de energia e alto em fibra. Da mesma forma, o tempo despendido em ruminação é influenciado pela natureza da dieta e, provavelmente, é proporcional ao teor de parede celular dos volumosos. Assim, quanto maior a participação de alimentos volumosos na dieta, maior será o tempo despendido com ruminação (VAN SOEST, 1994).

Como não houve efeito da inclusão de lipídeos sobre o comportamento ingestivo dos animais, destaca-se que os níveis de inclusão do produto é seguro para os animais. O odor característico de peixe pode ocasionar redução da palatabilidade do concentrado. Contudo, mesmo no nível mais alto de inclusão, não foi notado alteração na ingestão. O tempo em ruminação e mastigação se mostraram equiparados possivelmente pela utilização da mesma fonte de volumoso (silagem de milho).

O estudo realizado por Silva (2018) avaliando o comportamento ingestivo de cordeiros machos da raça Ile de France alimentados com silagem de milho + concentrado contendo 4% de farinha de algas marinhas e silagem de milho + concentrado com 1000 mg de vitamina E e 4% de farinha de algas apresentaram valores de ingestão, ruminação e ócio 4,76, 5,98, 13,26 horas por dia, respectivamente. Mostrando-se semelhante ao presente estudo, onde foram obtidas médias de ingestão, ruminação e ócio de 3,19, 5,82 e 14,98 horas por dia, respectivamente.

Analisando as concentrações séricas de metabólitos proteicos, observamos que não foram afetados pelos níveis crescentes de inclusão de ALL-G Rich<sup>®</sup> na ração de ovinos (Tabela 8). Além disso, os níveis de proteína total (PT), albumina (ALB), ácido úrico (AU), ureia e creatinina (CREAT) apresentaram-se dentro da normalidade de acordo com Varanis (2018), e a globulina de acordo com os níveis preconizados por Kaneko et al. (2008). Os valores apresentados por Varanis (2018) são para animais brasileiros com a mesma categoria fisiológica do que a estudada no presente estudo, diferentemente dos dados de Kaneko et al. (2008) onde os animais avaliados não foram criados em condições tropicais e não são da mesma categoria.

Tabela 8. Efeito da inclusão de ALL-G Rich<sup>®</sup> na ração de ovinos sobre os metabólitos proteicos proteína total (PT, g/dL), albumina (ALB, g/dL), globulina (GLOB, g/dL), ácido úrico (AU, mg/dL), ureia (mg/dL) e creatinina (CREAT, mg/dL).

| <b>Trat. (%)</b> | <b>PT</b> | <b>ALB</b> | <b>GLOB</b> | <b>AU</b> | <b>Ureia</b> | <b>CREAT</b> |
|------------------|-----------|------------|-------------|-----------|--------------|--------------|
| <b>0,00</b>      | 7,44      | 3,49       | 3,94        | 0,48      | 48,56        | 0,74         |

|             |           |            |           |        |           |            |
|-------------|-----------|------------|-----------|--------|-----------|------------|
| <b>1,50</b> | 7,98      | 3,85       | 4,45      | 0,46   | 46,46     | 0,72       |
| <b>3,00</b> | 8,34      | 3,29       | 5,04      | 0,50   | 57,76     | 0,74       |
| <b>4,50</b> | 7,06      | 3,18       | 3,88      | 0,44   | 46,78     | 0,72       |
| <b>6,00</b> | 8,20      | 2,86       | 5,34      | 0,48   | 48,44     | 0,74       |
| <b>MG</b>   | 7,80      | 3,33       | 4,53      | 0,47   | 49,00     | 0,73       |
| <b>CV</b>   | 14,64     | 21,19      | 31,48     | 35,83  | 18,12     | 14,50      |
| <b>VR</b>   | *3,1-11,4 | *1,12-5,38 | **3,5-5,7 | *0-2,9 | *12,8-100 | *0,40-1,80 |

Trat. = tratamento; MG = média geral; CV = coeficiente de variação; VR \* = Varanis (2018); \*\* = Kaneko et al. (2008).

Diante disto, pode-se afirmar que a utilização de níveis até 6,00% de ALL-G Rich<sup>®</sup> nos concentrados não afeta os metabólitos proteicos dos animais. Igualmente visto no estudo realizado por Scarpino et al. (2014), onde foram utilizados borregos Dorper x Santa Inês recebendo silagem de milho como volumoso, e concentrado a base de milho grão inteiro, casca de soja e farelo de girassol. Os tratamentos analisados eram referentes a adição de 6% de óleo de soja (tratamento 1) e 6% de óleo de soja residual (tratamento 2) na base seca do concentrado. Também foi visto que a adição destes óleos não afetou os metabólitos proteicos dos animais.

A proteína total (PT) reflete o status nutricional do animal e a quantidade de proteína da ração (GONZÁLEZ, 2000). Contudo, sabe-se que o fornecimento de proteína foi constante em todos tratamentos (rações isonitrogenadas) e durante o período experimental. Os teores de PT estão dentro do recomendado, demonstrando, assim como os outros metabólitos, o sinergismo das fontes nitrogenadas com fontes de carboidratos.

De acordo com Wittwer (2000) a ureia sanguínea reflete a amônia gerada no rúmen pela degradação dos compostos nitrogenados que não foram convertidos em proteína microbiana. Assim, a mesma atravessa a parede ruminal, onde é transformada em ureia no fígado com gasto energético alto. Posteriormente, essa ureia pode ser eliminada por excreção urinária ou leite (em caso de animais em lactação), e retornar ao rúmen via salivação ou perfusão na parede ruminal. No presente estudo os valores de ureia mantiveram-se dentro do recomendado. Desse modo, podemos afirmar que a inclusão de ALL-G Rich<sup>®</sup> na ração não afetou o sinergismo da degradação de fontes nitrogenadas e fontes de carboidratos no ambiente ruminal, não ocasionando escape de amônia e posterior gasto energético desnecessário para os animais. Podemos relacionar estes valores com o alto teor de DMS (Tabela 6), demonstrando que a interação entre

estas fontes resultou em um aproveitamento adequado pelos animais. Já o ácido úrico tem correlação com a quantidade de proteína microbiana disponível para a digestão do animal e seus valores estão dentro da faixa indicada, demonstrando teores adequados de níveis proteicos nos animais.

Além dos metabólitos proteicos, não houve diferenças significativas diante os níveis de inclusão de ALL-G Rich<sup>®</sup> sobre triglicerídeos, HDL, VLDL e frutamina. Contudo, o colesterol e o LDL apresentaram comportamento quadrático (Tabela 9).

Tabela 9. Efeito dos níveis de inclusão de ALL-G Rich<sup>®</sup> na ração de ovinos sobre os níveis séricos de colesterol (COL, mg/dL), triglicerídeos (TRIG, mg/dL), lipoproteína de baixa densidade (LDL, mg/dL), lipoproteína de alta densidade (HDL, mg/dL), lipoproteína de muita baixa densidade (VLDL, mg/dL).

| <b>Trat. (%)</b> | <b>COL<sup>1</sup></b> | <b>TRIG</b> | <b>LDL<sup>2</sup></b> | <b>HDL</b> | <b>VLDL</b> |
|------------------|------------------------|-------------|------------------------|------------|-------------|
| <b>0,00</b>      | 52,56                  | 25,82       | 21,22                  | 37,56      | 5,16        |
| <b>1,50</b>      | 51,76                  | 24,78       | 11,12                  | 41,64      | 4,95        |
| <b>3,00</b>      | 53,50                  | 21,92       | 11,95                  | 40,04      | 4,38        |
| <b>4,50</b>      | 49,22                  | 19,56       | 8,12                   | 37,18      | 3,91        |
| <b>6,00</b>      | 55,78                  | 20,82       | 14,85                  | 36,76      | 4,16        |
| <b>MG</b>        | 52,56                  | 22,58       | 13,45                  | 38,63      | 4,51        |
| <b>CV</b>        | 5,32                   | 27,31       | 33,08                  | 16,03      | 27,31       |
| <b>VR*</b>       | 15-139,9               | 5-78        | 0,80-83,36             | 13-79      | 1-17,4      |

\*Varanis (2018); Trat. = tratamento; MG = média geral; CV = coeficiente de variação; VR = valor de referência; <sup>1</sup>X = 53,026857 - 1,397143X + 0,276190X<sup>2</sup>; R<sup>2</sup> = 30,06%; <sup>2</sup>Y = 20,744857 - 6,569810X + 0,920190X<sup>2</sup>; R<sup>2</sup> = 86,20%

O aumento na concentração sérica de colesterol pode ocorrer em razão da elevada demanda necessária para digestão, absorção e transporte de ácidos graxos de cadeia longa ingeridos (FREITAS JUNIOR et al., 2010). Sendo assim, este aumento no colesterol também tem relação possivelmente pela quantidade e tipo de gordura incluída na ração, contudo os níveis ficaram dentro do preconizado para a categoria estudada. Isto demonstra que, apesar de ser uma ração altamente energética devido a relação volumoso:concentrado e a inclusão apresentar níveis crescentes de DHA, que é uma fonte lipídica poli-insaturada, houve aumento na concentração de colesterol mantendo os valores dentro do recomendado, sendo uma vantagem na utilização destas rações. Além disso, estes níveis não afetaram a digestão da fibra, possibilitando a formação de ácido acético e colaborando para o aumento de colesterol no sangue.

O efeito no organismo de elevar os níveis de colesterol sanguíneo, LDL e HDL, possivelmente está associado a ácidos graxos com comprimento de cadeia entre 10 e 18 carbonos, como o mirístico (C-14) e o ácido palmítico (C-16), já que reduzem a atividade do receptor LDL-colesterol e o espaço livre de LDL na corrente sanguínea (NELSON e COX, 2014). O ácido palmítico compõe 54,69% do ALL-G Rich<sup>®</sup> (Tabela 1), produto que foi incluso em diferentes níveis no concentrado no presente estudo. Desta forma, podemos associar a elevação do colesterol sanguíneo à atividade deste ácido graxo.

De acordo com Brás et al. (2014), o HDL atua no transporte do colesterol dos tecidos até o fígado e a LDL do fígado aos tecidos. Assim, a predominância de LDL sobre o HDL tende a uma maior deposição de colesterol nos tecidos. Isso pode ocorrer devido ao HDL não conseguir captar o excesso de colesterol ou os tecidos não conseguirem catabolizar o excesso de LDL, resultando em doenças. Contudo, assim como no estudo de Brás et al. (2014), os níveis séricos de HDL estão em proporções bem maiores que as LDL e, desta forma, há menor risco de doenças pelo acúmulo de colesterol nos tecidos.

Outro fator interessante é a redução dos níveis de LDL com o aumento da inclusão de ALL-G Rich<sup>®</sup>, indicando benefício desta alimentação na saúde dos animais e no metabolismo energético dos mesmos. No presente estudo, houve uma redução no farelo de milho com a inclusão de ALL-G Rich<sup>®</sup> nos concentrados. Sabe-se que o amido aumenta os teores de LDL, onde possivelmente a substituição pelo ALL-G Rich<sup>®</sup> conseguiu reduzir estes valores juntamente ao tipo de lipídio incluído. Sendo assim, os níveis de inclusão até 6,00% de ALL-G Rich<sup>®</sup> no concentrado para ovinos podem ser usados de forma segura e benéfica para os animais, já que a redução deste metabólito traz vantagens à saúde do animal, como, por exemplo, a diminuição de riscos de doenças cardiovasculares.

O triglicerídeo é a principal forma de armazenamento de ácidos graxos de cadeia longa e é composto por uma molécula de glicerol ligada a três moléculas de ácidos graxos de cadeia longa (MONTEIRO, 2011). Já a VLDL é responsável pelo transporte dos triglicerídeos do fígado para o tecido adiposo pela corrente sanguínea (SANTOS et al., 2015). Contudo, os valores de triglicerídeos e VLDL do estudo também não sofreram alterações com os níveis de inclusão estudados.

Analisando a glicemia dos animais estudados (Tabela 10), era esperado que ocorresse aumento nos níveis de acordo com a crescente inclusão de ALL-G Rich<sup>®</sup> pela modificação do ambiente ruminal e taxa de degradação dos ingredientes.

Tabela 10. Valores médios de glicemia basal (GLIC, mg/dL) e frutamina (FRUT, µmol/L). em função dos níveis de inclusão de ALL-G Rich<sup>®</sup> e curva glicêmica.

| Efeito dos níveis de inclusão de ALL-G Rich <sup>®</sup> sobre os níveis de glicemia |        |        |        |        |        |        |       |           |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-----------|
| <b>Trat.</b><br><b>(%)</b>   | 0,00   | 1,50   | 3,00   | 4,50   | 6,00   | MG     | CV    | VR        |
| <b>GLIC</b>  | 84,04  | 79,20  | 76,68  | 76,12  | 81,60  | 79,52  | 14,53 | 33-98,1*  |
| <b>FRUT</b>  | 325,56 | 348,78 | 319,08 | 307,92 | 327,84 | 325,83 | 7,39  | 170-174** |
| Níveis médios da curva glicêmica   |        |        |        |        |        |        |       |           |
| <b>Horário</b>   | 08:00  | 11:00  | 14:00  | 17:00  | 20:00  |        |       |           |
| <b>GLIC</b>  | 77,60  | 78,2   | 82,64  | 78,36  | 80,84  |        |       |           |

\*Varanis (2018); \*\* Kaneko et al. (2008); Trat. = tratamento; MG = média geral; CV = coeficiente de variação; VR = valor de referência.

Uma das fontes intermediárias de glicose para ruminantes é o ácido propiônico, e os níveis deste ácido são aumentados pela fermentação de carboidratos solúveis, como o amido. Além disso, o uso de lipídeos na ração também aumenta a síntese de propionato (BUNTING et al., 1996) devido a liberação de glicerol no processo de lipólise que é fermentado em ácido propiônico. Desta forma, podemos assegurar que os níveis trabalhados de amido e lipídeos, tanto no tratamento controle como com inclusão de até 6,00% de ALL-G Rich<sup>®</sup>, mantiveram os níveis de produção de glicose equiparados. Assim, entende-se que a substituição de amido por ácidos graxos poli-insaturados no concentrado não modifica a produção de ácido propiônico devido manutenção nos teores de glicose.

Analisando a curva glicêmica dos animais assegura-se que houve estabilidade energética ao longo do dia. Contudo, de acordo com Caldeira (2005), nos ruminantes, o



pico na concentração sérica de glicose ocorre de 3 a 6 horas após a alimentação, já que a glicose depende da síntese hepática de propionato, aminoácidos glicogênicos e outros precursores. Desta forma, entende-se que as rações fornecidas aos animais no presente estudo, tanto no tratamento controle, como até 6,00% de inclusão de ALL-G Rich<sup>®</sup> no concentrado, mantiveram os valores de glicose iguais, fornecendo um aporte de ácido propiônico similar durante todo o dia. Isto pode ser devido a quantidade fornecida e taxa de degradação e digestibilidade do amido, proveniente do farelo de milho e silagem de milho, e dos ácidos graxos poli-insaturados, provenientes da inclusão de ALL-G Rich<sup>®</sup>, na alimentação dos animais estudados.

Podemos relacionar os valores de glicemia próximo ao limite preconizado com os valores de frutossamina (Tabela 10), uma vez que, segundo Kaneko et al. (2008), quando a quantidade de proteína da ração está dentro do recomendado para a categoria e espécie animal, os índices de frutossamina estão relacionados aos níveis de glicose plasmática. Assim, tanto a presença 39,64% de amido na ração, oriundo de 30% de silagem de milho e 70% de concentrados, como a inclusão de até 6,00% de ácidos graxos de cadeia longa nos concentrados, contribuíram para os altos níveis de frutossamina, correlacionando com valores de glicemia.

Como o DHA é uma fonte lipídica com alto teor energético, era esperado influência nos metabólitos energéticos nos animais do presente estudo. Porém, a inclusão não afetou a sanidade dos animais, ao contrário, contribuiu para a redução de LDL que reduz o risco de patologias. Desta forma, a utilização de níveis de ALL-G Rich<sup>®</sup> até 6,00% é dita como segura de acordo com a análise sérica dos metabólitos. Além disso, não houve efeito dos níveis de inclusão de ALL-G Rich<sup>®</sup> sobre AST, mas houve efeitos sobre os níveis séricos de FA e GGT (Tabela 11).

Tabela 11. Efeito da inclusão de ALL-G Rich<sup>®</sup> na ração de ovinos sobre as enzimas hepáticas: aspartato-aminotransferase (AST, U/L), fosfatase alcalina (FA, U/L) e gama-glutamilttransferase (GGT, U/L).

| <b>Trat. (%)</b> | <b>AST</b> | <b>FA<sup>1</sup></b> | <b>GGT<sup>2</sup></b> |
|------------------|------------|-----------------------|------------------------|
| <b>0,00</b>      | 161,24     | 283,98                | 62,66                  |
| <b>1,50</b>      | 214,04     | 328,18                | 80,16                  |
| <b>3,00</b>      | 357,84     | 347,56                | 97,20                  |
| <b>4,50</b>      | 269,02     | 311,62                | 87,72                  |

|             |          |          |        |
|-------------|----------|----------|--------|
| <b>6,00</b> | 199,30   | 328,16   | 94,52  |
| <b>MG</b>   | 240,28   | 319,90   | 84,45  |
| <b>CV</b>   | 33,97    | 8,74     | 20,01  |
| <b>VR*</b>  | 47-353,5 | 58-727,7 | 31-154 |

\*Varanis (2018); Trat. = tratamento;  $^1X = 289,734286 + 25,860952X - 3,512381X^2$ ;  $R^2 = 61,48\%$ ;  $^2X = 70,196000 + 4,752000X$ ;  $R^2 = 66,17\%$ .

As duas enzimas hepáticas que sofreram influência dos níveis de inclusão de ALL-G Rich<sup>®</sup> na ração dos animais foram a FA e GGT. Na literatura, o aumento destas enzimas pode estar associado a doenças de origem hepática, como no caso da FA sugerir doenças como lipidose hepática e inflamação do parênquima, levando a obstrução de pequenos canalículos biliares e a liberação de FA de forma indireta (GONZÁLEZ e SILVA, 2006). Já o aumento de GGT de origem hepática pode indicar colestases e proliferação de ductos biliares (VARANIS, 2018).

Contudo, no presente estudo não foi observado valores acima do preconizado por Varanis (2018) de acordo com a categoria animal estudada. E também não foram observadas desordens hepáticas clínicas nos animais ao longo do experimento. Desta forma, podemos associar a resposta destes níveis séricos sobre a quantidade de energia na ração, ocorrendo aumento nas concentrações simultaneamente com o aumento no nível de inclusão do ALL-G Rich<sup>®</sup>, indicando alto metabolismo hepático.

Podemos associar este alto metabolismo com os níveis de glicemia (Tabela 11), uma vez que houve estabilidade energética deste metabólito durante o dia devido a taxa de digestibilidade de amido e ácidos graxos poli-insaturados na ração, resultando na formação de ácido propiônico. O ácido propiônico é precursor de glicose e é metabolizado no fígado, possivelmente resultando em um aumento na atividade enzimática. Além disso, o aumento nos níveis de colesterol e a redução da LDL (Tabela 9), também colaboraram para a crescente atividade enzimática, uma vez que resultou em uma maior quantidade e tempo de permanência do colesterol no fígado.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ALL-G Rich<sup>®</sup> pode ser incluído na base seca do concentrado até 6,00%, uma vez que não apresenta efeitos deletérios sobre consumo e digestibilidade de nutrientes em cordeiras. Além disso, reduz os níveis séricos de LDL, podendo resultar em maior saúde ao animal.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTAZZI, P.; COUPLAND, K. Polyunsaturated fatty acids. Is there a role in postmenopausal osteoporosis prevention? **Maturitas**, Reino Unido, v.42, n.1, p.13–22, 2002.

ALMEIDA, N.M.; BUENO FRANCO, M.R. Influência da dieta alimentar na composição de ácidos graxos em pescado: aspectos nutricionais e benefícios à saúde humana. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.65, n.1, p.7-14. 2006.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis**. 15.ed. Arlington: AOAC International, 1990. 1117p.

BARBIERI, P.A.P. Moinhos e misturadores. In: Simpósio do colégio brasileiro de nutrição animal e I Seminário sobre tecnologia de produção de rações. Campinas - SP, **Anais...** Campinas, p.81-85, 1998.

BAUCHART, D.; VERITE, R.; REMOND, B. Long fatty acid digestion in lactating cows fed fresh grass from spring to autumn. **Journal of Animal Science**, v.64, p.330-331, 1993.

BAUMAN, D.E.; BAUMGARD, L.H.; CORL, B.A. et al. Biosynthesis of conjugated acid in ruminants. **The American Society of Animal Science.**, v.4, p.1-15, 1999.

BAUMAN, D.E.; GRIINARI, J.M. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. **Livestock Production Science**, New York, v.70, p.15-29, 2001.

BAUMGARD, L.H.; MATITASCHVILI, E.; CORL, B.A.; DWYER, D.A.; BAUMAN, D.E. Trans-10, cis-12 conjugated linoleic acid decreases lipogenic rates and expression of genes involved in milk lipid synthesis in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Estados Unidos, v.85, p.2155-2163. 2002.

BELDA, M.C.R.; POURCHET-CAMPOS, M.A. Ácidos Graxos Essenciais em nutrição: uma visão atualizada. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, 1991. p.3-4.

BENAVIDES, M.V.; SONSTEGARD, T.S.; KEMP, S.; MUGAMBI, J.M.; GIBSON, J.P.; BAKER, R.L.; HANOTTE, O.; MARSHALL, K.; VAN TASSELL, C. Identification of novel loci associated with gastrointestinal parasite resistance in a Red Maasai x Dorper backcross population. **PLoS One**, v.10, 2015.

BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of cattle growth**. Sydney: Sydney University Press, 1976. 240p.

BICHI, E.; HERVÁS, G.; TORAL, P.G.; LOOR, J.J.; FRUTOS, P. Milk fat depression induced by dietary marine algae in dairy ewes: persistency of milk fatty acid composition and animal performance responses. **Journal of Dairy Science**, Leão, v. 96, p.524-532. 2013.

BLOOD, D.C.; HENDERSON, J.A. **Medicina Veterinária**. Rio de Janeiro. Ed. Guanabara Koogan, 4<sup>a</sup> ed., 1978.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. **Química do processamento de alimentos**. 2.ed. São Paulo: Varela, 1992.

BOECKAERT, C.; VLAEMINCK, B.; DIJKSTRA, J.; ISSA-ZACHARIA, A.; VAN NESPEN, T.; VAN STRAALLEN, W.; FIEVEZ, V. Effect of dietary starch or micro algae supplementation on rumen fermentation and milk fatty acid composition of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Melle (Bélgica), v.91, p.4714-4727. 2008.

BONDI, A.A. **Lipids and their significance in the nutrition of monogastric and ruminant animals**. In: Animal nutrition. New York: John Willey, 1987. p.78-105.

BORGHI, T.H. **Farinha de algas marinhas (Schizochytrium sp.) na alimentação de cordeiros confinados: desempenho, digestibilidade e qualidade da carcaça e da**

**carne**. 2018. 113f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 2018.

BRANCO, R.H.; RODRIGUES, M.T; FLORENTINO, C.A.; SILVA, M.M.C.; LEÃO, M.I.; PEREIRA, V.V. Efeito dos níveis de fibra em detergente neutro oriunda da forragem sobre a eficiência microbiana e os parâmetros digestivos em cabras leiteiras. In: **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, n. 39, p. 372-381, 2010.

BRÁS, P.; POSSENTI, R.A.; BUENO, M.S.; CANOVA, E.B.; SCHAMMAS, E.A. Avaliação nutricional de coprodutos da extração de óleos vegetais em dietas de ovinos. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.71, n.2, p.160-175. 2014.

BRENNER, R.R. **Biosynthesis and interconversion of essential fatty acids**. In: WILLIS, A.L. Handbook of eicosanoids: prostaglandins and related lipids, v.1. Chemical and biochemical aspects, part A, Florida (USA): CRC Press, 1987. p. 99-117.

BUNTING, L.D.; FERNANDEZ, J.M.; FORNEA, R.J.; WHITE, T.W.; FROETSCHER, M.A.; STONE, J.D.; INGAWA, K. Seasonal effects of supplemental fat and undegradable protein on the growth and metabolism of Holstein calves. **Journal of Dairy Science**, v.79, p.1611-1620, 1996.

CALDEIRA, R.M. Monitorização da adequação do plano alimentar e do estado nutricional em ovelhas. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v.100, p.125-139. 2005.

CAÑEQUE, V.; RUIZ, F.; DOLZ, I.F. **Producción de carne de cordero**. Madrid: Colección Técnica Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, 1989, 520p.

CARNEIRO, P.L.S.; MALHADO, C.H.M.; SOUZA JÚNIOR, A.A.O.; SILVA, A.G.S.; SANTOS, F.N.; SANTOS, P.F.; PAIVA, S.R. Desenvolvimento ponderal e diversidade fenotípica entre cruzamentos de ovinos Dorper com raças locais. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.42, p.991-998. 2007.

CARVALHO, M. B. Semiologia do Sistema Urinário. In: FEITOSA, F.L. **Semiologia Veterinária**. São Paulo: Roca, 2008. p.389-409.

CHEN, K.; LI, E.; GAN, L.; WANG, X.; XU, C.; LIN, H.; QIN, J.G.; CHEN, L. Growth and lipid metabolism of the pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* at different salinities. **J. Shellfish Res.**, Shanghai, p.825-832. 2014.

CHURCH, D.C. **Fisiologia digestiva y nutrición de los ruminantes**. Zaragoza: Acríbia, 1993. 641p.

CIRNE, L.G.A.; OLIVEIRA, G.J.C.; JAEGER, S.M.P.L.; BAGALDO, A.R.; LEITE, M.C.P.; OLIVEIRA, P.A.; MACEDO JUNIOR, C.M. Desempenho de cordeiros em confinamento alimentados com dieta exclusiva de concentrado com diferentes porcentagens de proteína. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.65, p.262-266. 2013.

CLAUSS, M.; GRUM, C.; HATT, J. Polyunsaturated fatty acid content in adipose tissue in foregut and hindgut fermenting mammalian herbivores: a literature survey. **Published**, 2009.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E BROMATOLÓGICA DE ALIMENTOS – CQBAL 4.0. Disponível em: <<http://gestaoagropecuaria.com/#!/>>. Acesso em: 15 de novembro de 2018.

CORL, B.A.; CHOUINARD, P.Y.; BAUMAN, D.E.; DWYER, D.A.; GRINARI, J.M.; NURMELA, K.V. Conjugated linoleic acid in milk fat of dairy cows originates in part by endogenous synthesis from trans-11 octadecenoic acid. **Journal of Dairy Science**, 1998.

COSTA, R.L.D.; FONTES, R.S. Ácidos graxos na nutrição e reprodução de ruminantes. **PUBVET**, Londrina, v.4, n. 4, ed.129, 2010.

CRUZ, C.A.C. **Caracterização lipídica da paleta de cordeiros Santa Inês**. 2009. 89p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA, 2009.

CUNHA, M.G.G.; CARVALHO, F.F.R.; VERAS, A.S.C. Desempenho e digestibilidade aparente em ovinos confinados alimentados com dietas contendo níveis crescentes de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1103-1111. 2008.

DE LUCA, D. D.; JENKINS, T.C. Feeding oleamid to lactating Jersey cows. Effects on nutrient digestibility, plasma fatty acids and hormones. **Journal of Dairy Science**, Estados Unidos, v.83, n.3, p.569-576, 2000.

DEL CLARO, G.R. **Influência da suplementação de cobre e selênio no metabolismo de lipídeos em bovinos**. 2007. 84 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

DEMEYER, D.; DOREAU, M. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. **Proceedings of the nutrition society**, Melle, v.58, p.593-607, 1999.

DEPNER, C.M.; PHILBRICK, K.A.; JUMP, D.B. Docosahexaenoic acid attenuates hepatic inflammation, oxidative stress, and fibrosis without decreasing hepatosteatosis in a Ldlr(-/-) mouse model of western diet-induced nonalcoholic steatohepatitis. **The Journal of nutrition**, Estados Unidos, v.143, p.315-325. 2013.

DEVILLARD, E.; McINTOSH, F.M.; YOUNG, K.; CASTET, M.; WALLACE, R.J.; NEWBOLD, C.J. Conjugated linoleic acid composition of rumen bacterial and protozoal populations. **Reproduction Nutrition Development**, 2004.

DHIMAN, T.R.; SATTER, L.D.; PARIZA, M.W.; GALLI, M.P.; ALBRIGHT, K.; TOLOSA, M.X. Conjugated linoleic acid (CLA) content of milk from cows offered diets rich in linoleic and linolenic acid. **Journal of Dairy Science**, Estados Unidos, v.83, p.1016-1027, 2000.

DÍAZ, M.T.; CAÑEQUE, V.; SÁNCHEZ, C.I.; LAUZURICA, S.; PÉREZ, C.; FERNÁNDEZ, C.; ÁLVAREZ, I.; DE LA FUENTE, J. Nutritional and sensory aspects of light lamb meat enriched in n-3 fatty acids during refrigerated storage. **Food Chemistry**, Madrid, v. 124, p. 147-155, 2011.

EIFERT, E.C.; LANA, R.P.; LANNA, D.P.D. LEOPOLDINO, W.M.; OLIVEIRA, M.V.M.; ARCURI, P.B.; CAMPOS, J.M.S.; LEÃO, M.I.; VALADARES FILHO, S.C. Consumo, produção e composição do leite de vacas alimentadas com óleo de soja e diferentes fontes de carboidratos na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.1, p.211-218. 2006.

EVANS, M.E.; BROWN, J.M.; McINTOSH, M.K. Isomer-specific effects of conjugated linoleic acid (CLA) on adiposity and lipid metabolism. **Journal of Nutritional Biochemistry**, New York, v.13, n.9, p.508-516, 2002.

FAGUNDES, L.A. **Ômega-3 e Ômega-6: o equilíbrio dos ácidos gordurosos essenciais na prevenção de doenças**. Porto Alegre: Fundação de Radioterapia do Rio Grande do Sul, 2002. 111 p.

FERREIRA, A.M.C.M. **Efeito da suplementação de dietas com lipídeos de origem marinha na composição em ácidos gordos da carne de borrego**. 2016. 56f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Zootécnica/Produção Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa, 2016.

FIGUEIREDO, M.R.P.; SALIBA, E.O.S.; REBOULAS, G.M.N.; AGUIAR E SILVA, F.; SÁ, H.C.M. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com diferentes fontes de fibra. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.65, n.2, p.485-489. 2013.

FIGUEIRÓ, P.R.P. Rendimento da carcaça de ovinos no Rio Grande do Sul. In: Iª JORNADA TÉCNICA DE PRODUÇÃO OVINA NO RS, 1979, Bagé, RS. **Anais...** Bagé, EMBRAPA,1979. p.65-69.



FISCHER, V.; DESWYSEN, A.G.; DÈSPRES, L.; DUTILLEUL, P.; LOBATO, J.F.P. Padrões nectemerais do comportamento ingestivo de ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 2, p. 362-369. 1998.

FLACHS, P.; HORAKOVA, O.; BRAUNER, P.; ROSSMEISL, M.; PECINA, P.; FRANSSEN-VAN, N.H. Polyunsaturated fatty acids of marine origin upregulate mitochondrial biogenesis and induce beta-oxidation in white fat. **Diabetologia**, Prague, v.48, p.2365-2375, 2005.

FOCANT, M.; MIGNOLET, E.; MARIQUE, M. The effect of vitamin E supplementation of cow diets containing rapeseed and linseed on the prevention of milk oxidation. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.81, n.4, p.1095- 1101, 1998.

FORBES, J.M. Water intake of ewes. **British Journal Nutrition**, v.22, p.33-43, 1968.

FOROUHI, N.G.; KOULMAN, A.; SHARP, S.J.; IMAMURA, F.; KROGER, J.; SCHULZE, M.B.; CROWE, F.L.; HUERTA, J.M.; GUEVARA, M.; BEULENS, J.W.; VAN WOUDEBERGH, G.J.; WANG, L.; SUMMERHIL, K.; GRIFFIN, J.L.; FESKENS, E.J.; AMIANO, P.; BOEING, H.; CLAVEL-CHAPELON, F.; DARTOIS, L.; FAGHERAZZI, G.; FRANKS, P.W.; GONZÁLEZ, C.; AMIANO, P. Differences in the prospective association between individual plasma phospholipid saturated fatty acids and incidente type 2 diabetes: the EPIC-InterAct case-cohort study. **The Lancet Diabetes e Endocrinology**, Reino Unido, v.10, p.810, 2014.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9.ed. São Paulo: Atheneu, 2001. 307p.

FREITAS JUNIOR, J.E.; RENNÓ, F.P.; SILVA, L.F.P.; GANDRA, J.R.; MATURANA FILHO, M.; FODITSCH, C.; VENTURELLI, B.C. Parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras suplementadas com diferentes fontes de gordura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, p.950-956. 2010.

FRUTOS, P.; TORAL, P.G.; HERVÁS, G. Individual variation of the extent of milk fat depression in dairy ewes fed fish oil: milk fatty acid profile and mRNA abundance of candidate genes involved in mammary lipogenesis. **Journal of Dairy Science**, Leão, v. 100, p.9611-9622. 2017.

FURLAN, R.L.; MACARI, M.; FARIA FILHO, D.E. Anatomia e fisiologia do trato gastrintestinal. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. cap. 1, pag.1-23.

GIVENS, D.I.; GIBBS, E.A. Current intakes of EPA and DHA in European populations and the potential of animal-derived foods to increase them: Symposium on 'How can the n-3 content of the diet be improved?'. **Proceedings of the Nutrition Society**, Reino Unido, v.67, p.273-280. 2008.

GOMES, R.M.S. **Óleo de buriti e babaçu na composição da dieta de ovinos**. 2018. 50p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2018.

GOMES, S.P. **Tamanho de partícula do volumoso e frequência de alimentação sobre aspectos nutricionais e do metabolismo energético em ovinos**. 2008, 83 f. Tese de Doutorado em Escola de Veterinária – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

GÓMEZ, M.E.D.B. **Modulação da composição de ácidos graxos poli-insaturados ômega 3 de ovos e tecidos de galinhas poedeiras, através da dieta. I. Estabilidade oxidativa**. 2003. 75 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos na Área de Bromatologia) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas (USP), São Paulo, 2003.

GÓMEZ-CORTÉS, P.; FRUTOS, P.; MANTECÓN, A.R.; JUÁREZ, M.; DE LA FUENTE, M.A.; HERVÁS, G. Milk production, conjugated linoleic acid content, and in vitro ruminal fermentation in response to high levels of soybean oil in dairy ewe diet. **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 4, p. 1560-1569. 2008.

GONZÁLEZ, F.H.D. Uso de perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A.O. (Eds). **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre, Brasil. Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

GONZÁLEZ, F.H.D.; SILVA, S.C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. 2.ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006. 364p.

GRIINARI, J.M.; CORL, B.A.; LACY, S.H.; CHOUINARD, P.Y.; NURMELA, K.V.; BAUMAN, D.E. Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by Delta(9)-desaturase. **The Journal of nutrition**, New York, v.130, p.85-91, 2000.

GRIINARI, J.M.; DWYER, D.A.; McGUIRE, M.A.; BAUMAN, D.E.; PALMQUIST, D.L.; NURMELA, K.V.V. Trans-octadecenoic acids and milk fat depression in lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Estados Unidos, v.81, p.1251-1261, 1998.

HARFOOT, C.G.; HAZLEWOOD, G.P. Lipid metabolism in the rumen. In: HOBSON, P.N. The rumen microbial ecosystem. New York: **Elsevier**, 1988. cap.9, p.285-322.

HASHIMOTO, J.H.; ALCALDE, C.R.; SILVA, K.T.; MACEDO, F.A.F.; MEXIA, A.A.; SANTELLO, G.A.; MARTINS, E.N.; MATSUSHITA, M. Características de carcaça e da carne de caprinos Boer x Saanen confinados recebendo rações com casca do grão de soja em substituição ao milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.1, p.165-173, 2007.

HOLANDA, M.A.C.; HOLANDA, M.C.R.; MENDONÇA JÚNIOR, A.F. Suplementação dietética de lipídios na concentração de ácido linoleico conjugado na gordura do leite. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v.5, n.3, p.221-229, 2011.

HORROCKS, L.A.; YEO, Y.K. Health benefits of docosahexaenoic acid (DHA). **Pharmacol Research**, Estados Unidos, v.40, p.211-225. 1999.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da pecuária municipal**. Rio de Janeiro, v. 44, p.1-51. 2016.

JORGE, S.A.; DANTAS, S.R.P.E. **Abordagem mutliprofissional do tratamento de feridas**. São Paulo, Editora Atheneu, 2005.

KANEDA, T. Iso-and anteiso-fatty acids in bacteria: biosynthesis, function, and taxonomic significance. **Microbiological reviews**, Edmonton, v.55, n.2, p.288-302. 1991.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical biochemistry of domestic animals**.6. ed. San Diego: Academic Press, 2008. 916p.

KEENEY, M. Lipid metabolism in the rumen. In: Phillipson A.T. Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant. **Oriel Press**, Nova Zelândia, v.17, p.489-503. 1970.

KELLY, M.L.; KOLVER, E.S.; BAUMAN, D.E.; VAN AMBURGH, M.E.; MULLER, L.D. Effect of intake of pasture on concentrations of conjugated linoleic acid in milk of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, New York, v.81, p.1630-1636. 1998.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 3<sup>a</sup> ed. Revista e ampliada. Santa Maria: Editora da Universidade Federal de Santa Maria, 2011.

KRUSKAL, W. H.; WALLIS, W. A. Use of ranks in one-criterion variance analysis. **Journal American Statistical Association**, v. 47, p. 583-621. 1952.

LARSSON, S.C.; KUMLIN, M.; INGELMANSUNDBERG, M.; WOLK, A. Dietary long-chain n-3 fatty acids for the prevention of cancer: a review of potential mechanisms. **Am. Journal Clinical Nutrition**, v. 79, n. 6, p. 935-945, 2004.

LAWSON, R.E.; MOSS, A.R.; GIVENS, D.I. The role of dairy products in supplying conjugated linoleic acid to man's diet: a review. **Nutrition Research Reviews**, Reino Unido, v.14, p.153-172, 2001.

LEAF, A.; KANG, J.X. Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease. **World Review: Nutrition Diet**, Basel, v.83, p.24-37, 1998.

LEHNINGER, A.L. **Princípios de Bioquímica**. 4ª Ed. São Paulo: Sarvier, 2006.

LIMA JÚNIOR, D.M.; MONTEIRO P.B.S.; RANGEL, A.H.N.; URBANO, S.A.; MACIEL, M.V. Alimentos Funcionais de Origem Animal. Mossoró – RN. **Revista Verde**, v.6, n.2, p.30-40. 2011.

LIMA, P.O.; MOURA, A.A.A.; QUEIROZ, M.G.R.; LIMA, R.N.; DUARTE, L.S.; MIRANDA, M.V.F.G. Concentrações séricas de glicose e ureia em bezerras mestiças alimentadas com sucedâneo lácteo e probiótico. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.6, n.2, p.141-146. 2012.

LOPES, F.C.F.; AROEIRA, L.J.M.; ARCURI, P.B.; DAYRELL, M.S.; VITTORI, A. Efeitos da defaunação em ovinos alimentados com cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*, L.) adicionada de uréia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.54, n.2, p.180-188. 2002.

LOURENÇO, M.; RAMOS-MORALES, E.; WALLACE, R.J. The role of microbes in rumen lipolysis and biohydrogenation and their manipulation. **Animal**, Melle, v.4, n.7, p.1008–1023. 2010.

MACHADO, N.A.F. **Biohidrogenação ruminal e digestão de ácidos graxos em ovinos alimentados com dietas contendo óleos de babaçu ou buriti**. 2018. 65p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Maranhão, 2018.

MACKLE, T.R.; KAY, J.K.; AULDIST, M.J. Effects of abomasal infusion of conjugated linoleic acid on milk fat concentration and yield from pasture-fed dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.86, n.2, p.644–652, 2003.

MAIA, F.J.; BRANCO, A.F.; MOURO, G.F.; CONEGLIAN, S.M.; SANTOS, G.T.; MINELLA, T.F.; GUIMARÃES, K.C. Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: produção, composição e perfil dos ácidos graxos do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.4, p.1504-1513, 2006.

MAIA, M.O. **Efeito da adição de diferentes fontes de óleo vegetal na dieta de ovinos sobre o desempenho, a composição e o perfil de ácidos graxos na carne e no leite**. 2011. 142p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2011.

MAIA, M.O.; QUEIROGA, R.C.R.E.; MEDEIROS, A.N.; COSTA, R.G.; BOMFIM, M.A.D.; FERNANDES, M.F. Consumo, digestibilidade de nutrientes e parâmetros sanguíneos de cabras mestiças moxotó suplementadas com óleos de licuri ou mamona. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.1, p.149-155, 2010.

MAIA, M.R.; CHAUDHARY, L.C.; FIGUERES, L.; WALLACE, R.J. Metabolism of polyunsaturated fatty acids and their toxicity to the microflora of the rumen. **Antonie Van Leeuwenhoek**, Reino Unido, v.91, p.303-314. 2007.

MARTINS, A.S.; KACHINSKI, M.B.; GALETTO, S.L.; MOLETTA, J.L.; LEAL, L.S. Consumo, desempenho e metabólitos sanguíneos de ovelhas suplementadas com glicerol na dieta. **Enciclopédia Biosfera**, v.9, n.17, p.788. 2013.

MEALE, S.J.; CHAVES, A.V.; HE, M.L.; MCALLISTER, T.A. Dose-response of supplementing marine algae (*Schizochytrium* sp.) on production performance, fatty acid profiles, and wool parameters of growing lambs. **Journal of Animal Science**, Sydney, v.92, p.2202-2213, 2014.

MEDEIROS, S.R.; GOMES, R.C.; BUNGENSTAB, D.J. **Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações**. 1.ed. Brasília: Embrapa Gado de Corte, 2015. 176 p.

MENEZES, B.S.; AUGUSTO, M.M.M. Ácido linoleico conjugado. **Vetor**. Rio Grande, v.24, n.2, p.14-23, 2014.

MENEZES, L.F.G.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L.; SILVEIRA, M.F.; FREITAS, L.S.; PIZZUTI, L.A.D. Características da carcaça e da carne de novilhos superjovens da raça Devon terminados em diferentes sistemas de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.667-676, 2010.

MONTEIRO, B.M. **Lipidograma e glicemia de búfalos leiteiros criados no Estado de São Paulo: Influência de fatores fisiológicos e valores de referência**. 2011. 183p. Dissertação (mestrado) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Departamento de Clínica Médica, São Paulo. 2011.

MOREIRA, N.X.; CURI, R.; MANCINI FILHO, J. Ácidos graxos: uma revisão. Nutrire: **Revista Nutrime - Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição (SBAN)**, 2002. p.105-123.

MORGAN, C.A.; NOBLE, R.C.; COCCHI, M.; McCARTNEY, R. Manipulation of the fatty acid composition of pig meat lipids by dietary means. **Journal Science Food Agriculture**, Reino Unido, v.58, p.357-368. 1992.

MORSE, N.L. Benefits of docosahexaenoic acid, folic acid, vitamin D and iodine on foetal and infant brain development and function following maternal supplementation during pregnancy and lactation. **Nutrients**, Reino Unido, v.4, p.799-840. 2012.

MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulações de rações. In: Simpósio Internacional de Ruminantes. **Anais...** SBZ-ESAL, 188, Minas Gerais, 1992.

MERTENS, D.R.; BRODERICK, G.A.; SIMONS, R. Efficacy of carbohydrate sources for improving utilization of N in alfalfa silage. **Journal of Dairy Science**, Estados Unidos, v.77, p.240. 1994.

MULDOON, M.F.; RYAN, C.M.; SHEU, L.; YAO, J.K.; CONKLIN, S.M.; MANUCK, S.B. Serum phospholipid docosahexaenoic acid is associated with cognitive functioning during middle adulthood. **The Journal of nutrition**, Estados Unidos, v.140, p.848-853. 2010.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants**. Washington, DC, USA: National Academy Press, 2007. 362p.

NELSON, D.L.; COX, M.M. *Princípios de Bioquímica de Lehninger*. 6.ed. São Paulo: Artmed, 1328p. 2014.

NEVES, C.A.; SANTOS, G.T.; MATSUSHITA, M. Intake, digestibility, milk production, and milk composition of Holstein cows fed extruded soybeans treated with lignosulphonate. **Animal Feed Science and Technology**, Maringá, v.134, p.32-44, 2007.

OLIVEIRA, B.C.; CAETANO, G.A.O.; CAETANO JÚNIOR, M.B.; MARTINS, T.R.; OLIVEIRA, C.B. Mecanismos reguladores de consumo em bovinos de corte: Fatores físicos, fatores químicos, fatores psicogênicos, ingestão de água. **Revista Eletrônica Nutritime**, Goiânia, v.14, n.4, p.6066-6075. 2017.

OR-RASHID, M.M.; ODONGO, N.E.; McBRIDE, B.W. Fatty acid composition of ruminal bacteria and protozoa, with emphasis on conjugated linoleic acid, vaccenic acid, and odd-chain and branched-chain fatty acids. **Journal Animal Science**, Ontario, v.85, p.1228-1234. 2007.

OR-RASHID, M.M.; ODONGO, N.E.; WRIGHT, T.C.; McBRIDE, B.W. Fatty Acid Profile of Bovine Milk Naturally Enhanced with Docosahexaenoic Acid. **Journal of Agricultural And Food Chemistry**, Ontario, v.57, p.1366-1371. 2009.



OSÓRIO, J.C.S. **Estudio de la calidad de canales comercializadas en el tipo ternasco segun la procedencia: bases para la mejora de dicha calidad en Brasil.** 1992. 337p. Tese (Doutorado em Veterinária) - Universidade de Zaragoza, 1992.

PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes.** 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p.299-322.

PENNA JUNIOR, C.O. **Perfil metabólico energético em dois grupos genéticos de vacas holandesas x gir de segunda ordem de parição, em dois períodos de lactação, na época 29 da seca, nos trópicos.** 2010. 65f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. 2010.

PETRI, R.M.; FORSTER, R.J.; YANG, W.; McKINNON, J.J.; McALLISTER, T.A. Characterization of rumen bacterial diversity and fermentation parameters in concentrate fed cattle with and without forage. **Journal of Applied Microbiology**, Lethbridge, v.112, p.1152-1162. 2012.

PIRES, C.C.; SILVA, L.F.; SHLICK, F.E.; GUERRA, D.P.; BISCAINO, G.; CARNEIRO, R.M. Cria e terminação de cordeiros confinados. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.5, p.875-880. 2000.  
(<http://www.scielo.br/pdf/cr/v30n5/a23v30n5.pdf>)

PITA, M.C.G.; PIBER NETO, E.; CARVALHO, P.R.; MENDONÇA JÚNIOR, C.X. Efeito da suplementação de linhaça, óleo de canola e vitamina E na dieta sobre as concentrações de ácidos graxos poli-insaturados em ovos de galinha. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.58, n.5, p.925-9931, 2006.

PONNAMPALAM, E.N.; HOPKINS, D.L.; BUTLER, K.L.; DUNSHEA, F.R.; SINCLAIR, A.J.; WARNER, R.D. **Polyunsaturated fats in meat from Merino, first- and second-cross sheep slaughtered as yearlings.** *Meat Science*, 2009. p.314-319.

REECE, W. O. Função Renal nos Mamíferos. In: REECE, W. O. **DUKES – Fisiologia dos animais domésticos.** 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p. 68-96.

REGO NETO, A.A.; SARMENTO, J.L.R.; SANTOS, N.P.S.; BIAGIOTTI, D.; SANTOS, G.V.; CAMPELO, J.E.G.; SENA, L.S.; FIGUEIREDO FILHO, L.A.S. Estrutura e distribuição geográfica do rebanho de ovinos Santa Inês no Estado do Piauí. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.14, n.2, 2014.

(<http://www.rbspa.ufba.br/index.php/rbspa/article/viewArticle/3027>)

RODRIGUES, G.H.; SUSIN, I., PIRES, A.V.; MENDES, C.Q.; ARAUJO, R.C.; PACKER, I.U.; RIBEIRO, M.F.; GERAGE, L.V. Substituição do milho por polpa cítrica em rações com alta proporção de concentrado para cordeiros confinados. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.3, p.789-794. 2008.

RODRIGUES, R.C. **Métodos de análises bromatológicas de alimentos: métodos físicos, químicos e bromatológicos.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 177 p.

SALTER, A.M. Dietary fatty acids and cardiovascular disease. **Animal**, Reino Unido, v.7, p.163-171, 2013.

SAMBANTHAMURTHI, R.; SUNDRAM, K.; TAN, Y. Chemistry and biochemistry of palm oil. **Progress in Lipid Research**, v. 39, n. 6, p. 507–558, 2000.

SANCHEZ, B. Ácidos graxos na nutrição e reprodução de vacas em lactação. In: CURSO NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 7, 2003, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Conapec Jr, 2003. p.103-115.

SANTINI, F.J.; LU, C.D.; POTCHOIBA, M.J.; FERNANDEZ, J.M.; COLEMAN, S.W. Dietary fiber and milk yield, mastication, digestion, and rate of passage in goats fed alfalfa hay. **Journal of Dairy Science**, Oklahoma, v.75, p.209-219, 1992.

SANTOS, R.P.; SOUSA, L.F.; SOUSA, J.T.L.; ANDRADE, M.E.B.; MACEDO JÚNIOR, G.L.; SILVA, S.P. Parâmetros sanguíneos cordeiros em crescimento filhos de ovelhas suplementadas com níveis crescentes de propilenoglicol. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.10, n.3, p.473-478. 2015.

SAÑUDO, C.; SIERRA, I. Calidad de la canal en la especie ovina. **Ovino**, v.1, p.127-153. 1986.

SARTORI, R.; GUARDIEIRO, M.M. Fatores nutricionais associados à reprodução da fêmea bovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.39, 2010.

SCARPINO, F.B.O.; EZEQUIEL, J.M.B.; SILVA, D.A.V.; VAN CLEEF, E.H.C.B. Óleo de soja e óleo de soja residual em dietas para ovinos confinados: parâmetros sanguíneos. **Revista Archivos de Zootecnia**, Jaboticabal, v.63, p.207-210. 2014.

SCHMID, A.; COLLOMB, M.; SIEBER, R.; BEE, G. Conjugated linoleic acid in meat and meat products: A review. **Meat Science**, Berna, v.73, p.29-41. 2006.

SCOLLAN, N.; HOCQUETTE, J.F.; NUERNBERG, K.; DANNENBERGER, D.; RICHARDSON, I.; MOLONEY, A. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, Barking, v.74, n.1, p.17-33. 2006.

SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 165p.

SILVA, L.G. **Farinha de algas marinhas (*Schizochytrium* sp.) e vitamina E na alimentação de cordeiros confinados**. 2018. 85p. Dissertação (Mestrado em

Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 2018.

SPECTOR, A.A. Essentiality of fatty acids. **Lipids**, Estados Unidos, v. 34, p.1-3. 1999.

SULLIVAN, H.M.; BERNARD, J.K.; AMOS, H.E.; JENKINS, T.C. Performance of lactating dairy cows fed whole cottonseed with elevated concentrations of free fatty acids in the oil. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.665-671. 2004.

TAPIERO, H.; BA, G.N.; COUVREUR, P.; TEW, K.D. Polyunsaturated fatty acids (PUFAs) and eicosanoids in human health and pathologies. **Biomed. Pharmacoth.**, Chatenay Malabry v.56, p. 215-222. 2002.

TORAL, P.G.; FRUTOS, P.; CARREÑO, D.; HERVÁS, G. Endogenous synthesis of milk oleic acid in dairy ewes: In vivo measurement using <sup>13</sup>C-labeled stearic acid. **Journal of Dairy Science**, Leão, v.100, p.5880–5887. 2017.

URANO, F.S.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; MENDES, C.Q.; RODRIGUES, G.H.; ARAUJO, R.C.; MATTOS, W.R.S. Desempenho e características da carcaça de cordeiros confinados alimentados com grãos de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.10, 2006.

URRUTIA, O.; MENDIZABAL, J.A.; INSAUSTI, K.; SORET, B.; PURROY, A.; ARANA, A. Effects of addition of linseed and marine algae to the diet on adipose tissue development, fatty acid profile, lipogenic gene expression, and meat quality in lambs. **Plos One**, Navarra, v. 11, p. 1-23. 2016.

VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S. Fermentação Ruminal. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. cap.6, p.151-182.

VALINOTE, A.C.; NOGUEIRA FILHO, J.C.M.; LEME, P.R.; SILVA, S.L.; CUNHA, J.A. Fontes de Lipídeos e monensina na alimentação de novilhos Nelore e sua relação

com a população de protozoários ciliados do rúmen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Pirassununga, v.34, n.4, p.1418-1423. 2005.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2.ed. London: Constock Publishing Associates, USA, 1994, 476 p.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597.1991.

VARANIS, L.F.M. **Prospecção de metabólitos sanguíneos referenciais para ovinos em distintas categorias**. 2018. 45f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

VARGAS, L.H.; LANA, R.P.; JHAM, G.N.; SANTOS, F.L.; QUEIROZ, A.C.; MANCIO, A.B. Adição de lipídeos na ração de vacas leiteiras: parâmetros fermentativos ruminais, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.522-529. 2002.

WALDO, D.R. Extent and partition of cereal grain starch digestion in ruminants. **Journal Animal Science**, v.37, p.1062-1074. 1973.

WILLIAMS, P.G. Nutritional composition of red meat. **Nutrition & Dietetics**, New South Wales, v.64, p.113-119. 2007.

WITTEWER, F. Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O.; PATIÑO, H.O.; RIBEIRO, L.A. **Perfil metabólico em ruminantes**. Seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre: UFRGS, 2000. p.9-22.

WONGTANGTINTHARN, S.; OKU, H.; IWASAKI, H.; TODA, T. Effect of branched-chain fatty acids on fatty acid biosynthesis of human breast cancer cells. **Journal of Nutritional Science and Vitaminology**, Kagoshima, v.50, p.134-143. 2004.

WRIGHT, S.A.; OPREY, F.M.; McHENRY, M.T.; LEAHEY, W.J.; DEVINE, A.B.; DUFFY, E.M.; JOHNSTON, D.G.; FINCH, M.B.; BELL, A.L.; McVEIGH, G.E. A randomised interventional trial of w-3 polyunsaturated acids on endothelial function and disease activity in systemic lupus erythematosus. **Ann Rheum Dis**, Reino Unido, v.67, p.841-848, 2007.

YAMAMOTO, S.M.; MACEDO, F.A.F.; ZUNDT, M.; MEXIA, A.A.; SAKAGUTI, E.S.; ROCHA, G.B.L.; REGAÇONI, K.C.T.; MACEDO, R. M. G. Fontes de óleo vegetal na dieta de cordeiros em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.703-710. 2005.

ZEN, S.; SANTOS, M.C.; MONTEIRO, C. M. **Ativos ovinos e caprinos: Evolução de Caprino e Ovinocultura**. Brasília: Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil, 2014.

ZINN, R.A.; PLASCENCIA, A. Influence of flake density on the feeding value of steam processed corn in diets for lactating cows. **Journal Animal Science**, Cidade do México, v.74, p.310-316. 1996.