



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
NÚCLEO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DESENVOLVIMENTO RURAL
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-AMAZÔNIA ORIENTAL
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

SARAH OLIVEIRA SOUSA

**CONSUMO E DIGESTIBILIDADE EM OVINOS SUBMETIDOS A DIETAS
CONTENDO ÓLEO RESIDUAL DE FRITURA**

**BELÉM
2017**

SARAH OLIVEIRA SOUSA

**CONSUMO E DIGESTIBILIDADE EM OVINOS SUBMETIDOS A DIETAS
CONTENDO ÓLEO RESIDUAL DE FRITURA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural. Universidade Federal do Pará. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental. Universidade Federal Rural da Amazônia. Área de concentração: Nutrição Animal.

Orientador: Prof. Dr. Cristian Faturi.

Co-orientadores: Prof. Dr. Aníbal Coutinho do Rêgo e Prof. Dr. Otávio Rodrigues Machado Neto.

**BELÉM
2017**

SARAH OLIVEIRA SOUSA

**CONSUMO E DIGESTIBILIDADE EM OVINOS SUBMETIDOS A DIETAS
CONTENDO ÓLEO RESIDUAL DE FRITURA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural. Universidade Federal do Pará. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental. Universidade Federal Rural da Amazônia. Área de concentração: Nutrição Animal.

Data da defesa. Belém – PA, 03/03/2017

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Cristian Faturi (Orientador)
Universidade Federal Rural da Amazônia

Prof. Dr. Felipe Nogueira Domingues
Universidade Federal Rural da Amazônia

Prof. Dr. Ébson Pereira Cândido
Universidade Federal Rural da Amazônia

**BELÉM
2017**

*“Aquele que habita no esconderijo do
Altíssimo à sombra do onipotente
descansará.”
(Salmo 91.1)*

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus que sempre fortaleceu a minha fé e me permitiu a realização desse sonho. Dedico esta dissertação a Ele.

Aos meus pais que sempre me incentivaram com muito amor, carinho e dedicação.

Ao meu esposo Cristiano Pantoja por todo amor, carinho, compreensão. Por sempre estar comigo me ajudando e apoiando em todos os momentos.

Ao Prof. Dr. Cristian Faturi, pela orientação e por todos ensinamentos que foram essenciais para o desenvolvimento desse trabalho

Ao Prof. Dr. Aníbal Coutinho do Rêgo, pela co-orientação e oportunidade de fazer parte do grupo de pesquisa GERFAM.

Ao Prof. Dr. Luiz Fernando de Souza Rodrigues pela atenção, apoio e incentivo.

Ao Programa de Aperfeiçoamento Profissional - CAPES, pela concessão de bolsa de ensino, que muito contribuiu para a realização do presente trabalho.

Aos estagiários do GERFAM, em especial a minha equipe de nutrição, pela dedicação, paciência, companheirismo, sem essa equipe seria impossível o término dessa dissertação.

A minha amiga Rita Mendonça que sempre me ajudou e esteve comigo todo tempo.

E a todos que não citei, mas que de alguma forma contribuíram para esse projeto.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS	11
2.1 Objetivo Geral.....	11
2.2 Objetivos Específicos.....	11
3 REVISÃO DE LITERATURA	12
3.1 Óleo Residual de Fritura	12
3.2 Inclusão de lipídeos na dieta de ruminantes.....	14
3.3 Óleo residual de fritura na dieta de ruminantes.....	18
4 MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1 Local.....	20
4.2 Dietas Experimentais.....	20
4.3 Ensaio de Digestibilidade dos Nutrientes.....	22
4.3.1 Análise Estatística	23
5 CONCLUSÃO	30
6 REFERÊNCIAS	31

RESUMO

O óleo residual de fritura está entre os materiais que representam grandes riscos ao meio ambiente pelo seu alto poder poluente. O aproveitamento desse resíduo na alimentação de ovinos pode ser uma alternativa para minimizar impactos ambientais, aumentar a concentração energética das dietas e reduzir os custos de produção. Com o presente trabalho objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de óleo residual de fritura em dietas para ovinos, e determinar a concentração ideal de óleo na dieta. Para o ensaio de consumo e digestibilidade aparente foram utilizados 25 cordeiros machos, inteiros, da raça Santa Inês distribuídos em delineamento em blocos casualizados. O período experimental teve duração de 21 dias, sendo 14 dias para adaptação e sete dias para coleta de fornecido, sobras e fezes. Os animais foram alojados em gaiolas metabólicas individuais e alimentados duas vezes ao dia com dietas formuladas na proporção volumoso/concentrado de 50:50. O óleo residual de fritura integrou as dietas nas concentrações 0; 2; 4; 6 e 8% da matéria seca total e foi obtido de um microempresário que trabalha exclusivamente na venda de batatas fritas. A inclusão do óleo residual de fritura na dieta influenciou ($p < 0,05$) o consumo de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidrato total (CHOT) e carboidrato não fibroso (CNF). Observou-se que as dietas que continham maiores concentrações de óleo residual de fritura (6 e 8%) apresentaram menores médias de consumo desses nutrientes em contraste às dietas que continham até 4% de inclusão. A digestibilidade da MS, PB, MO, FDN, FDA, CHOT e CNF diminuiu linearmente ($p < 0,05$) com a adição do óleo residual nas dietas, porém a digestibilidade do EE foi maior ($p < 0,05$) nas dietas que continham óleo. Observou-se ainda, que apesar da maior concentração de Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) com a adição de óleo, esta não foi suficiente para manter ou aumentar o consumo de NDT nas dietas com 6 e 8% de óleo. A inclusão de até 4% de óleo residual de fritura, na dieta de ovinos, pode ser utilizada sem comprometer o consumo e a digestibilidade dos nutrientes.

Palavras-chave: alimentação, animal, impactos ambientais, resíduo

ABSTRACT

The residual frying oil is among the materials that represent great risks to the environment by its high polluting power. The use of this residue in sheep feed can be an alternative to minimize environmental impacts, increase the energy concentration of the diets and reduce production costs. The objective of this study was to evaluate the effect of the inclusion of residual frying oil in diets for sheep and to determine the ideal oil concentration in the diet. For the apparent digestibility and intake test, 25 male lambs, whole, of the Santa Inês breed distributed in a randomized block design were used. The experimental period lasted 21 days, 14 days for adaptation and 7 days for collection of provided, leftovers and feces. The animals were housed in individual metabolic cages and fed twice daily with diets formulated in the voluminous / concentrated ratio of 50:50. The residual frying oil integrated the diets at concentrations 0; 2; 4; 6 and 8% of total dry matter and was obtained from a microentrepreneur who works exclusively on the sale of French fries. The inclusion of residual frying oil in the diet influenced ($p < 0.05$) the intake of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ethereal extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), Acid detergent fiber (ADF), total carbohydrate (TCHO), and non-fibrous carbohydrate (NFC). It was observed that the diets containing the highest concentrations of frying residual oil (6 and 8%) had lower average intake of these nutrients in contrast to the diets containing up to 4% inclusion. The digestibility of DM, CP, OM, NDF, ADF, TCHO and NFC decreased linearly ($p < 0.05$) with the addition of residual oil in the diets, however the EE digestibility was higher ($p < 0.05$) in diets which contained oil. It was also observed that in spite of the higher concentration of Total Digestible Nutrients (TDN) with the addition of oil, this was not enough to maintain or increase the intake of TDN in the diets with 6 and 8% of oil. The inclusion of up to 4% of residual frying oil in the sheep diet can be used without compromising intake and digestibility of nutrients.

Key words: feeding, animal, environmental impacts, residue

1 INTRODUÇÃO

O aumento do poder aquisitivo dos brasileiros ampliou o consumo de proteína animal e a demanda da carne ovina vem crescendo principalmente nos grandes centros urbanos do país. Embora ainda não tenha se tornado um hábito nas refeições das famílias brasileiras, o produto está ganhando espaço em restaurantes e churrascarias. A produção brasileira de ovinos ainda não abastece o mercado doméstico com eficiência e qualidade. Um dos maiores problemas está relacionado à falta de uma oferta constante, o que dificulta a estruturação de todo o setor, incluindo a formação de escalas de abate (Zen et al., 2014).

A criação de ovinos em sistema de confinamento eleva os custos de produção, no entanto, este sistema promove outros benefícios, como redução na idade ao abate, melhor qualidade de carne, maior aproveitamento das áreas de pastagem e giro mais rápido de capital.

A alimentação é responsável por grande parte dos custos de produção. Com isso, o aprimoramento de técnicas que utilizam alimentos alternativos e mais baratos é importante para a sustentabilidade do sistema. A inclusão de lipídeos na dieta contribui para aumentar a densidade energética, além de promover um equilíbrio mais adequado entre os carboidratos não estruturais e estruturais dos alimentos.

No entanto, efeitos indesejáveis como a diminuição no consumo voluntário e na digestibilidade dos carboidratos tem sido relatado quando sua utilização ultrapassa a capacidade do metabolismo ruminal destes compostos. De acordo com Almeida (2015) os resultados destes estudos são variados no que diz respeito aos limites de utilização de lipídeos, principalmente em ovinos, cujos parâmetros nutricionais são em sua maioria comparada com os de grandes ruminantes.

O uso de óleos vegetais na ração de ruminantes apresenta efeitos positivos quanto ao desempenho dos animais, porém a utilização destes na dieta de ruminantes ainda é limitada devido os altos custo desses óleos no Brasil. Com isso, o óleo residual de frituras pode ser uma opção viável para redução dos gastos ao substituir os óleos vegetais in natura.

O óleo residual de fritura está entre os materiais que representam grandes riscos ao meio ambiente pelo seu alto poder poluente. Ao ser despejado pelos ralos das pias, prejudicam o sistema de esgoto, e causam um grande desequilíbrio na cadeia aquática devido a formação de uma barreira na superfície dos rios e oceanos que dificulta a entrada de luz e bloqueia a oxigenação da água causando a morte dos organismos aquáticos (VELOSO et al., 2012).

A reciclagem é a forma mais adequada para a minimização dos impactos ambientais causada por esse resíduo. Este ciclo reverso possibilita o reaproveitamento e a destinação correta produz novos subprodutos.

Dessa forma, o aproveitamento do óleo de fritura na alimentação de ovinos pode ser uma alternativa interessante para minimizar impactos ambientais, assim como aumentar a concentração energética das dietas e reduzir os custos de produção.

Vale ressaltar que o único resíduo de fritura que pode ser utilizado na alimentação de ruminantes são os óleos oriundos de frituras de produtos de origem apenas vegetal, em razão da normativa nº 8 de 25 de março de 2004 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) que proíbe em todo o território nacional a produção, comercialização e utilização de produtos que contenham em sua composição proteínas e gorduras de origem animal na dieta de ruminantes.

Além disso, é importante estudar as características do óleo residual de fritura a ser utilizado na alimentação, visto que durante o processo de fritura o óleo sofre alterações químicas e físicas que podem trazer implicações nutricionais. Ainda não há muitos estudos com esse resíduo na alimentação de ruminantes, porém até o momento não se tem relatos de efeitos prejudiciais a saúde dos animais quando incluídos na dieta.

Dentre os trabalhos realizados com a inclusão do óleo residual de fritura há controvérsias em relação ao efeito causado sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes na dieta de ruminantes, justificando a necessidade de mais estudos sobre este tema. Nelson et al., (2004) não observaram diferença no consumo dos nutrientes quando avaliaram dietas para novilhos com até 6% de óleo residual de fritura. Em contrapartida, Carvalho et al., (2012) ao estudar níveis de inclusão de 0%, 1,25%, 2,5% e 5% de óleo de soja residual nas dietas de cabritos observaram que houve redução no consumo dos animais submetidos a dietas com maiores inclusões de óleo (2,5% e 5%).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar o efeito do óleo de fritura residual como fonte alimentar alternativa para aumentar a densidade energética de dietas para ovinos em crescimento.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar a concentração ideal de óleo de fritura residual no concentrado para ovinos em crescimento;
- Determinar a digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes das dietas com diferentes níveis de inclusão do óleo de fritura residual;
- Mensurar o consumo da matéria seca e dos nutrientes da dieta com diferentes níveis de inclusão do óleo de fritura residual;

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Óleo Residual de Fritura

O aumento do consumo de alimentos fritos pela população nos últimos anos acarreta em maior produção de óleo residual. Este por sua vez caracteriza-se como um dos principais poluentes quando descartado de forma inadequada no meio ambiente. De acordo com Associação Brasileira de Indústrias de Óleos Vegetais – ABIOVE (2006), o consumo doméstico de óleo de soja passou de 3.111 toneladas no ano de 2003 para 5950 toneladas em 2005.

A maioria das residências e indústrias alimentícias despeja o óleo usado diretamente no solo, senão no ralo da pia. Essa prática ocasiona vários danos ao ambiente. Se depositado diretamente no solo, esse óleo impermeabiliza o solo e contamina o lençol freático; se despejado na pia, prejudica a rede de esgoto. A formação de uma película de óleo na superfície da água: essa película dificulta a troca de gases entre a água e o ar, o que resulta na morte de peixes e outros organismos dependentes da qualidade da água (PITTA JUNIOR et al., 2009).

Em contato direto com o solo, o óleo pode tornar sua superfície impermeável, aumentando o escoamento superficial e contribuindo para o alagamento de regiões. O descarte do óleo e gorduras em pias ou mesmo vasos sanitários contribui para o entupimento das redes de esgoto, além de dificultar e encarecer os processos de tratamento da água nas estações de tratamento de esgoto (SALERA JUNIOR e SILVA, 2010).

Durante o processo de fritura, os óleos são continuamente expostos a vários fatores, que levam a alterações físicas e químicas que resultam na formação de compostos que pode trazer implicações nutricionais a saúde humana tais como: tempo de fritura, tipo de óleo, natureza do alimento frito, além da presença de antioxidantes (FREIRE et al., 2013).

Os mecanismos das alterações químicas de um óleo residual de fritura são complexos, pois depende de vários fatores referentes a fonte do óleo, tempo e temperatura de fritura, relação superfície/volume, tipo de aquecimento e natureza do alimento a ser frito. A degradação durante o processamento de fritura será maior a medida que o período de utilização do óleo for mais prolongado (JORGE, 2005)

De acordo com Souza et al. (2013), óleos vegetais são triacilglicerídeos formados pela condensação do glicerol com ácidos graxos, cujas cadeias laterais têm números de carbono variando entre dez e dezoito, em média de quatorze a dezoito para os tipos de óleos mais abundantes. Sabe-se que existem dois tipos de gorduras: as saturadas e as insaturadas. As

gorduras saturadas são normalmente sólidas em temperatura ambiente, enquanto que as insaturadas são líquidas. Sendo assim os óleos vegetais são os melhores exemplos de gorduras insaturadas.

De acordo com Nepomuceno (2009) ao avaliar a composição percentual do perfil de ácidos graxos por cromatografia gasosa presentes no óleo de soja após o processo de fritura verificou que o óleo residual manteve os índices de ácidos graxos semelhante a composição do óleo de soja in natura de marca comercial e com o recomendado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 1999) (Tabela 1).

Tabela 1 – Composição percentual de ácidos graxos presentes no óleo residual de fritura comparado com um óleo in natura (marca comercial) e índice recomendado pela ANVISA.

Número de Carbonos	Ácido	Óleo residual (%)	Óleo in natura (%)	Anvisa (%)*
<C14:0	-	-	-	<0,1
C14:0	Mirístico	0,15	-	<0,5
C16:0	Palmítico	13,07	11,12	7,0 – 14,0
C16:1	Palmitoléico	0,26	-	<0,5
C18:0	Esteárico	4,38	3,88	1,4 – 5,5
C18:1	Oleico	26,92	20,60	19,0 – 30,0
C18:2	Linoleico	49,59	56,25	44,0 – 62,0
C18:3	Linolênico	4,46	7,14	4,0 – 11,0
C20:0	Araquídico	0,56	0,29	<1,0
C20:1	Ecosenoico	0,39	-	<1,0
C22:0	Behênico	-	0,32	<0,5

* índice recomendado pela ANVISA- RDC n° 482 de 23/0 9/1999

Fonte: Nepomuceno et al. (2009)

Ao comparar os óleos de soja e de amendoim em fritura de batata em diferentes temperaturas, Sebedio (1996) constatou que as quantidades de isômeros do ácido linoléico, assim como os isômeros do ácido linolênico, aumentaram a partir da 10ª fritura à 220° C. Sanibal (2004) observou que teores ácidos graxos poliinsaturados no óleo de soja residual de fritura diminuem de 59,9% antes do processamento para 32,6%.

De acordo com Freire et al. (2013) a natureza do alimento a ser frito também afeta a composição química do óleo, pois quando os alimentos são empanados ou de origem animal, as partículas da superfície podem ser levadas para o óleo aumentando o seu escurecimento e acelerando o processo de degradação.

É importante que o óleo residual de frituras seja coletado e reciclado, já que este resíduo apresenta potencial para produção de glicerina, padronização de tintas, produção de massa de vidraceiro, geração de energia elétrica através de queima em caldeira, produção de biodiesel e utilização na ração animal. Dessa forma além de minimizar a degradação do meio ambiente, a reciclagem desse resíduo cumpre o papel de evitar gastos com recursos escassos, tais como ambientais, humanos, financeiros e econômicos (REIS, 2007).

3.2 Inclusão de lipídeos na dieta de ruminantes

A utilização de lipídeos na alimentação de ruminantes cresceu de forma acentuada nas últimas décadas, pois houve maior conhecimento sobre o uso das fontes que contêm estes nutrientes (Zinn & Jorquera, 2007).

Gorduras, ou lipídeos, são todas as substâncias insolúveis em água, mas solúveis em solventes orgânicos. Isso inclui muitas substâncias, mas para a nutrição animal, a principal classe de interesse são os ácidos graxos, que correspondem a 90% dos triglicerídeos, a principal forma de armazenamento de lipídeos, tanto para plantas, como para animais.

A inclusão de gordura na dieta é interessante por ser uma fonte densa de energia, pois enquanto carboidratos têm cerca de 4 Mcal/kg, a gordura tem 9 Mcal/kg; é fonte de ácidos graxos essenciais; melhora a absorção de vitaminas lipossolúveis; melhora a eficiência energética das dietas e reduz o feno (pó) das rações (MEDEIROS, 2015).

O custo da suplementação com óleos vegetais tem sido ainda um fator limitante do seu uso no Brasil (EIFERT et al., 2005). Costa et al. (2009) afirmaram que há uma tendência que a suplementação com óleos se torne corriqueira, fazendo com que a indústria produtora de óleos vegetais se torne mais eficaz e, até mesmo, estabeleça um processamento diferenciado que gere menores custos para destinar à nutrição animal.

Os animais têm exigências particulares de ácidos graxos essenciais como componentes das membranas e precursores das moléculas regulatórias. Em geral, tais necessidades podem ser supridas quando eles participam com aproximadamente 1% da matéria seca da ração (2%

da energia metabolizável). As exigências dos animais jovens em crescimento são maiores do que as de animais adultos (PALMQUIST E MATTOS, 2006).

Quando a gordura representa mais de 10% da energia metabolizável, em muitas espécies, o consumo de matéria seca tende a declinar provavelmente ocasionado pelos limites metabólicos de utilização da gordura, tanto para oxidação como para armazenamento.

Em dietas em que o óleo de soja suplementar a dieta em 30 g/kg de MS, a redução da relação acetato:propionato estaria mais relacionada ao milho presente na dieta do que ao próprio óleo em si, havendo também contribuição da fermentação do glicerol que resulta em produção de propionato (HESS et al., 2008)

A suplementação lipídica superior a 5 % da matéria seca compromete o consumo, seja por mecanismos regulatórios que controlam a ingestão de alimentos, ou pela capacidade limitada dos ruminantes de oxidar os ácidos graxos (PALMISTIQ E MATTOS, 2006)

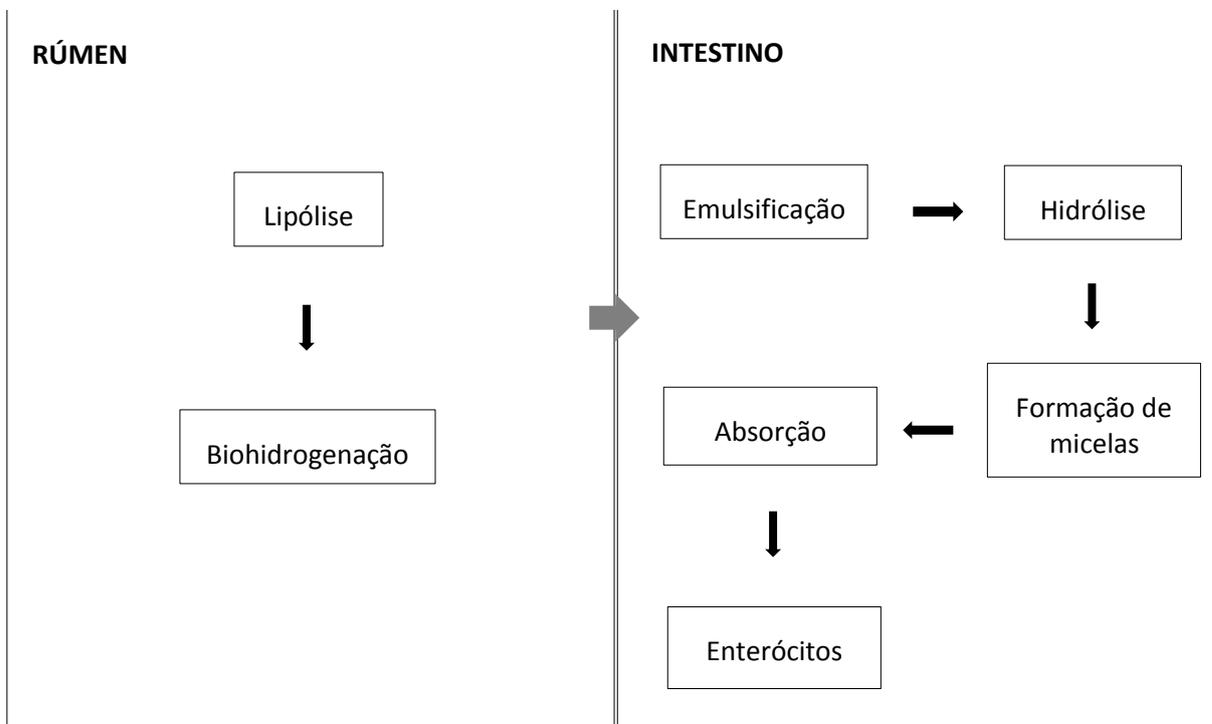
Existem duas hipóteses para o efeito de influência negativa da gordura na degradabilidade da fibra. O efeito químico, que se refere a toxicidade dos ácidos graxos especialmente insaturados para as bactérias celulolíticas, e o efeito físico que remete ao recobrimento das partículas do alimento pela gordura, impedindo que a adesão dessas bactérias. O efeito depende também da forma como a gordura é oferecida (MEDEIROS, 2015).

Os ácidos graxos de cadeia longa e poli-insaturados são tóxicos aos microrganismos ruminais em função da sua possível natureza anfifílica. As bactérias Gram (+), metanogênicas e protozoários são os mais susceptíveis à ação desses ácidos graxos, uma vez que essa toxidade pode estar relacionada com a capacidade dos ácidos em romper membranas celulares (PALMQUIST & MATTOS, 2006). Como estratégia de autodefesa, esses microrganismos desenvolveram um processo conhecido com biohidrogenação, que envolve a lipólise e a biohidrogenação.

A lipólise é um pré-requisito para a biohidrogenação. Os lipídeos esterificados encontrados nas matrizes dos alimentos sofrem sucessivas hidrólises por meio de lipases bacterianas, resultando na liberação de ácidos graxos na forma livre (Ferreira, 2011). Na biohidrogenação propriamente dita, os ácidos graxos não esterificados têm suas insaturações quebradas por meio da entrada de hidrogênio nas duplas ligações, resultando assim em ácidos graxos saturados, tendo como o principal produto o ácido esterárico (MEDEIROS, 2015).

De acordo com Palmquist e Mattos (2006) a digestão intestinal e absorção de lipídios envolve quatro etapas: emulsificação, hidrólise, formação de micelas e absorção (Figura 1).

Figura 1. Representação esquemática das etapas principais na digestão e absorção das gorduras da dieta



A emulsificação é o processo que envolve a ação de ácidos biliares e secreções pancreáticas sob a gordura aderida à superfície do alimento. Nesse processo, há a solubilização dos lipídeos em água (OLIVEIRA, 2011).

A hidrólise ocorre com a ação conjunta da lipase e colipase para a quebra de triglicerídeos. A colipase abre passagem através dos produtos biliares para que a lipase possa atuar no ácido graxo. Quando a lipase quebra a molécula de gordura, o produto da hidrólise é combinado com ácidos biliares e fosfolipídeos, formando as micelas. Que, por sua vez, são aglomerados de ácidos biliares e lipídeos hidrossolúveis. (PALMQUIST & MATTOS, 2006).

A absorção inicia-se quando as micelas entram em contato com a superfície dos enterócitos e todos os elementos lipídicos se difundem pelas membranas. Como os ácidos graxos são absorvidos em sua forma livre, nos enterócitos, esses serão esterificados para triglicerídeos e fosfolipídeos, novamente. (PALMQUIST & MATTOS, 2006).

Quando a suplementação é feita com sementes de oleaginosas, os ácidos graxos são liberados lentamente em função de o grão servir como uma proteção natural para a gordura nele

contida, atuando como barreira física e evitando o contato de parte desta com o conteúdo ruminal. Permitindo, portanto, a biohidrogenação quase completa.

Caroço de algodão integral, assim como sementes de soja integrais tostadas, podem ser incluídos na ração numa proporção de até 15 % da matéria seca (3% de gordura suplementar) sem interferir na fermentação ruminal. A gordura de frituras, por sua vez, deve ser limitada a 1% da matéria seca em rações para vacas em lactação (PALMISTIQ E MATTOS, 2006)

Apesar do principal efeito inibitório dos ácidos graxos incidirem sobre a população de bactérias digestoras de fibra, dietas com altos teores de forragem tendem a reduzir os efeitos da gordura na fermentação ruminal porque os ácidos graxos ficam adsorvidos às partículas de forragem, reduzindo a quantidade que tem contato com as bactérias. Além disso, por causa da manutenção do pH do rúmen em valores que favorecem a biohidrogenação, reduz-se a quantidade de ácidos graxos insaturados. Em dietas com maior relação volumoso: concentrado, pode ocorrer redução da taxa de passagem pela mais lenta redução do tamanho das partículas de fibra (MEDEIROS, 2015).

. Estudando fontes de óleo vegetal na dieta de cordeiros em confinamento, Yamamoto et al. (2005) não detectaram diferenças na digestibilidade da fibra em detergente neutro. O coeficiente de digestibilidade total da matéria seca (76,02%) da dieta sem adição de óleo foi superior ao da dieta contendo óleo de linhaça (72,11%), embora não tenha diferido das dietas contendo óleos de soja e canola. O coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo foi menor na dieta controle (84,02%), enquanto, nas demais dietas o valor médio foi de 91,98%.

O uso de óleos em rações para ruminantes apresentou efeitos desejáveis como inibição da produção de metano, redução da concentração de amônia ruminal (MANTEROLA et al., 2001) e aumento na eficiência de síntese microbiana. Por outro lado, o óleo apresentou efeito indesejável como redução na digestibilidade da matéria seca. Aumento do pH ruminal e redução do consumo de matéria seca em 20% foram relatados por Vargas et al. (2002).

Quando a ingestão de ácidos graxos insaturados é muito grande, a capacidade dos microrganismos do rúmen em biohidrogenar pode ser excedida, ocorrendo uma maior absorção intestinal de ácidos graxos insaturados.

Em estudo com cabras leiteiras da raça Saanen, Maia et al (2006) verificaram que a inclusão de 5,1% de óleo de arroz, 5,1% de óleo de canola e 5,1% de óleo de soja não influenciou o consumo de MS, MO, FDN, CNF e NDT. No entanto a digestibilidade da FDN foi maior no tratamento controle, que apresentou média de 36%, enquanto naqueles com suplementação lipídica, o coeficiente de digestibilidade foi em média 24% inferior (27,62;26,35

e 27,83% para os óleos de arroz, de canola e de soja, respectivamente). A inclusão de óleos reduziu aproximadamente 18% a digestão dos carboidratos não fibrosos (CNF).

3.3 Óleo residual de fritura na dieta de ruminantes

O uso de óleos vegetais na dieta de ruminantes é bem menos comum do que o uso de sementes de oleaginosas, por ser caro e de manejo mais complicado. O fornecimento na sua forma livre é a forma mais desafiante para os microrganismos ruminais, pois, além de estar prontamente disponível para as lipases do fluido ruminal, os óleos vegetais têm altas proporções de ácidos graxos insaturados (MEDEIROS, 2015).

A origem da fonte lipídica pode influenciar a resposta produtiva, em razão dos efeitos na ingestão de alimentos, fermentação ruminal e a digestão dos nutrientes (NRC, 2001).

A utilização de óleo de fritura na alimentação de ruminantes pode apresentar efeitos positivos sobre o desempenho desses animais. Nelson et al., (2004) avaliaram os efeitos da inclusão de 6 % de óleo residual de fritura em dieta a base de cevada, e observaram que houve aumento no ganho de peso diário (GPD) de novilhos de 1,48 para 1,60 kg/dia, sendo que não houve diferença no consumo de matéria seca entre os tratamentos.

Existem controvérsias em relação aos efeitos causados pelo óleo residual de fritura sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes. A inclusão desse resíduo na dieta pode diminuir o Consumo de Matéria Seca (CMS), essa redução foi observada por Campos (2009) ao fornecer dietas sem adição de óleo, óleo comercial e óleo residual para tourinhos da raça Rednorte. Nesse estudo, o tratamento com inclusão de óleo residual apresentou o menor CMS quando comparados com as dietas sem adição de óleo e com óleo comercial. Esse resultado pode estar relacionado com o efeito quimiostático gerado pela resposta dos ácidos graxos no sangue que estimula o centro de saciedade no sistema nervoso dos animais.

Resultados semelhantes foram encontrados por Carvalho et al. (2012) que ao avaliar diferentes níveis de inclusão (0%, 1,25%, 2,5% e 5%) do óleo residual de fritura em dietas fornecidas para cabritos, também verificaram redução no consumo dos nutrientes conforme o aumento da quantidade desse óleo. A queda no consumo pode estar relacionada com o efeito dos lipídeos na inibição do crescimento microbiano, o qual pode reduzir a fermentação da fibra e, conseqüentemente, a taxa de passagem da digesta pelo trato gastrointestinal.

Entretanto, Oliveira (2014) ao avaliar a adição de 0%, 1%, 2%, 3% e 4% de óleo residual de fritura na alimentação de ovinos não observou diferença nos consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA), nutrientes digestíveis totais (CNDT), carboidrato total (CCHOT) e carboidrato não fibroso (CCNF). Esses resultados demonstram que a quantidade de óleo adicionado nesse estudo poderia ser utilizada sem danos aos padrões da fermentação ruminal, principalmente em relação à digestibilidade da fração fibrosa, que está fortemente relacionado ao consumo voluntário de matéria seca.

Cleef et al. (2016) em experimento com cordeiros da raça Santa Inês alimentados com dietas sem adição de óleo, 6% de óleo residual de fritura e 6% de óleo de soja comercial, verificaram que o consumo de MS, PB, FDN e FDA foi menor nas dietas que continham óleo, e essa queda foi mais pronunciada quando os animais consumiram as dietas com óleo residual. No entanto, a digestibilidade dos nutrientes não diferiu entre as dietas com óleo de soja e óleo residual de fritura. E as características de carcaça também foram semelhantes dentre os tipos de óleo utilizados.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi preliminarmente submetido e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) – Protocolo 2308401916/2013-22 (UFRA).

4.1 Local

O experimento foi conduzido no Galpão de Estudos Metabólicos do Instituto da Saúde e Produção Animal da Universidade Federal Rural da Amazônia, UFRA, Campus de Belém, localizado a 01° 28' de latitude sul, 48° 27' de longitude oeste, situado a 12 m de altitude. Segundo a classificação de Köppen o clima da região é classificado como Af, clima equatorial, caracterizado por temperatura média anual de 26,4 °C, umidade relativa do ar de 84,0%, precipitação média anual de 3001,3 mm e radiação solar média anual de 2.338,3 h.

4.2 Dietas Experimentais

As dietas experimentais (tratamentos) foram formuladas de forma a serem isoprotéicas, atendendo as exigências de PB para cordeiros com ganho de peso médio diário de 200g, segundo recomendações do NRC (2007). Foi empregada uma proporção volumoso/concentrado de 50:50 com base na matéria seca, sendo o volumoso composto por silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum L.*) e o concentrado a base de milho moído, farelo de soja, farelo de trigo, óleo residual de fritura (óleo de soja), calcário calcítico e uréia, em composição variável conforme o tratamento.

Foram avaliadas cinco concentrações de óleo residual de fritura proveniente de um microempresário que trabalha exclusivamente na venda de batata fritas, respeitando a normativa 8/2004 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, garantindo dessa forma que não exista contaminação com produtos de origem animal. O óleo integrou as dietas nas concentrações 0; 2; 4; 6 e 8% da matéria seca total das dietas.

Todos os ingredientes do concentrado foram processados na fábrica de ração pertencente ao Instituto da Saúde e Produção Animal da UFRA, os mesmos foram homogeneizados em misturador vertical, quando foi incluído o óleo residual de fritura. A silagem de cana foi misturada ao concentrado no momento do fornecimento da dieta aos animais. As composições químicas dos ingredientes das rações experimentais, bem como as proporções desses ingredientes nas rações, estão apresentadas nas Tabelas 2 e 3, respectivamente.

Tabela 2. Composição química dos ingredientes utilizados na formulação das dietas experimentais.

Composição	Alimentos			
	Silagem de cana	Milho moído	Farelo de soja	Farelo de trigo
MS (%)	17,2	86,5	82,6	87,9
MO (%)	95,5	98,5	92,6	93,0
PB (%)	2,83	7,8	44,5	20,03
EE (%)	1,20	1,11	1,3	1,7
FDN (%)	55,16	24,09	25,93	42,14
FDA (%)	35,46	2,96	12,16	15,14
NIDN (%FDN)	0,12	0,70	7,9	1,73
NIDA (%FDA)	0,14	1,15	2,99	0,85
CNF (%)	38,71	65,36	21,03	28,77
COHT (%)	93,87	89,45	46,96	70,91

MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: fibra em detergente neutro
 FDA: fibra em detergente ácido; NIDA: nitrogênio insolúvel em detergente ácido NIDN: nitrogênio insolúvel em detergente neutro; CNF: carboidratos não fibrosos; COHT: carboidratos totais.

Tabela 3. Composição percentual e bromatológica das dietas experimentais com base na matéria seca (MS).

Ingredientes	Composição percentual (%)				
	0	2	4	6	8
Silagem de cana	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Grão de Milho moído	14,5	12,1	9,7	7,3	5
Farelo de Soja	26,5	26,9	27,3	27,7	28
Farelo de Trigo	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
Uréia	1	1	1	1	1
Calcário Calcítico	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Óleo de fritura	0,00	2,00	4,00	6,00	8,00
Total	100	100	100	100	100
Composição bromatológica					
MS (%)	51,12	51,37	51,63	51,88	52,14
MO (%)	93,55	94,55	94,56	94,57	94,58
PB (%)	18,67	18,66	18,65	18,65	18,60
EE (%)	1,21	3,18	5,16	7,13	9,10
FDNcp (%)	41,11	40,63	40,16	39,68	39,21
FDA (%)	22,52	22,5	22,47	22,45	22,42
CHOT (%)	77,67	75,71	73,75	71,79	69,88
CNF (%)	36,56	35,08	33,59	32,11	30,67
NIDN (%FDN)	2,38	2,39	2,41	2,42	2,43
NIDA (%FDA)	1,14	1,13	1,12	1,12	1,11
NDT* (%)	65,08	67,51	69,93	72,35	74,77

MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: fibra em detergente neutro
 FDA: fibra em detergente ácido; NIDA: nitrogênio insolúvel em detergente ácido NIDN: nitrogênio insolúvel em detergente neutro; FDNcp: fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína; NDT: nutrientes digestíveis totais; CNF: carboidratos não fibrosos; COHT: carboidratos totais.

* NDT calculado com base nos valores relatados por Valadares Filho et al. (2014).

4.3 Ensaio de Digestibilidade dos Nutrientes

Foram utilizados 25 cordeiros mestiços Santa Inês, machos não castrados, desmamados, com idade média de 90 dias e peso corporal médio inicial de 20 kg. Os animais foram alojados em gaiolas metabólicas de madeira com área de 0,79 m² (1,31 m x 0,60 m), providas de bebedouro e comedouro. As gaiolas foram acomodadas em galpão coberto protegido contra chuva e radiação solar direta. O galpão possui aberturas laterais para perfeita circulação de ar que deixam o ambiente bem arejado para o bem-estar dos animais.

Antes do início do período experimental, foram observados os aspectos relativos às anormalidades zootécnicas e sanitárias e posteriormente foi realizado o controle de endoparasitos e ectoparasitos. Como medida profilática para controle de verminose, foi administrado sulfato de levamisol, na dosagem de 0,5 ml/25 kg de peso vivo, via subcutânea, no início do período de adaptação. Os animais foram identificados individualmente por colar e alimentados duas vezes ao dia às 8 h e 17 h. As dietas foram fornecidas em quantidades suficientes para proporcionar sobras de aproximadamente 10%, ajustadas com base no consumo de matéria seca do dia anterior.

Ao início do período experimental os animais foram pesados e de acordo com sorteio foram distribuídos nas respectivas gaiolas. O período experimental teve duração de 21 dias, sendo 14 dias de adaptação ao ambiente, dieta e ajuste do consumo, e sete dias para coleta total das dietas fornecidas, sobras e fezes.

As fezes produzidas foram coletadas em recipientes plásticos, pesadas diariamente e individualmente homogeneizadas para retirada de amostras referentes a 10% do peso total, e acondicionadas em embalagens plásticas devidamente identificadas.

As amostras compostas do alimento fornecido, das sobras e das fezes produzidas foram conservadas em freezer para posterior processamento e análises químicas. O consumo foi realizado por meio da pesagem do alimento oferecido e das sobras, durante o período de coleta de dados.

Passado o processo de coletas das amostras, essas foram descongeladas, homogeneizadas e pré-secas em estufa com ventilação forçada de ar a 55 °C, por aproximadamente 72 horas e moídas posteriormente em moinho de faca tipo Willey, com peneira com crivo de 1 mm e acondicionadas em potes plásticos devidamente identificados.

Foram realizadas análises para a determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB), segundo a metodologia descrita pela AOAC (1995). A análise da Fibra em Detergente Neutro (FDN) foi realizada segundo métodos

descritos por Van Soest et al. (1991) com correções dos teores de cinzas e proteína. A Fibra em Detergente Ácido (FDA) foi feita segundo Van Soest e Robertson (1985) sequencialmente ao FDN.

Os valores de carboidratos totais (CHOT) foram obtidos conforme recomendações de Sniffen et al. (1992) pela fórmula: $CHOT = 100 - (PB + EE + MM)$.

Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados por: $CNF = 100 - (PB + EE + FDN_{ncp} + MM)$, em que: FDN_{ncp} = fibra em detergente neutro corrigido para os teores de cinzas e proteína.

Os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes foram obtidos pela expressão:

$$CD = [(Q_i - Q_e)/Q_i] \times 100$$

Em que: CD = coeficiente de digestibilidade; Q_i = quantidade do nutriente ingerido; Q_e = quantidade do nutriente excretado nas fezes.

4.3.1 Análise Estatística

O delineamento experimental utilizado foi o DBC – Delineamento em Blocos ao Acaso, com cinco tratamentos (concentração de óleo) e cinco repetições por tratamento (animais de dois blocos, peso inicial maior que 20 kg e menor que 20 kg). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de regressão através do procedimento REG do SAS (2008) e, as médias dos tratamentos foram comparadas por contrastes a 5 % de significância. Os contrastes avaliados foram: controle x dietas com óleo (0 vs 2468), controle x dietas contendo 2 e 4% de óleo residual de fritura (0 vs 24) e dietas contendo 2 e 4% x dietas contendo 6 e 8% de óleo residual de fritura (24 vs 68).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Consumo de matéria seca e dos nutrientes da dieta

A inclusão do óleo residual de fritura na dieta influenciou ($p < 0,05$) o consumo de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB) e extrato etéreo (CEE) em g/dia, % do peso vivo (PV) e unidade de tamanho de metabólico (UTM) por ovinos (Tabela 4). Observou-se que as dietas que continham maiores concentrações de óleo residual de fritura (6 e 8%) apresentaram menores médias de consumo desses nutrientes em contrastes às dietas que continham até 4% de inclusão.

Tabela 4. Consumo de MS, MO, PB e EE (g/dia, % do peso vivo - PV e unidade de tamanho metabólico - UTM) por ovinos alimentados com dietas contendo diferentes proporções de óleo residual de fritura.

Item	Concentração de óleo na dieta (%)					Contrastes (p-valor)		
	0	2	4	6	8	0 vs 2468	0 vs 24	24 vs 68
Consumo (g/dia)								
MS	706,00	755,00	790,00	558,00	652,00	0,84	0,50	0,05
MO	668,20	720,25	757,60	534,40	623,40	0,91	0,45	0,04
PB	147,28	154,97	163,54	110,88	134,74	0,74	0,57	0,04
EE ¹	8,20	25,75	45,20	44,40	67,40	<0,01	<0,01	<0,01
Consumo (%PV)								
MS	3,13	3,21	3,40	2,70	2,93	0,77	0,49	0,03
MO	2,96	3,07	3,26	2,59	2,76	0,85	0,40	0,02
PB	0,65	0,66	0,70	0,53	0,59	0,49	0,62	0,01
EE ²	0,04	0,11	0,19	0,21	0,30	<0,01	<0,01	<0,01
Consumo (UTM - g/kg ^{0,75})								
MS	68,02	70,40	74,59	57,43	62,71	0,75	0,47	0,02
MO	64,41	67,41	71,39	55,06	60,11	0,86	0,40	0,02
PB	14,20	14,53	15,39	11,32	12,96	0,58	0,56	0,02
EE ³	0,80	2,41	4,25	4,58	6,45	<0,01	<0,01	<0,01

¹ $\hat{Y} = 0,01067 + 0,00687x$; $R = 0,73$, $CV = 32,13$, $p < 0,001$

² $\hat{Y} = 0,04586 + 0,03122x$; $R = 0,89$, $CV = 18,61$, $p < 0,001$

³ $\hat{Y} = 0,99818 + 0,67453x$; $R = 0,87$, $CV = 20,99$, $p < 0,001$

Os consumos reduzidos dos ovinos dos tratamentos com 6 e 8% comparados aos consumos dos tratamentos de 0, 2 e 4% de inclusão de óleo pode ser explicado por diversos fatores. O perfil dos ácidos graxos que compõe o óleo residual de fritura é um dos fatores responsáveis por essa redução no consumo, pois são na maioria ácidos graxos insaturados de cadeia longa como, por exemplo, os ácidos Linoleico, oleico, palmítico e linolênico (NEPOMUCENO, 2009). Estes ácidos graxos de cadeia longa e poli-insaturados são tóxicos

aos microrganismos ruminais em função da sua possível natureza anfifílica, podendo reduzir a população microbiana, prejudicando a fermentação e consequente taxa de passagem dos alimentos, resultando em menor consumo e digestibilidade dos nutrientes.

Além disso, a alta concentração de óleo poderia ocasionar o controle quimiostático de regulação de consumo, no qual a maior quantidade de ácidos graxos na corrente sanguínea reprime no sistema nervoso central o desejo de ingestão.

Outro fator seria devido ao aumento da secreção de colecistoquinina (CCK) decorrente da presença de ácidos graxos insaturados na digesta, que pode inibir a motilidade no rúmen e retículo, reduzindo o consumo de alimentos (NICHOLSON E OMER, 1983).

Oliveira (2014) ao estudar a inclusão de até 4% de óleo residual de fritura na alimentação de ovinos não observou diferença nos consumos de MS, MO, CPB, FDN, FDA, NDT, CCHOT e CNF. Esse resultado concorda com os encontrados nesse estudo em que as dietas que continham 0, 2 e 4% de óleo residual de fritura não afetaram o consumo dos nutrientes.

De acordo com NRC (2001), dietas com alto teor de lipídeos pode comprometer o consumo de alimentos, uma vez que reduz a digestibilidade da fibra, diminuindo a taxa de passagem da digesta pelo trato gastrintestinal, em decorrência ao seu efeito negativo sob os microrganismos celulolíticos.

A redução no consumo dos nutrientes nos tratamentos que continham 6 e 8% de óleo residual de fritura neste trabalho está de acordo com os resultados encontrados por Cleef et al. (2016) que em experimento com cordeiros da raça Santa Inês alimentados com dietas sem adição de óleo, 6% de óleo residual de fritura e 6% óleo de soja comercial, também verificaram que o consumo de MS, PB, FDN e FDA foi menor nas dietas que continham óleo, sendo que essa queda foi mais pronunciada quando os animais consumiram as dietas com óleo residual.

Já Campos (2009) verificou queda no consumo de MS por tourinhos da raça Rednorte quando forneceu dietas com 3,6% de óleo de soja comercial e 3,6% de óleo residual de fritura. Apesar da menor proporção de óleo neste caso, a adição do óleo nas dietas proporcionou em torno de 7,3% de EE na sua composição total. Semelhantemente a presente pesquisa em que houve menor consumo de MS nas dietas que continham 7,13 e 9,10% de EE, referente aos tratamentos com 6 e 8% de óleo residual, respectivamente, demonstrando ser importante considerar não apenas a inclusão do óleo, mas sim o teor total de extrato etéreo da dieta.

Segundo Benson et al. (2001), os ácidos graxos com elevado grau de instauração e os não esterificados, parecem inibir o consumo mais que os monoinsaturados e os esterificados,

respectivamente. Isso indica que fontes lipídicas usuais conhecidas, como o óleo de soja, ricas em ácidos graxos poli-insaturados e livres podem influenciar o consumo de matéria seca.

Ao avaliar diferentes concentrações (0%, 1,25%, 2,5% e 5%) do óleo residual de fritura em dietas fornecidas para cabritos (CARVALHO et al., 2012), também verificaram redução no consumo dos nutrientes conforme o aumento da quantidade desse óleo.

Vargas et al. (2002), em estudo com duas fontes de lipídeos na dieta (óleo de soja e soja grão moída), observaram redução no CMS para o tratamento que continha óleo. De acordo com os autores isso aconteceu devido a toxicidade do óleo sobre os microrganismos ruminais que afetou o crescimento microbiano e conseqüentemente reduziu a degradabilidade da fibra diminuindo o consumo.

O consumo de proteína bruta (CPB) seguiu a mesma tendência do consumo de matéria seca. Schafhauser Jr. et al. (2005) afirmam que dietas isoprotéicas com suplementação lipídica favorecem a redução da ingestão de proteína, pois a gordura além de restringir a ingestão do alimento, restringe os nutrientes nele contido.

Como esperado, o consumo de extrato etéreo aumentou linearmente ($p < 0,05$) mediante a inclusão do óleo residual de fritura na dieta. Segundo Palmquist & Mattos (2006), a inclusão de lipídeos na dieta é uma estratégia que pode ser utilizada em regiões de clima quente, onde o consumo de MS pode ser menor que o esperado, sendo assim como o incremento calórico de lipídeos é mais baixo do que carboidratos e proteínas, o aumento da ingestão desta fração pode aumentar a ingestão de energia.

Os consumos de Fibra em Detergente Neutro (CFDN) e Fibra em Detergente Ácido (CFDA) seguiram a tendência do CMS, no qual as dietas com 0, 2 e 4% de óleo residual obtiveram resultados de consumo superior ($p < 0,05$) quando comparados a dietas com maiores quantidades deste resíduo (6 e 8%), os dados estão apresentados na Tabela 5.

Uma das causas do consumo reduzido da FDN e FDA das dietas com maiores proporções de óleo residual (6 e 8%) está relacionada com os efeitos da aderência do óleo sobre as partículas fibrosas no rúmen, a alteração da permeabilidade da membrana das bactérias gram-positivas, principalmente as celulolíticas, como a *Ruminococcus* sp. e o *Butyrivibrio* sp. (NAGARAJA et al., 1997), e outros efeitos metabólicos (ALLEN, 2000) que acarretam na menor digestibilidade e consumo destes nutrientes.

Tabela 5. Consumo de FDN, FDA, Carboidratos totais (CHTOT) e CNF (g/dia, % do peso vivo - PV e unidade de tamanho metabólico - UTM) por ovinos alimentados com dietas contendo diferentes proporções de óleo residual de fritura.

Item	Concentração de óleo na dieta (%)					Contrastes (p-valor)		
	0	2	4	6	8	0 vs 2468	0 vs 24	24 vs 68
Consumo de nutrientes (g/dia)								
FDN	260,00	282,50	290,00	206,00	234,00	0,83	0,47	0,03
FDA	132,00	145,00	156,00	108,00	122,00	0,97	0,37	0,04
CHOT	512,60	539,50	549,00	379,00	421,60	0,50	0,64	0,02
CNF ¹	251,20	258,00	258,60	173,80	189,00	0,26	0,81	0,01
Consumo de nutrientes (%PV)								
FDN	1,16	1,20	1,25	1,00	1,03	0,66	0,52	0,02
FDA	0,58	0,62	0,66	0,52	0,55	0,93	0,32	0,03
CHOT ⁴	2,27	2,30	2,36	1,84	1,87	0,28	0,74	<0,01
CNF ²	1,11	1,10	1,11	0,84	0,84	0,06	0,94	<0,01
Consumo de nutrientes (UTM - g/kg ^{0,75})								
FDN	25,20	26,29	27,37	21,20	22,43	0,68	0,49	0,02
FDA	12,70	12,69	14,57	10,98	11,95	0,93	0,30	0,03
CHOT ⁵	49,41	50,48	51,75	39,16	40,70	0,31	0,69	<0,01
CNF ³	24,21	24,19	24,38	17,95	18,27	0,09	0,97	<0,01

¹ $\hat{Y}=0,26690 - 0,01031x$; R=0,24, CV=24,50, p=0,02

² $\hat{Y}=1,16133 - 0,03986x$; R=0,40, CV=14,56, p<0,01

³ $\hat{Y}=25,37574 - 0,90018x$; R=0,37, CV=16,16, p<0,01

⁴ $\hat{Y}=2,3754 - 0,06198x$; R=0,25, CV=15,30, p=0,01

⁵ $\hat{Y}=51,93577 - 1,42305x$; R=0,23, CV=16,91, p=0,02

Os consumos de CHOT e CNF decresceu de forma linear (p<0,05) com o aumento das concentrações de óleo residual nas dietas. Esse resultado aconteceu como esperado, pois a medida que foi adicionado o óleo houve redução desses nutrientes na dieta, devido a menor participação do milho na sua composição, como apresentado na tabela 3.

5.2 Digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes da dieta

Na tabela 6, observa-se os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MO, PB, EE, FDN, FDA e CNF. Verificou-se efeito negativo da adição de óleo residual de fritura à dieta sob a digestibilidade da MS, MO, FDN e FDA (p<0,05).

Tabela 6. Digestibilidade aparente dos nutrientes obtida em ovinos alimentados com dietas contendo diferentes proporções de óleo residual de fritura.

Item	Concentração de óleo na dieta (%)					Contrastes (p-valor)		
	0	2	4	6	8	0 vs 2468	0 vs 24	24 vs 68
	Digestibilidade aparente (%)							
MS ¹	71,96	69,13	64,22	65,03	62,75	0,02	0,08	0,25
MO ²	75,66	74,71	70,87	71,01	71,11	0,11	0,25	0,40
PB	84,22	82,55	82,93	80,92	84,24	0,40	0,47	0,92
EE	79,55	91,13	86,73	84,73	87,03	0,02	0,01	0,30
FDN ³	65,76	65,35	57,26	57,71	58,53	0,10	0,26	0,33
FDA ⁴	57,78	56,90	54,23	49,67	47,08	0,16	0,62	0,06
CNF	82,52	79,89	77,45	81,51	74,85	0,13	0,20	0,84

¹ $\hat{Y}=75,09982 - 1,12353x$; R=0,31, CV=7,46, p<0,001

² $\hat{Y}=83,33728 - 0,63234x$; R=0,17, CV=5,8, p=0,05

³ $\hat{Y}=65,15622 - 1,08173x$; R=0,19, CV=11,17, p=0,04

⁴ $\hat{Y}=65,15622 - 1,08173x$; R=0,25, CV=13,97, p=0,01

A diminuição da digestibilidade dos nutrientes com a adição de óleo residual de fritura nas dietas também é confirmada por Cleef et al. (2016) que verificaram menor digestibilidade da MS, FDN e FDA nos tratamentos que continham 6% de óleo residual de fritura e 6% de óleo de soja em dietas para cordeiros quando comparadas a dieta controle. Sendo que não houve diferença entre as fontes de óleo estudadas.

Por outro lado, neste trabalho, foi observado que a digestibilidade do extrato etéreo foi maior nas dietas que continham óleo residual de fritura (p<0,05). Verificou-se que a dieta controle apresentou digestibilidade de 79,55%, enquanto nas demais dietas o valor médio foi de 87,4%. Isso ocorre devido ao aumento do consumo de EE pelos animais que receberam as dietas com óleo, visto que os óleos apresentam grande disponibilidade à hidrólise e, conseqüentemente, possuem maior toxicidade em comparação à suplementação com oleaginosas inteiras (BASSI, 2012).

Esses resultados corroboram com Maia et al. (2006) que em estudo com cabras leiteiras da raça Saanen, ao incluir 5,1% de óleo de arroz, óleo de canola e óleo de soja, verificaram que a digestibilidade da FDN foi maior no tratamento controle, com média de 36%, enquanto naqueles com suplementação lipídica, o coeficiente de digestibilidade foi em média 24% inferior.

Segundo Leite (2006), tem-se observado redução na digestibilidade da fibra quando fontes lipídicas são adicionadas às rações. A amplitude de redução está relacionada não só à quantidade, mas também ao tipo de ácido graxo presente no suplemento, uma vez que lipídeos ricos em ácidos graxos insaturados tendem a provocar maior redução na digestibilidade. Caso sucedido neste estudo, já que o óleo residual de fritura é uma fonte lipídica rica em ácidos graxos polinsaturados e pode ter ocasionado a queda na digestibilidade das dietas que continham este resíduo.

Estudando fontes de óleo vegetal na dieta de cordeiros em confinamento, Yamamoto et al. (2005) não detectaram diferenças na digestibilidade da fibra em detergente neutro. Porém o coeficiente de digestibilidade da matéria seca (76,02%) da dieta sem adição de óleo foi superior ao da dieta contendo óleo de linhaça (72,11%). Semelhante ao ocorrido nesse estudo em que o tratamento sem adição de óleo obteve 71,96% digestibilidade da MS.

Em relação à digestibilidade dos carboidratos não fibrosos, não foi verificado ($p>0,05$) efeito da adição do óleo entre as concentrações estudadas, visto que estes substratos apresentam mais rápida degradação ruminal em relação a fibra, sendo menos afetados pela ação do óleo no rúmn.

Os dados referentes ao consumo e a concentração de NDT das dietas estão apresentados na tabela 7.

Tabela 7. Consumo de NDT (g/dia, % do peso vivo - PV e unidade de tamanho metabólico - UTM) e concentração de NDT(%) por ovinos alimentados com dietas contendo diferentes quantidades de óleo residual de fritura.

Consumo	Concentração de óleo na dieta (%)					Contrastes (p-valor)		
	0	2	4	6	8	0 vs 2468	0 vs 24	24 vs 68
NDT(g/dia)	538,20	597,00	628,40	446,80	545,40	0,82	0,36	0,09
NDT(% PV)	2,38	2,54	2,70	2,15	2,42	0,69	0,24	0,05
NDT(UTM)	51,80	55,86	59,04	45,75	52,58	0,73	0,26	0,05
NDT(%) ¹	76,10	77,49	79,11	79,73	84,18	0,07	0,36	0,07

¹ $\hat{Y}=75,64320 + 0,91970x$; $R=0,30$, $CV= 5,21$, $p=0,004$

Observa-se que a concentração de NDT aumentou linearmente à medida que se aumentou a concentração de óleo residual de fritura na dieta ($p=0,05$), fato esperado pela adição do óleo com maior concentração energética que carboidratos e proteínas. Entretanto, a maior concentração de NDT nas dietas com elevado teor de óleo, não foi suficiente para manter ou promover aumento no consumo de NDT pelos animais. Os tratamentos com 6 e 8% de óleo apresentaram redução no consumo de NDT (% do peso vivo e unidade de tamanho metabólico), resultado do menor consumo de matéria seca associado a menor digestibilidade.

5 CONCLUSÃO

O óleo residual de fritura pode ser utilizado em até 4% de inclusão na dieta de ovinos sem comprometer o consumo e a digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, desde que também seja respeitado o teor máximo de extrato etéreo da dieta. Este resíduo apresenta-se como uma boa fonte alternativa na suplementação lipídica de ovinos.

6 REFERÊNCIAS

ABIOVE. Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. 2009

ALMEIDA, F. M. Semente de seringueira na alimentação de cordeiros. Tese apresentada para obtenção do título de doutor em zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Itapetinga –BA; UESB, 2015. 86f

ANVISA. Resolução nº 482, de 23 de setembro de 1999, Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de óleos e gorduras vegetais, Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, p. 82 - 87, 1999.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 16 ed., Washington D.C., 1995. 1094p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº8 de mar. de 2004. Proibir em todo território nacional a produção, a comercialização e a utilização de produtos destinados a alimentação de ruminantes que contenham em sua composição proteínas e gorduras de origem animal. **Diário Oficial da União**, Sessão 1, p.5. 26 de mar. 2004

CAMPOS, F.R. **Óleo de fritura residual na alimentação de tourinhos Rednorte terminados em confinamento**. Dissertação. Lavras, Minas Gerais: Universidade Federal de Lavras. 34f, 2009.

CARVALHO, I. N. O.; FONSECA, C. E. M.; NEPOMUCENO, D. D.; DIAS JÚNIOR, J. C. T.; REIS JÚNIOR, L. C. V.; MOURA, E. S.; RANGEL, B. O. F.; CABRAL NETO, O. Óleo de Soja Residual na alimentação de caprinos. *Revista de Ciência da Vida*. Rio de Janeiro. V. 32, p. 60-77, 2012.

COSTA, R. G., QUEIROGA, R.C.R. E.; PEREIRA, R.A.G. Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 38, 307-321, 2009.

CLEEF, F. O. S. V.; EZEQUIEL, J. M. B.; D'AUREA, A. P.; ALMEIDA, M. T. C.; PEREZ, H. L.; CLEEF, E. H. C. B. V.; Feeding behavior, nutrient digestibility, feedlot performance, carcass traits, and meat characteristics of crossbred lambs fed high levels of yellow grease or soybean oil. **Small Ruminant Research**, 137(2016), 151-156, 2016.

EIFERT, E. C.; LANA, R. P.; ARCURI, P. B, VALADARES FILHO, S. C.; LEOPOLDINO, W. M.; OLIVEIRA, J. S.; SAMPAIO, C. B. Efeito da combinação de óleo de soja e monensina na dieta sobre o consumo de matéria seca e a digestão em vacas lactantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 34, 1, 297-308, 2005.

FREIRE, P. C. M.; MANCINI FILHO, J.; FERREIRA, T. A. P. C. Principais alterações físico-químicas em óleos e gorduras submetidos ao processo de fritura por imersão: regulamentação e efeitos na saúde. **Revista de Nutrição**, Campinas, p. 353-368, 2013.

HESS, B.W.; MOSS, G. E.; RULE, D.C. A decade of developments in the area of fat supplementation research with beef cattle and sheep. **Journal of Animal Science**, 86, 188-204, (Suppl. 14), 2008.

JORGE, A. M.; FONTES, C. A. A.; CERVIEIRE, R. C. Crescimento relativo e composição do ganho de tecido da carcaça de zebuínos de quatro raças. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa MG. V 32; n. 4, p. 986-991. Julho/agosto 2005.

LEITE, L.C. Perfil dos ácidos graxos do leite e metabolismo de lipídios no rúmen de vacas recebendo dietas com alto ou baixo teor de concentrado e óleo de soja ou de peixe. 2006. 97f. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

MAIA, F. J.; BRANCO, A. F.; MOURO, G. F.; CONEGLIAN, S. M.; SANTOS, G. T.; MINELLA, T. F.; MACEDO, F. A. F. Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: digestibilidade dos nutrientes e parâmetros ruminais e sanguíneos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa/ Minas Gerais, v. 35, p. 1496-1503, 2006.

MANTEROLA, H.B.; CERDA, D.A.; MIRA, J.J. Protein degradability of soybean meal coated with different lipid substances and its effects on ruminal parameters when included in steer rations. **Animal Feed Science and Technology**, v. 92, p. 249- 257, 2001.

MEDEIROS, S. R.; GOMES, R. C.; BUNGENSTAB, D. J., Lipídeos na nutrição de ruminantes. In *Nutrição de Bovino de Corte: Fundamentos e aplicações*. Brasília. EMBRAPA, 176 p., 2015

MORETTO, E.; FETT, R. **Tecnologias de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos**. São Paulo: Varela Editora e Livraria Ltda. 1998.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D. C.: National Academy of Sciences, 2001. 381p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids**. Washington, D.C., 2007. 384p.

NELSON, M. L.; MARKS, D. J. BUSBOOM, J. R. Effects of supplemental fat on growth performance and quality of beef from steers fed barley-potato product finishing diets: L, feedlot performance, carcass traits, appearance, water binding, retail storage, and palatability attributes, **Journal of Animal Science**, Champaign, v.82, n. 12, p. 3600-3610, 2004.

NEPOMUCENO, D. D.; DIAS JÚNIOR, J. C. P.; MOURA, E. S.; RANGEL, B. O. F.; COREIA, E. M.; FIGUEIREDO, M. S. C.; NASCIMENTO, F. G.; CALLOU JÚNIOR, J. A.; FONSECA, C. E. M. Reutilização de óleo de fritura em dietas de cabras. XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba. São Paulo, 2009.

OLIVEIRA, C. S. B. **Óleo de fritura residual na alimentação de ovinos: consumo e digestibilidade**. Dissertação. Belém, Pará; Universidade Federal do Pará. 39f, 2014.

PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S.; metabolismo de lipídeos. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, p. 287-310, 2006.

PITTA JÚNIOR, O. S. R. et al. *Reciclagem do óleo de cozinha usado: uma contribuição para aumentar a produtividade do processo*. São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.advancesincleanerproduction.net/second/files/sessoes/4b/2/M.%20S.%20Nogueira%20-%20Resumo%20Exp.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2015.

REIS, M. F. P.; ELLWANGER, R. M.; FLECK, E. Destinação de óleos de fritura. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 24º, 2007. Belo Horizonte - MG, *Anais...* Belo Horizonte, 2007.

SALERA JUNIOR, G.; SILVA, W. L. N. **Projeto Sabão Ecológico**, 2010. Disponível em: <http://www.recantodasletras.com.br/artigos/2094005>> Acesso em: 19 mar. 2015.

SANIBAL, E. A. A. **Alterações físicas, químicas e nutricionais de óleos submetidos ao processo de fritura**. Disponível em: <http://hygeia.fsp.usp.br/~eatorres/gradu/frituras.pdf>. Acesso em mar. de 2015.

SAS. 2008. **SAS/STAT 9.2 User's Guide**. SAS Institute Inc, Cary, NC.

SEBEDIO, J. L.; CATTE, M.; BOUDIER, M. A.; PREVOST, J.; GRANDGIRARD, A. Formation of fatty acid geometrical isomers and of cyclic fatty acid monomers during the finish frying of frozen prefried potatoes. **Food Res. Int., Barking**, v.29, n.2, p.109-116, 1996.

SNIFFEN, C.J.; CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II – Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 12, p. 3562-3577, 1992.

SOUSA, L. C.; ROCHA, E. D.; ROCHA, C. P. Análises de óleos vegetais e óleo residual bruto por cromatografia gasosa visando à produção do biodiesel. *Conexão ci.: r. cient. UNIFOR-MG, Formiga*, v. 8, n. 2, p. 85-91, 2013.

VALADARES FILHO S.C., MACHADO P.A.S., CHIZZOTTI M.L. et al. CQBAL 3.0. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos. Disponível em: <http://cqbal.agropecuaria.ws/>. Acesso em: 02/02/2017.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.P.; 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.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. **Analysis of forages and fibrous foods**. AS 613 Manual, Department of Animal Science, Cornell University, Ithaca, NY, 1985. 202p.

VARGAS, L.H.; LANA, R.P.; JHAM, G.N. et al. Adição de lipídios na ração de vacas leiteiras: Parâmetros ruminais, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 522-529, 2002. (suplemento)

VELOSO, Y. M. S.; FREITAS, L. F. L.; AMARAL, FILHO, J. H. B.; SANTOS, I. T.; LEITE, M. S.; ARAUJO, P. J. L.; **Rotas para reutilização de óleos residuais de fritura**. Cadernos de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas, v. 1, p. 11-18, 2012.

YAMAMOTO, S.M.; MACEDO, F.A.F.; ZUNDT, M. et al. Fontes de óleo vegetal na dieta de cordeiros em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 703-710,2005.

ZEN, S.; SANTOS, M. C.; MONTEIRO, C. M.; **Evolução da Caprino e Ovinocultura**. Ativos da pecuária da ovino e caprinocultura. Boletim da Superintendência Técnica da CNA. Brasília, ano 1. ed. 1., 2014.