



**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**

**CRISTIANE DO SOCORRO BARROS DE OLIVEIRA**

**ÓLEO DE FRITURA RESIDUAL NA ALIMENTAÇÃO DE OVINOS: CONSUMO E  
DIGESTIBILIDADE**

**Belém**  
**2014**

**CRISTIANE DO SOCORRO BARROS DE OLIVEIRA**

**ÓLEO DE FRITURA RESIDUAL NA ALIMENTAÇÃO DE OVINOS: CONSUMO E  
DIGESTIBILIDADE**

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

Orientador: Prof. Dr. Cristian Faturi

Co-orientador: Prof. Dr. Aníbal Coutinho do Rêgo

**Belém  
2014**

**CRISTIANE DO SOCORRO BARROS DE OLIVEIRA**

**ÓLEO DE FRITURA RESIDUAL NA ALIMENTAÇÃO DE OVINOS: CONSUMO E  
DIGESTIBILIDADE**

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural. Universidade Federal do Pará. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Embrapa Amazônia Oriental. Universidade Federal Rural da Amazônia. Área de concentração: Produção Animal.

Data da aprovação. Belém - PA: 27/08/2014

Banca Examinadora:

---

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

---

Profª. Dra. Edwana Mara Moreira Monteiro  
Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA

---

Prof. Dr. José de Brito Lourenço Júnior  
Universidade do Estado do Pará-UEPA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

Oliveira, Cristiane do Socorro Barros, de 1984 - Óleo de fritura residual na alimentação de ovinos: consumo e digestibilidade / Cristiane do Socorro Barros de Oliveira. – 2014.

Orientador: Cristian Faturi;Coorientador: Aníbal Coutinho do Rêgo.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento, Programa de Pós Graduação em Ciência Animal, Belém, 2014.

1.Nutrição animal. 2. Ovino- Alimentos. 3. Animais - Alimentos. I.  
Título.

---

CDD 23. ed. 636.085

Ao meu Senhor Jesus, pais José e Socorro, irmã Danielle e cunhado Marcelo pelo carinho.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu Senhor Deus meu maior Amigo, Mestre e Conselheiro que sempre fortaleceu a minha fé para que eu pudesse realizar meus sonhos. Dedico esta dissertação a Ele.

Aos meus pais José e Socorro Oliveira pelo amor, dedicação, incentivo e força em todas as etapas da minha vida, amo vocês!

À minha irmã e meu cunhado Danielle e Marcelo Pereira pela força, compreensão, paciência.

Ao Prof. Dr. Cristian Faturi, por ter aceitado mais um desafio, pela orientação e ensinamento, que muito contribuíram para desenvolvimento desse trabalho e a confiança em mim depositada.

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

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

À Profa. MSc. Amélia Marinho pelos conselhos, amizade, contribuição e paciência, durante o estágio de docência.

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 e CPCOP, em especial aos amigos Daiana, Eduardo e Sarah, pela dedicação, paciência, companheirismo, sem essa equipe seria impossível o término dessa dissertação.

Ao técnico do laboratório de Nutrição Animal – UFRA Ricardo, pela colaboração e amizade.

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

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO GERAL</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>10</b>
2.1	OBJETIVO GERAL	10
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>11</b>
3.1	IMPACTO DO ÓLEO DE FRITURA NO AMBIENTE	11
3.2	LIPÍDIOS NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES	12
3.3	USO DO ÓLEO DE FRITURA RESIDUAL NA DIETA DE RUMINANTES	15
3.4	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
<b>4</b>	<b>CAPÍTULO 2: ÓLEO DE FRITURA RESIDUAL NA ALIMENTAÇÃO DE OVINOS: CONSUMO E DIGESTIBILIDADE</b>	<b>21</b>
	RESUMO	21
	ABSTRACT	22
4.1	INTRODUÇÃO	23
4.2	MATERIAL E MÉTODOS	24
4.2.1	<b>Local</b>	25
4.2.2	<b>Dietas Experimentais</b>	25
4.2.3	<b>Ensaio de Digestibilidade dos Nutrientes</b>	27
4.2.4	<b>Análise Estatística</b>	28
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.3.1	<b>Consumo de Matéria Seca e dos Nutrientes da Dieta</b>	29
4.3.2	<b>Digestibilidade Aparente da Matéria Seca e dos Nutrientes da Dieta</b>	33
4.3.3	<b>Balanço de Nitrogênio</b>	36
4.4	CONCLUSÃO	38
4.5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A ovinocultura é uma atividade que vem crescendo nos últimos anos no Brasil. Atualmente, o rebanho nacional de ovinos possui um efetivo de aproximadamente 17,7 milhões de cabeças concentradas principalmente, no Rio Grande do Sul, e em alguns estados do Nordeste, como Bahia, Ceará, Pernambuco e Piauí.

Especificamente, na Região Norte do Brasil, o efetivo passou de 372 mil para 627,5 mil cabeças, nos últimos 10 anos, ou seja, crescimento de 71%. O Pará acompanhou esse aumento com 41%, mas de forma menos expressiva (IBGE, 2012).

Com o crescimento dos rebanhos e consequente intensificação dos sistemas de produção, a atividade tem maior demanda por ingredientes para a composição das dietas concentradas, que proporcionem bom desempenho animal e que possam agregar valor ao produto final, com baixo custo de produção. Desse modo, a inclusão de alimentos ricos em energia se destaca como excelente componente das dietas de pequenos ruminantes (MADRUGA et al., 2005). No entanto, a preocupação com a elevação dos custos de produção exige a busca por fontes alimentares alternativas de bom valor nutritivo e de baixo custo, como por exemplo, o aproveitamento de resíduos agroindustriais ou do beneficiamento de alimentos que muitas vezes podem tornar-se poluentes ambientais.

Na preparação de alimentos que são submetidos a processos de fritura, a altas temperaturas, o óleo passa por processo intenso de degradação, este processo tem incentivado pesquisadores do mundo todo a avaliarem as alterações produzidas nos óleos, quando os mesmos são submetidos a aquecimentos prolongados, assim determinando-se que é hora de descartar o óleo (RABELO; FERREIRA 2008).

Devido a complexidade do processo, não há um único método pelo qual podemos detectar todas as situações que envolvem a deterioração de óleos no processo de fritura. A determinação do ponto de descarte tem impacto econômico significativo implicando em maior custo, quando o óleo for descartado muito cedo e pela perda da qualidade do alimento, quando descartado tardiamente (SANIBAL; MANCINI FILHO, 2004).

O óleo de fritura é um dos principais materiais poluentes e responsável por problemas em grande parte da rede de esgoto. Caso atinja corpos d'água (rios, lagos e mares), o óleo é degradado por alguns microrganismos presentes, em especial bactérias, que nesse processo consomem o oxigênio presente na água. A escassez do oxigênio provoca a morte da fauna aquática, como peixes, crustáceos e moluscos que precisam respirar. Segundo dados da companhia um litro de óleo é capaz de poluir 25 mil litros de água (SABESP, 2010).

Atualmente, ainda é pequena a preocupação nacional com a reciclagem do óleo de fritura residual, concentrando-se as principais ações nas regiões Sul e Sudeste do país, onde empresas públicas ou privadas, bem como, ONG's desenvolvem projetos no reaproveitamento desse resíduo. Os principais destinos do óleo de fritura são a transformação em sabão, biodiesel, fabricação de tintas e rações para animais.

Dessa forma, o aproveitamento do óleo de fritura na alimentação de ovinos pode-se tornar uma oportunidade interessante para aumentar a concentração energética das dietas, bem como na redução dos custos. O uso do óleo de fritura em rações seria mais vantajoso em detrimento à reciclagem, na forma de biodiesel e produção de sabão, pois seria reintegrado a cadeia alimentar, e transformado em carne ou leite. Na produção de biodiesel ou sabão, seria queimado por motores de veículos, emitido CO<sub>2</sub> na atmosfera, ou voltaria para o sistema de esgoto, quando reaproveitado na forma de sabão.

É importante mencionar que, segundo o primeiro artigo da normativa nº 8, de 25 de março de 2004, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), é proibido em todo o território nacional a produção, comercialização e utilização de produtos destinados à alimentação de ruminantes que contenham em sua composição proteínas e gorduras de origem animal. Incluem-se nesta proibição a cama de aviário, os resíduos da criação de suínos, como também qualquer produto que contenha proteínas e gorduras de origem animal (MAPA, 2004). Portanto, o único resíduo de fritura que pode ser utilizado no arraçãoamento de ruminantes são os óleos oriundos de frituras de produtos de origem exclusivamente vegetal, exigindo coleta seletiva para empresas desse ramo, como restaurantes vegetarianos e microempresários que trabalham com batatas.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar e determinar a concentração ideal do óleo de fritura residual como fonte alimentar alternativa para aumentar a densidade energética de dietas para ovinos em crescimento.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

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

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 IMPACTO DO ÓLEO DE FRITURA NO AMBIENTE

O óleo de fritura é um importante poluente ambiental e segundo a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) tem papel de aglutinante que juntamente com outros materiais, oxida e forma blocos rígidos e torna difícil a desobstrução dos tubos da rede de esgoto (SABESP, 2010). Quando ingressa aos sistemas municipais de tratamento de esgoto, o óleo causa danos no entupimento dos canos e encarece os processos das estações de tratamento (JUNIOR PITTA et al., 2009)

A poluição dos corpos d'água, através do descarte do óleo de fritura, causa sérias complicações, uma vez que é degradado por microrganismos presentes na própria água em sua maioria, bactérias. Ao realizarem o processo de degradação, tais microrganismos consomem, além do óleo de fritura, o oxigênio presente. A escassez de oxigênio, conseqüentemente, acarreta na morte de peixes, crustáceos e moluscos, que não conseguem realizar as trocas de gases necessárias. Ainda em relação ao descarte do óleo de fritura, há impactos associados à viscosidade e a tensão superficial do óleo, uma vez que conduz a formação de filme que flutua na superfície e atua como barreira e prejudica a passagem de luz solar e aeração da água pelas correntes eólicas (SABESP, 2010). No solo, o descarte, também, apresenta grande nocividade, pois pode causar a proliferação indesejável de microrganismos que levam a fermentação, e danos ao sistema radicular das plantas (BORTOLUZZI, 2011).

Quando descartado em aterros sanitários, o óleo de fritura residual contribui para a diminuição de sua área útil e, ao entrar em estado de decomposição, emite mau cheiro e gás metano na atmosfera, agravando assim o efeito estufa e o aquecimento global. Além disso, seu tempo de biodegradação pode variar, uma vez que depende de condições ambientais que envolvem concentração de bactérias e outros microrganismos, temperatura, oxigênio dissolvido, entre outros fatores. Contudo, a insolubilidade do óleo de fritura em água reduz o contato deste com os microrganismos capazes de digerir-lo e degradá-lo (SABESP, 2010).

De acordo com a Resolução 357/05 do CONAMA, artigo 34, o limite permitido para o lançamento direto ou indireto de óleos ou graxas de origem animal e vegetal nos corpos d'água é de 50 mg/l, portanto, pode-se concluir que apenas um litro de óleo de fritura polui mais de 25 mil litros de água. Considerando-se, também, o limite de demanda bioquímica de oxigênio – DBO permitido (60 mg/l). Contudo, neste caso, o tipo de óleo ou gordura em questão deve ser considerado para que assim possa ser determinado o DBO do resíduo.

A entidade PNBE – Pensamento Nacional de Bases Empresariais fez um levantamento e considera que no país apenas 2,5 a 3,5% do óleo vegetal comestível descartado é reciclado. A produção anual é da ordem de 6,1 bilhões de litros, dos quais 1,3 bilhão é exportado. Dos 4,8 bilhões no mercado nacional, cerca de 2,4 bilhões se destinam para fins comestíveis - dados de dez/2009 da ABIOVE - Associação Brasileira das Indústrias de Óleo Vegetal. Estima-se que aproximadamente metade do óleo não é ingerido nas frituras e saladas, nem fica aderido às embalagens e utensílios, estando assim livre para descarte. (SABESP, 2010)

Diante dessa problemática, nos últimos anos é crescente a busca por alternativas de reaproveitamento do resíduo do óleo de fritura em diversas atividades, destacando-se a indústria do biodiesel a produção de sabão (MARTINS et al., 2011) e o uso em rações de animais (CAMPOS, 2009).

### 3.2 LIPÍDIOS NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES

O interesse na adição de lipídios em dieta para ruminantes tem sido crescente ao longo dos últimos anos. O estudo deste nutriente é resultado do conceito de que a manipulação da dieta via suplementação com lipídios é uma forma de influenciar vários processos fisiológicos ou alterar o perfil de ácidos graxos de produtos alimentícios derivados de ruminantes (LADEIRA et al., 2011).

A utilização de gordura na dieta de ruminantes apresenta diversas vantagens como o aumento da concentração energética da dieta e diminuição do incremento calórico. Ácidos graxos produzem mais energia do que outros nutrientes orgânicos quando metabolizados pelo animal, segundo o NRC (1984), o valor energético de fontes lipídicas é no mínimo duas vezes superior do que a de grãos de cereais. Outro benefício da suplementação com gorduras é a melhoria na eficiência de síntese microbiana, que normalmente é consequência da depressão na concentração ruminal de protozoários, os quais são predadores de bactérias (IKWUEGBU; SUTTON, 1982). A ação de protozoários reduz a biomassa bacteriana livre no conteúdo ruminal (HSU et al., 1991), os protozoários podem utilizar a maioria dos carboidratos solúveis, amido e carboidratos da parede celular para seu crescimento, além de estarem associados à maior reciclagem de nitrogênio microbiano no rúmen e à redução no suprimento de aminoácidos ao intestino (IVAN et al., 2001).

Em relação à digestibilidade de outros macronutrientes (proteína e carboidratos) o uso de lipídios na dieta de ruminantes pode alterar a digestibilidade da fibra e o consumo voluntário dos nutrientes, dependendo das características da dieta utilizada (alta ou baixa

proporção e tipo de forragem), além do grau de saturação e quantidade de ácido graxo suplementado.

Os efeitos negativos dos ácidos graxos na digestão são amenizados quando a dieta basal apresenta alta proporção de forragem, devido à sua capacidade em proporcionar ambiente ruminal adequado para máxima biohidrogenação (PALMQUIST, 1988). Também, a alta inclusão de concentrado na dieta de ruminantes, pode ocasionar queda no pH ruminal (GAMA, 2004) e com isso afetar a biohidrogenação, resultando em maior fluxo de ácidos graxos poliinsaturados para o duodeno (VAN NEVEL; DEMEYER, 1988).

O tipo de volumoso pode trazer respostas variadas para dietas ricas em lipídios, resultados encontrados por Smith et al. (1993) mostraram redução dos efeitos negativo da suplementação com gordura ao substituir silagem de milho por feno de alfafa, Ben Salem et al. (1996) observou que 7% de óleo de canola não apresentou efeito sobre as dietas a base de feno, mas diminuiu a digestibilidade da fibra nas dietas contendo silagem de milho, isto ocorre, pelo fato da silagem passar pelo processo de fermentação dos carboidratos ocasionando menor rendimento da síntese de proteína microbiana, diferente das forragens frescas (NRC, 1984).

De forma geral, acredita-se que as fontes de gordura saturadas sejam menos problemáticas do que fontes insaturadas, pois segundo Russell et al. (2006) essa classe de ácidos graxos insaturados tem a capacidade de alterar a fluidez da membrana plasmática, inativar proteínas de transporte e reagir com cálcio e magnésio formando sabões insolúveis no rúmen. Para redução do efeito tóxico oriundo de ácidos graxos insaturados sobre os microrganismos do rúmen, as bactérias realizam a biohidrogenação, convertendo os ácidos graxos insaturados a saturados, tornando-os menos tóxicos, a maior parte dos ácidos graxos insaturados ingeridos, linoléico, e linolênico, são biohidrogenados, respectivamente, acima de 80 e 90% (PALMQUIST; MATTOS, 2006).

Uma das razões para as diferentes respostas à suplementação com lipídios está relacionada à quantidade de ácido graxo fornecido aos animais, segundo Hess et al. (2008) para ruminantes alimentado com alta inclusão de volumoso ou concentrado, a suplementação com gordura em 4 e 6% da MS dietética, respectivamente, causaria poucos efeitos negativos sobre os nutrientes da dieta. Bateman e Jenkins (1998) avaliaram o efeito da inclusão de níveis crescentes de óleo de soja (0, 2, 4, 6 e 8% da MS da dieta) sobre a digestibilidade total dos nutrientes dietéticos. Não foi verificado efeito do nível de suplementação sobre a digestibilidade dos nutrientes, o autor menciona que a fermentação nos intestinos pode ter compensado a redução na digestibilidade ruminal destes nutrientes. Contudo, trabalho

realizado por Hess et al. (2008) incluindo 6% de óleo de soja na matéria seca resultou em decréscimo na digestibilidade da fibra, mostrando que os efeitos da inclusão de gordura em dietas de ruminantes tem sido inconsistentes.

Existem duas teorias que são frequentemente associadas às modificações na fermentação ruminal por consequência da alta inclusão de gordura na alimentação dos ruminantes. A primeira teoria diz que as propriedades adsorptivas dos ácidos graxos insaturados que, em grandes quantidades, recobririam com cobertura hidrofóbica as partículas de alimento e/ou as células bacterianas, reduzindo a ação dos microorganismos e a digestibilidade da fibra (KOZLOSKI, 2009). Outro efeito inibitório tem sido atribuído ao efeito dos ácidos graxos insaturados sobre a fluidez das membranas citoplasmáticas, além de poder afetar a sua permeabilidade (JENKINS, 1993).

A variabilidade de respostas à suplementação lipídica pode estar relacionada ao pH ruminal (PLASCENCIA et al., 1999). A manutenção de baixos valores de pH no rúmen, pode constituir-se em uma estratégia para a proteção de fontes suplementares de lipídios insaturados (óleos) contra a biohidrogenação, possibilitando que estes cheguem ao intestino (VAN NEVEL; DEMEYER, 1988).

O uso de lipídios em dietas de ruminantes, também, pode produzir efeitos benéficos sobre o metabolismo do nitrogênio no rúmen. De acordo com Doreau e Ferlay (1995), a redução na concentração de amônia no rúmen é uma das principais características da defaunação ruminal. Ikwuegbu e Sutton (1982) realizaram a infusão de óleo de linhaça diretamente no rúmen de ovinos e observaram redução na digestão ruminal da proteína além de redução da concentração ruminal de amônia e aumento no fluxo de nitrogênio para o duodeno. Decréscimos na população de protozoários no rúmen são frequentemente associadas com redução na concentração ruminal de amônia, primariamente como um resultado de um decréscimo na proteólise de proteína bacteriana por protozoários ruminais (BRODERICK et al., 1991). A magnitude da atividade anti-protozoários dos ácidos graxos depende basicamente do seu grau de insaturação (HRISTOV et al., 2009), sendo assim, é de se esperar que fontes ricas em ácido graxos insaturados tenha grande capacidade em deprimir a população ruminal de protozoários.

### 3.3 USO DO ÓLEO DE FRITURA RESIDUAL NA DIETA DE RUMINANTES

A adição de lipídios em dietas de ruminantes tem sido bastante utilizada, contudo o alto custo dos óleos vegetais tem restringido seu uso (CAMPOS, 2009). Para que ocorra a redução destes custos, é comum o uso de ingredientes alternativos na alimentação dos animais. O óleo residual, resultante da fritura, pode ser utilizado como fonte energética na dieta, já que grande quantidade é imprópriamente descartada, tornando-se um problema ambiental (SCARPINO et al., 2014).

No Brasil, não existe regulamento que defina legalmente o monitoramento de descarte para óleos no processo de fritura (SANIBAL; MANCINI FILHO, 2004). Contudo, a determinação do ponto ideal para descarte tem impacto econômico significativo implicando em maior custo quando o óleo é descartado cedo, antes da sua degradação efetiva, e pela perda da qualidade do alimento, quando descartado tardiamente, porém, alguns parâmetros podem ser utilizados na avaliação da característica da qualidade de óleos, como a formação de espuma e fumaça durante a fritura, escurecimento intenso do óleo e do alimento e percepção de odor e sabor não característicos (O'BRIEN, 1998).

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 podem trazer implicações nutricionais a saúde humana tais como: tempo de fritura, tipo de óleo, natureza do alimento frito, além da presença de antioxidantes (TAKEOKA et al., 1997; FREIRE et al., 2013).

Sanibal e Mancini Filho (2004) mostraram que o óleo de soja residual após 50 horas de fritura, diminui os teores ácidos graxos poliinsaturados de 59,9% antes do processamento para 32,6%. Sebedio et al. (1996) estudou comparativamente os óleos de soja e de amendoim em fritura de batata em diferentes temperaturas e 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.

A natureza do alimento frito também afeta a composição do óleo utilizado no processo, quando os alimentos são empanados ou de origem animal (frango, peixe), partículas da superfície podem se desprender para o óleo, intensificando o seu escurecimento, acelerando sua degradação (FREIRE et al., 2013).

Os parâmetros mencionados anteriormente são de extrema importância quando se deseja utilizar óleo de fritura residual na dieta de ruminantes. Várias pesquisas têm sido desenvolvidas com lipídios em dietas de vacas lactantes, mas em ovinos, os estudos ainda são

incipientes. Segundo Chilliard et al. (2003), esses animais possuem comportamento alimentar e metabolismo diferenciados em relação a outras espécies de ruminantes, portanto, podem apresentar respostas distintas ao fornecimento de lipídios.

Em suplementação a dieta de ovelhas, com 3% de óleo de peixe protegido ou desprotegido, Kitessa et al. (2001) não verificaram efeito das diferentes fontes de óleos sobre a ingestão de matéria seca (MS). Da mesma forma, Maia et al. (2006a), avaliaram a adição de 5,1% de óleo de soja, canola e arroz na dieta de cabras Saanen em lactação, não encontraram diferença em relação ao consumo de nutrientes e MS, com exceção do consumo de extrato etéreo.

Apesar de poucos relatos na literatura acerca do óleo de fritura residual na dieta de ruminantes, não se tem informações de efeitos prejudiciais desse resíduo a saúde dos animais. Zinn (1988) avaliou o efeito da inclusão de 4% de óleo de fritura residual em dieta com 88% de concentrado para novilhos e não observou efeito do tratamento sobre a digestibilidade ruminal do amido, FDA e proteína, quando comparado ao tratamento controle, sem gordura suplementar. Kucuk et al. (2004) avaliou o efeito da inclusão de 0; 3,2; 6,3; 9,4% de óleo de soja na dieta de cordeiros alimentados com dieta de alta proporção de concentrados (81% da MS). O autor não observou efeito do aumento linear na inclusão de óleo sobre o sítio de extensão da digestão de fibra, amido, matéria orgânica e nitrogênio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATEMAN, II H.G.; JENKINS, T.C. Influence of soybean oil in high fiber diets fed to nonlactating cows on ruminal unsaturated fatty acids and nutrient digestibility. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.9, p.2451-2458. 1998.
- BEN SALEN, H.; NEFZAOU, A.; ABDOULI, H. et al. Effect of increasing level of spineless cactus (*Opuntia ficus indica* var. *inermis*) on intake and digestion by sheep given strawbased diets. **Animal Science**, v.62, n.2, p.293-299. 1996.
- BORTOLUZZI, O.R.S. **A poluição dos solos e águas pelos resíduos de óleo de cozinha**. 2011. 36f. (Graduação em Ciências Biológicas). Universidade Estadual de Goiás. Formosa, Goiás. 2011.
- BRODERICK, G.A.; WALLACE, R.J.; ORSKOV, E.R. Control of rate and extent of protein degradation. In: Tsuda T., Sasaki Y., Kawashima R. (Ed.). **Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants**. New York, Academic Press, 1991, p.542-592.
- CAMPOS, F.R. **Óleo de fritura residual na alimentação de tourinhos rednorte terminados em confinamento**. 2009. 48p. (Dissertação em Zootecnia). Universidade Federal de Lavras. Lavras, Minas Gerais. 2009.
- CHILLIARD, Y. et al. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.5, p.1751-1770. 2003.
- DOREAU, M.; FERLAY, A. Effect of dietary lipids on nitrogen metabolism in the rumen - A review. **Journal Livestock Science**, v.43, n.2, p.97-110. 1995.
- 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**, v.26, n.3, p.353-358, 2013.
- GAMA, M.A.S. **Desempenho, composição do leite e mecanismos envolvidos na depressão da gordura do leite (DGL) de vacas recebendo ácidos linoleicos conjugados (CLA) e óleo de peixe na dieta**. 2004. 120f. (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba. São Paulo. 2004.
- HRISTOV, A.N.; VANDER, POL M.; AGLE, M. et al. Effect of lauric acid and coconut oil on ruminal fermentation, digestion, ammonia losses from manure, 25 and milk fatty acid composition in lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.92, n.11, p.5561- 5582. 2009.
- HSU, J.T.; FAHEY, G.C.; MERCHEN, N.R.; MACKIE, R.I. Effect of defaunation and various nitrogen supplementation regimens on microbial numbers and activity in the rumen of sheep. **Journal of Animal Science**, v.69, n.3, p.1279-1289. 1991.
- 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, 2008. (Suppl. 14).

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatísticas sobre pecuária, rebanho e produção**. 2012. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br> Acesso em: 20 fevereiro 2013.

IKWUEGBU, O.A.; SUTTON, J.D. The effect of varying the amount of linseed oil supplementation on rumen metabolism in sheep. **British Journal of Nutrition**, 48, 365-375. 1982.

IVAN, M.; MIR, P.S.; KOENIG, K.M. et al. Effects of dietary sunflower seed oil on rumen protozoa population and tissue concentration of conjugated linoleic acid in sheep. **Small Ruminant Research**, v.41, n.3, p.221-227. 2001.

PITTA JUNIOR, O.S.R. et al. Reciclagem do óleo de cozinha usado: uma contribuição para aumentar a produtividade do processo. In: KEY ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE WORLD: ENERGY, WATER AND CLIMATE CHANGE – 2nd International Workshop, 2009, São Paulo. **Anais...São Paulo: UNIO – Universidade Paulista**. 2009.

JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal Dairy Science**, v.76, n.12, p.3851–3863. 1993.

KITTESSA, S.M. et al. Utilization of fish oil in ruminants. II. Transfer of fish oil fatty acids into goats' milk. **Animal Feed Science and Technology**, New York, v.89, n.3-4, p.201-208. 2001.

KOZŁOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 2ª edição. Ed. da UFSM (Santa Maria, RS), 2009.

KUCUK, O.; HESS, B.W.; RULE, D.C. Soybean oil supplementation of a high-concentrate diet does not affect site and extent of organic matter, starch, neutral detergent fiber, or nitrogen digestion, but influences both ruminal metabolism and intestinal flow of fatty acids in limit-fed lambs. **Journal of Animal Science**, v.82, n.10, p.2985-2994. 2004.

LADEIRA, M.M.; CHIZZOTTI, M.L.; CHALFUN JÚNIOR, A. Manipulação da qualidade da carne bovina via suplementação com lipídeos. In: VII SIMPÓSIO DE PECUÁRIA DE CORTE e II SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PECUÁRIA DE CORTE, 2011, Lavras, Minas Gerais **Anais...VII Simpec**. Lavras : UFLA/NEPEC, 1, 155-200. 2011.

MADRUGA, M.G. et al. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês terminados com diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.309-315. 2005.

MAPA (2004): Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 8**, de 25 de março de 2004. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortaMapa&chave=178957228>. Acesso: 15 julho 2014.

MARTINS, C.T.; CONTI, T.Z.; LISBOA, V.G. **Uma alternativa consciente de reaproveitamento do óleo de cozinha: a fabricação de sabão caseiro**. XIV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e X Encontro Latino Americano de Pós-graduação-Universidade do Vale do Paraíba, 2010.

MAIA, F.J. et al. Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: digestibilidade dos nutrientes e parâmetros ruminais e sanguíneos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.35, n.4, p.1496-1503. 2006a.

NRC-National Research Council. **Nutrient requirements of beef cattle**. 6 Ed. National Academy Press, Washington, USA. 1984.

O'BRIEN, R.D. Fats and oils: formulating and processing for applications. Lancaster: **Technomic Publishing**, p.385 – 410, 1998.

PALMQUIST, D.L. **The feeding value of fats**. In: Feed Science - World Animal Science, Disciplinary Approach B4, editado por Orskov, E.R., Elsevier Science Publishers, 1988, p.293-311.

PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de Lipídios. In: Berchielli, T.T.; Pires, A.V.; Oliveira, S.G. (Eds.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006, p.151-179.

PLASCENCIA, A.; ESTRADA, M.; ZINN, R. A. Influence of free fatty acid content on the feeding value of yellow grease in finishing diets for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.77, n.10, p.2603–2609. 1999.

RABELO, R.A.; FERREIRA, O.M. **Coleta seletiva de óleo residual de fritura para aproveitamento industrial**. 2001. 21 f. Monografia (Engenharia Ambiental) - Universidade Católica de Goiás. 2001.

RUSSELL, R.J. et al. The structure of H5N1 avian influenza neuraminidase suggests new opportunities of drug design. **Nature**, London, v.443, n.7107, p.45-49. 2006.

SANIBAL, E.A.A.; MANCINI FILHO, J. Perfil de ácidos graxos *trans* de óleo e gordura hidrogenada de soja no processo de fritura. **Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24, n.1, p.027-031. 2004.

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **PROL: Programa de Reciclagem de Óleo de Fritura da Sabesp**. 2010. Disponível em:<[http://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp\\_doctos/programa\\_reciclagem\\_oleo\\_compl\\_eto.pdf](http://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp_doctos/programa_reciclagem_oleo_compl_eto.pdf)>. Acesso em: 20 fevereiro 2013.

SEBEDIO, J.L. et al. Formation of fatty acid geometrical isomers and of cyclic fatty acid monomers during the finish frying of frozen prefried potatoes. **Food Research International**. v.29, n.2, p.109-16. 1996.

SMITH, W.A., et al. Effect of forage types on production of dairy cow supplemented with whole cottonseed, tallow and yeast. **Journal of Dairy Science**. Champaing, v.76, n.1, p.201-215. 1993.

SCARPINO, F.B.O. et al. Óleo de soja e óleo de soja residual em dietas para ovinos confinados: parâmetros sanguíneos. **Archivos de Zootecnia**. v.63, n.241, p.207-210. 2014.

TAKEOKA, G.R.; FULL, G.H.; DAO, L.T. Effect of heating on the characteristics and chemical composition of selected frying oils and fats. **Journal of the American Oil**

**Chemist's Society**, Champaign, v.45, n.8, p.3244-3249. 1997.

VAN NEVEL, C.J.; DEMEYER, D.I. Manipulation of ruminal fermentation. In: **The ruminal microbial ecosystem**. Editores: Honson PN. Elsevier Applied Science (London), 1988, p.387-443.

ZINN, R.A. Comparative feeding value of supplemental fat in finishing diets for feedlot steers supplemented with and without monensin. **Journal of Animal Science**. v.66, n.1, p.213-227. 1988.

#### **4 ÓLEO DE FRITURA RESIDUAL NA ALIMENTAÇÃO DE OVINOS: CONSUMO E DIGESTIBILIDADE\***

\*As normas deste artigo foram submetidas de acordo com a revista Czech Journal of Animal Science

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de óleo de fritura residual no consumo e digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes das dietas e balanço de nitrogênio. No ensaio do consumo e digestibilidade aparente utilizou-se 20 cordeiros da raça Santa Inês, com idade média de 90 dias e peso corporal médio inicial de  $19,29 \pm 3,17$  kg, em delineamento inteiramente casualizado. O período experimental teve duração de 19 dias, 14 dias de adaptação e cinco de coleta total das dietas fornecidas, sobras, fezes e urina. A coleta total das fezes foi realizada em coletores de plástico e pesada diariamente. A urina foi coletada em baldes de plástico e adicionada diariamente nos coletores solução de ácido clorídrico a 10%. Os animais foram alojados em gaiolas metabólicas individuais e alimentados duas vezes ao dia, com dietas a base de volumoso e concentrado (50:50), enquanto o óleo residual foi incluído nas dieta nas concentrações 0; 2; 4; 6 e 8% da matéria seca do concentrado. A adição do óleo de fritura residual não apresentou efeito significativo ( $p > 0,05$ ) no consumo de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidrato total (CHOT), carboidrato não fibroso (CNF). No entanto, o consumo de extrato etéreo (CEE) aumentou linearmente com a inclusão de óleo no concentrado,  $Y = 0,0244 + 0,0051X$  ( $p < 0,01$ ). Também, não houve efeito na digestibilidade da MS, PB, MO, FDN, FDA, CHOT e CNF e balanço de nitrogênio. A digestibilidade do EE aumentou linearmente com a inclusão do óleo na dieta,  $Y = 83,68 + 1,66X$  ( $p < 0,01$ ). A inclusão do óleo de fritura residual, na dieta de ovinos, no nível de inclusão de até 8% na matéria seca no concentrado pode ser utilizada sem prejuízo ao consumo e digestibilidade dos nutrientes.

**Palavras-chave:** biohidrogenação; lipídios; suplementação

**ABSTRACT:** This study aimed to evaluate the effect of inclusion of residual frying oil consumption and digestibility of dry matter and nutrients in the diet and nitrogen balance. In consumption test and the apparent digestibility was used 20 Santa Inês lambs, with an average age of 90 days and average body weight of  $19.29 \pm 3.17$  kg, in a completely randomized design. The experimental period lasted 19 days, 14 days of adaptation and five total collection of the diets fed, orts, feces and urine. The total collection of feces was performed on plastic collectors and weighed daily. Urine was collected in plastic buckets and added daily in collectors hydrochloric acid 10%. The animals were housed in individual metabolic cages and fed twice daily with diets based on roughage and concentrate (50:50), while residual oil was included in the diet at concentrations of 0; 2; 4; 6 to 8% of the dry matter of the concentrate. The addition of the residual frying oil had no significant effect ( $p > 0.05$ ) on dry matter (DM), crude protein (CP), organic matter (OM), neutral detergent fiber (NDF), detergent fiber acid (FDA), total carbohydrate (TC), non-fibrous carbohydrate (NFC). However, consumption of lipids (EEC) increased linearly with the inclusion of oil in the concentrate,  $Y = 0.0244 + 0.0051X$  ( $p < 0.01$ ). Also, there was no effect on the digestibility of DM, CP, OM, NDF, ADF, CNF and TCHO and nitrogen balance. The digestibility of EE increased linearly with the addition of oil in the diet,  $Y = 83.68 + 1.66X$  ( $p < 0.01$ ). The inclusion of the residual frying oil in the diet of sheep, in the inclusion of up to 8% of dry matter in the concentrate can be used without damage to the intake and digestibility of nutrients.

**Keywords:** biohydrogenation; lipids; supplementation

#### 4.1 INTRODUÇÃO

A cadeia da ovinocultura vem se destacando como uma atividade em expansão e de acordo com Lara et al. (2009), as pessoas estão se adaptando aos novos hábitos de consumo e inclusive com maior apreciação pela carne ovina, o que favorece a sua demanda e indica um potencial produto substituto a outras carnes no mercado brasileiro.

Para atender a demanda de carne no Brasil e obter um produto de qualidade, muitos produtores têm optado pela criação em confinamento. Macedo et al. (2000), estudaram a análise econômica da produção de carne de cordeiros, sob dois sistemas de terminação, concluíram que o confinamento apresentou maior retorno econômico e os animais atingiram peso de abate mais rápido, enquanto Siqueira et al. (1993) mencionam que apesar dos alto custos com alimentação em sistemas de confinamento, o uso de alimentos alternativos viabilizam a produção.

A busca pelo menor custo na produção animal tem sido direcionada para a utilização racional de todos os recursos alimentares disponíveis. Entre as fontes alternativas disponíveis, encontra-se o óleo de fritura, um resíduo altamente poluente e, na maioria das vezes, descartado de maneira inadequada. Ele apresenta características potenciais para ser empregado como fonte de lipídios na dieta de ruminantes, com menor efeito deletério no rúmen, por possuir ácidos graxos saturados (Murta, 2011).

A tentativa de utilização do óleo de fritura na alimentação animal não é prática recente e os resultados em várias espécies animais são variáveis e não conclusivos, por outro lado, estudos com óleo residual têm apresentado resultados positivos. Ávila et al. (2000) utilizando sebo e óleo vegetal, proveniente de frituras de restaurantes, como fonte de gordura encontraram aumento na extensão da biohidrogenação, com metabolismo normal dos microrganismos ruminais.

Suplementos gordurosos podem interferir na fermentação ruminal, com redução da digestibilidade dos demais nutrientes que compõem a dieta, especialmente da fibra em detergente neutro, entretanto, os efeitos negativos dependem da quantidade e da fonte lipídica empregada, pois os lipídios insaturados e os ácidos graxos de cadeia curta apresentam maiores efeitos deletérios que os saturados, sobre a fermentação ruminal (Palmquist, 1991). Nelson et al. (2008), ao avaliarem os efeitos da suplementação com gordura na carne de novilhos verificou que a dieta de milho, acrescida de 6% de óleo de fritura residual, foi mais digestível do que a dieta com cevada, acrescida de 6% de sebo bovino, o autor menciona ainda que o óleo de fritura residual, além de ser fonte mais barata de energia, apresenta teores elevados de ácido linoleico, o que contribui no aumento do ácido linoleico conjugado (CLA).

A maioria dos alimentos fornecidos para ruminantes contém baixa proporção de lipídios, entre 1 e 4% da matéria seca, porém, esse valor varia em função da digestibilidade de cada fonte de gordura, e o grau de saturação é o fator que mais interfere na digestibilidade dos ácidos graxos.

Portanto, objetivou-se com este estudo avaliar o óleo de fritura residual como fonte alimentar alternativa para aumentar a densidade energética de dietas para ovinos em crescimento, determinando a concentração ideal do óleo no concentrado, com base no consumo e digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes das dietas.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

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

#### 4.2.1 Local

O experimento foi conduzido no Centro de Pesquisa em Caprinos e Ovinos do Pará 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 é classificado como Af, equatorial, caracterizado por temperatura média anual de 26,4 °C, umidade relativa do ar de 84,0%, precipitação média anual de 3.001,3 mm e radiação solar média anual de 2.338,3 h (Bastos et al., 2002).

#### 4.2.2 Dietas Experimentais

As dietas experimentais foram formuladas de forma a serem isoprotéicas, e atender as exigências de nutrientes para cordeiros com ganho de peso médio diário de 200 g, segundo recomendações do NRC (2007), formuladas na proporção volumoso/concentrado de 50:50, com o volumoso composto por capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) cv. roxo e concentrado a base de milho moído, farelo de soja, óleo de fritura residual, sal mineral, calcário calcítico, em composição variável conforme o tratamento.

Foram avaliadas cinco concentrações de óleo de fritura residual, proveniente de microempresários que trabalham exclusivamente na venda de batata fritas, respeitando-se a normativa 8/2004 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, garantindo-se 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 do concentrado.

Os ingredientes do concentrado foram moídos a 2 mm e homogeneizados em misturador vertical, para evitar possível seleção e ingredientes pelos animais. O capim-elefante picado foi misturado ao concentrado, no momento do fornecimento da dieta aos animais. A composição químico-bromatológica dos ingredientes utilizados está na Tabela 1.

Nas dietas com óleo de fritura residual foram adicionados 100 g de antioxidante (Banox® E) por 100 kg de ração, para evitar possível oxidação dos lipídios da dieta.

**Tabela 1.** Composição química dos ingredientes utilizados na formulação das dietas experimentais.

% MS	Alimento			
	Capim elefante	Milho moído	Farelo de soja	Óleo de fritura
Matéria seca	14,78	87,19	85,70	96,18
Matéria orgânica	93,75	99,99	99,99	100,00
Proteína bruta	5,59	7,86	46,33	-
Extrato etéreo	2,33	3,99	1,57	96,18
Fibra em detergente neutro	64,94	8,98	16,37	-
Fibra em detergente ácido	37,02	5,98	12,71	-
Nitrogênio insolúvel detergente neutro	2,41	0,82	6,03	-
Nitrogênio insolúvel em detergente ácido	0,04	0,24	2,99	-
Lignina	4,12	0,31	3,75	-

**Tabela 2.** Composição percentual e bromatológica das dietas experimentais com base na matéria seca (MS).

Ingrediente	Composição percentual (%)				
	0	2	4	6	8
Capim elefante	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Grão de milho moído	24,0	23,4	23,0	22,5	22,0
Farelo de soja	24,0	23,5	23,0	22,5	22,0
Uréia	0,64	0,74	0,84	0,94	1,04
Premix	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Calcário calcítico	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91
Óleo de fritura	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00
Total	100	100	100	100	100
	Composição bromatológica (%)				
Matéria seca	50,34	50,43	50,53	50,62	50,71
Matéria orgânica	94,87	94,74	94,59	94,45	94,32
Proteína bruta	17,31	17,32	17,33	17,35	17,34
Extrato etéreo	2,51	3,38	4,25	5,13	6,02
Fibra em detergente neutro	38,09	37,96	37,83	37,70	37,58
Fibra em detergente ácido	22,99	22,90	22,80	22,71	22,61
Lignina	2,97	2,95	2,93	2,91	2,89
Nitrogênio insolúvel em detergente neutro	2,65	2,61	2,58	2,54	2,51
Nitrogênio insolúvel em detergente ácido	0,80	0,78	0,77	0,75	0,73
FDN corrigido para cinza e proteína	38,24	38,14	38,04	37,94	37,84
Nutrientes digestíveis totais*	64,62	65,64	66,66	67,68	68,71

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

### 4.2.3 Ensaio de Digestibilidade dos Nutrientes

Foram utilizados vinte cordeiros da raça Santa Inês, machos não castrados, desmamados, com idade média de 90 dias e peso corporal médio inicial de  $19,29 \pm 3,17$  kg. Os animais foram alojados em gaiolas metabólicas de madeira, com área de  $0,79 \text{ m}^2$  ( $1,31 \text{ m} \times 0,60 \text{ m}$ ), com piso ripado para facilitar a coleta de fezes, providas de bebedouro e comedouro para fornecimento de água e dietas. As gaiolas foram alojadas em galpão coberto protegido contra chuva e radiação solar direta, com aberturas laterais, para perfeita circulação de ar, visando o ambiente arejado e bem estar animal.

Antes do início do período experimental, foi efetuado controle de endo e ectoparasitos. Como medida profilática para controle de verminose, foi administrado ivermectina, na dosagem de  $0,5 \text{ ml}/25 \text{ kg}$  de peso vivo, via subcutânea, no início do período experimental. Os animais foram identificados individualmente por colar e alimentados duas vezes ao dia às 8 h e 17 h. As dietas totais foram fornecidas em quantidades suficientes para proporcionar sobras de aproximadamente 10%, ajustadas com base no consumo de matéria seca do dia anterior.

No início do período experimental os animais foram pesados e de acordo com sorteio foram distribuídos nas respectivas gaiolas. O período experimental teve duração de 19 dias, sendo 14 dias para adaptação ao ambiente, dieta e ajuste do consumo, cinco dias para coleta total das dietas fornecidas, sobras, fezes e urina.

As amostras de alimento, sobras, fezes e urina foram coletadas e pesadas durante cinco dias consecutivos e acondicionadas em recipientes de plástico identificadas e armazenadas a  $-10^{\circ} \text{ C}$ , para que não ocorresse perda de compostos nitrogenados da urina por volatilização, foi adicionada diariamente nos coletores solução de ácido clorídrico a 10%.

Ao final do período de coleta, as amostras de alimento, sobras e fezes foram descongeladas, homogeneizadas e pré-secas em estufa com ventilação forçada de ar a  $55^{\circ} \text{ C}$ , por aproximadamente 72 horas e moídas posteriormente em moinho tipo Willey, e

acondicionadas em recipientes 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) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas segundo Van Soest e Robertson (1985), pelo método sequencial, com correções para cinza e proteína.

Os valores de carboidratos totais (CHOT) foram obtidos conforme recomendações de Sniffen et al. (1992) pela fórmula:  $CHOT = 100 - (PB + EE + MM)$ , em que: PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; MM = matéria mineral.

Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados por:  $CNF = 100 - (PB + EE + FDN_{cp} + MM)$ , em que:  $FDN_{cp}$  = 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.

Na amostra de urina foi determinado o teor de nitrogênio, para o cálculo do balanço aparente de nitrogênio (BN), expresso em g/animal/dia e em g/kg<sup>0,75</sup>.

$$N \text{ retido} = N \text{ ingerido} - (N \text{ fezes} + N \text{ urina})$$

$$N \text{ absorvido} = N \text{ ingerido} - N \text{ fezes}$$

$$N \text{ ingerido} = N \text{ ofertado} - N \text{ sobras}$$

#### 4.2.4 Análise Estatística

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (concentrações de óleo no concentrado) e quatro repetições (animais). Os dados foram submetidos à análise de regressão polinomial para determinação do melhor ajuste, em função

da inclusão do óleo de fritura residual no concentrado. As análises foram realizadas por meio do software SISVAR®, avaliadas a 5% de probabilidade.

### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 4.3.1 Consumo de Matéria Seca e dos Nutrientes da Dieta

A adição do óleo de fritura residual na dieta não influenciou ( $p>0,05$ ) o consumo 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), para os três níveis de inclusão estudados (Tabela 3). No entanto, o consumo de extrato etéreo (CEE) apresentou aumento linear crescente com a inclusão do óleo no concentrado ( $p<0,05$ ), expresso em g/dia e %PV, fato perfeitamente explicável pela maior concentração de extrato etéreo nas dietas com maior inclusão de óleo.

Provavelmente o fato do óleo de fritura residual não ter apresentado efeito sobre o consumo, demonstra que a quantidade de óleo adicionado pode ser utilizada sem danos aos padrões da fermentação ruminal, principalmente em relação à digestibilidade da fração fibrosa, que está intimamente relacionado ao consumo voluntário de matéria seca.

Os resultados observados para o consumo de matéria seca no presente trabalho estão de acordo com os registrados por Nelson et al. (2008), que suplementaram a dieta de novilhos com 6% de óleo de fritura, e não verificaram efeito sobre a ingestão de MS.

**Tabela 3.** Consumo de nutrientes (g/dia, % do peso vivo - PV e unidade de tamanho metabólico - UTM) por ovinos alimentados com dietas contendo diferentes quantidades de óleo de fritura residual.

Item	Concentração de óleo no concentrado (%)					CV %	Regressão
	0	2	4	6	8		
Consumo de nutrientes (g/dia)							
MS	890	867	1071	872	945	17,73	Y=929
MO	848	816	994	798	853	17,87	Y=862
PB	159	152	184	148	157	17,05	Y=160
EE	23	32	50	51	65	13,37	Y=0,024+0,005X*
FDN	296	288	355	276	306	20,11	Y=304
FDA	180	174	214	170	185	19,46	Y=185
CHOT	666	631	759	598	630	18,46	Y=657
CNF	369	343	403	322	324	17,29	Y=352
NDT	671	661	824	650	715	18,42	Y=704
Consumo de nutrientes (%PV)							
MS	3,99	3,96	4,86	4,12	4,18	13,18	Y=4,22
MO	3,80	3,73	4,51	3,77	3,78	13,19	Y=3,92
PB	0,71	0,69	0,83	0,70	0,69	12,43	Y=0,72
EE	0,10	0,14	0,23	0,24	0,28	10,62	Y=0,112+0,023X**
FDN	1,33	1,31	1,61	1,30	1,35	15,65	Y=1,38
FDA	0,80	0,79	0,97	0,80	0,82	15,13	Y=0,84
CHOT	2,98	2,88	3,44	2,83	2,79	13,65	Y=2,98
CNF	1,65	1,57	1,83	1,52	1,43	12,10	Y=1,60
NDT	2,87	3,03	3,73	3,10	3,16	15,47	Y=3,18
Consumo de nutrientes (UTM - g/kg <sup>0,75</sup> )							
MS	86,35	85,55	105,24	88,14	91,22	13,99	Y=91,30
MO	82,29	80,50	97,65	80,66	82,39	14,02	Y=84,70
PB	15,41	15,05	18,13	15,00	15,18	13,20	Y=15,75
EE	2,30	3,20	4,97	5,19	6,31	10,69	Y=4,39
FDN	28,78	28,35	34,88	27,91	29,55	16,48	Y=29,89
FDA	17,50	17,16	21,07	17,15	17,88	15,91	Y=18,15
CHOT	64,57	62,24	74,54	60,46	60,89	14,53	Y=64,54
CNF	35,78	33,88	39,65	32,54	31,33	13,02	Y=34,64
NDT	64,98	65,40	80,89	66,05	68,96	15,31	Y=69,26

MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: fibra em detergente neutro FDA: fibra em detergente ácido; CHOT: carboidratos totais CNF: carboidrato não-fibroso. NDT: nutrientes digestíveis totais. \* p<0,01; r<sup>2</sup>=82,38.\*\* p<0,01; r<sup>2</sup>=85,53.

A inclusão de óleo em dietas para ruminantes tem sido relacionada à diminuição no consumo de matéria seca, mas a causa desse baixo consumo ainda não está bem estabelecida. A interferência dos lipídios no consumo pode estar relacionada às fontes lipídicas testadas, pois agiriam diretamente sobre os hormônios intestinais, pela oxidação de ácidos graxos no

figado e pela aceitabilidade das fontes utilizadas, outra resposta esperada é o maior tempo de retenção da digesta no rúmen, causado pela redução da taxa de degradação da fibra e aumento do efeito de preenchimento da dieta (Allen, 2000).

Por outro lado, o óleo vegetal ao passar pelo processo de fritura implica na diminuição das concentrações de ácidos graxos insaturados e aumento nos níveis de ácidos graxos saturados. Esse fato pode ter contribuído para que o ambiente ruminal se tornasse menos tóxico para os microrganismos, não interferindo no consumo de matéria seca. Por tanto, de acordo com essas informações, a fonte lipídica e seus teores na dieta não ativaram nenhum mecanismo que afetasse o consumo neste trabalho.

O consumo de proteína bruta (CPB) seguiu a mesma tendência do consumo de matéria seca, esse resultado demonstra que contrariando a afirmação de Schafhauser Jr. (2005), que dietas isoproteicas 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. Os óleos vegetais nas rações de ruminantes apresentam efeitos desejáveis, como inibição da produção de metano, redução da concentração de N-NH<sub>3</sub> ruminal, aumentos da eficiência de síntese microbiana e de ácido linoléico conjugado (Palmquist e Matos, 2006).

Um dos fatores que podem contribuir para o aumento da síntese da proteína microbiana em dietas suplementadas com gordura está relacionada à redução na população de protozoários, devido à toxicidade dos ácidos graxos, e conseqüentemente ao aumento do número de bactérias no rúmen, maior reciclagem intra-ruminal e perda de nitrogênio pelo hospedeiro, além de reduzir o fluxo de proteína microbiana para o duodeno (Ikwuegbu e Sutton, 1982; Jenkins, 1993). Murta (2011), em pesquisa com diferentes tipos de gordura notou que a dieta com óleo de soja reciclado apresentou maior síntese de proteína microbiana.

O fato do consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) ter seguido a mesma tendência do CMS pode ser explicado pela qualidade da FDN da forragem utilizada na dieta,

a qual apresentou níveis adequados de fibra, o que contribuiu para aumentar a taxa de degradação e passagem da digesta pelo rúmen. A utilização de fontes de gordura, especialmente óleos vegetais, não tem gerado redução no consumo de matéria seca em alguns experimentos, sendo esta resposta ligada a qualidade da FDN da forragem.

Esse resultado pode ser explicado, também, pelo aumento dos níveis de ácidos graxos saturados no óleo de fritura, o qual após passar pelo processo de aquecimento, diminui os ácidos graxos poliinsaturados, tornando o ambiente ruminal menos ácido, evitando a diminuição da população de microorganismos do rúmen, e conseqüentemente reduzindo os efeitos negativos sobre o consumo de fibra.

Em resultados semelhantes ao deste trabalho, Schafhauser Jr. (2005) avaliando níveis crescentes de óleo de arroz (3,5; 5; 6,5 e 8%) verificaram diminuição linear no CFDN à medida que aumentou a participação do óleo na dieta. Por outro lado, Montgomery et al. (2008) notaram que a suplementação com óleo de linhaça na dieta de novilhos, não afetou a ingestão de FDN, contudo, o autor ressalta que os efeitos da suplementação de gordura sobre o consumo têm sido inconsistentes.

Pode-se constatar ainda que o consumo de NDT não acompanhou o nível de inclusão do óleo de fritura na dieta, como esperado quando se adiciona lipídios na dieta de ruminantes. Como comentado anteriormente, o óleo de fritura residual não influenciou no consumo de MS, portanto, o fato do consumo de NDT ter sido semelhante entre as dietas mostra que, o consumo de matéria seca está relacionado ao atendimento das exigências energéticas dos animais. Segundo Jenkins (1993), a vantagem da utilização de lipídios em dietas deve-se ao incremento da densidade calórica da dieta, em razão de seu elevado valor energético, além de permitir aumento no consumo de energia e balanço mais adequado entre carboidratos estruturais e não-estruturais, para a otimização do consumo de fibra e energia digestível.

A adição de gordura na dieta de ruminantes, segundo Allen (2000), contribui para a redução no consumo de CNF, principalmente se o aporte de nitrogênio não estiver equilibrado com os carboidratos fermentáveis, que pode gerar aumento de amônia livre no rúmen. O autor menciona ainda que a redução no consumo de CNF reduz o efeito inibidor do propionato sobre o centro nervoso do consumo. O consumo de carboidratos totais (CCHOT) seguiu a mesma tendência do consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF), sendo este resultado esperado, já que não houve efeito sobre o consumo de MS.

#### 4.3.2 Digestibilidade Aparente da Matéria Seca e dos Nutrientes da Dieta

Observa-se que os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MO, PB, FDN, FDA, CNF e NDT, não foram afetados significativamente ( $P>0,05$ ) pela adição do óleo de fritura na dieta, Tabela 4.

**Tabela 4.** Digestibilidade aparente dos nutrientes (%) e concentração de NDT obtida em ovinos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo de fritura.

	Concentração de óleo de fritura no concentrado (%)					CV%	Regressão
	0	2	4	6	8		
Digestibilidade							
MS	72,54	73,33	74,88	71,84	73,04	4,42	Y=73,13
MO	75,97	76,34	77,17	74,03	74,63	4,02	Y=75,63
PB	78,20	78,40	79,41	78,10	78,42	3,52	Y=78,51
EE	83,09	88,00	89,29	94,49	96,48	3,37	Y=83,68+1,66X*
FDN	52,96	53,63	57,50	52,40	55,23	11,54	Y=54,34
FDA	33,40	34,93	39,74	35,33	37,85	23,61	Y=36,25
CNF	90,47	91,25	88,68	94,41	93,39	2,88	Y=91,64
Concentração de NDT (%)	75,20	76,06	76,88	74,71	75,76	3,70	Y=75,72

MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: fibra em detergente neutro FDA: fibra em detergente ácido; CNF: carboidrato não-fibroso; NDT: nutrientes digestíveis totais. \* ( $p<0,01$ );  $r^2=76,30$ .

A digestibilidade do extrato etéreo (EE) apresentou efeito linear crescente com a inclusão do óleo na dieta ( $p < 0,05$ ), esse resultado era esperado como consequência do aumento no consumo de extrato etéreo, além disso, a concentração de ácidos graxos insaturados presentes no óleo de fritura contribui para o aumento no coeficiente de absorção, em razão da formação de monoglicerídios no intestino, que atuam como agente emulsificante, facilitando a formação de micelas. Segundo Silva et al. (2007), normalmente a digestibilidade ruminal do EE tende a ser negativa, em razão da síntese lipídica microbiana a partir dos produtos da fermentação dos carboidratos, no entanto, o aumento no grau de insaturação de ácidos graxos fornecidos nas dietas podem aumentar a digestibilidade de ácidos graxos. Além disso, quando a ingestão de ácidos graxos insaturados é muito grande a capacidade dos microrganismos do rúmen de biohidrogenar pode ser excedida, com maior absorção intestinal de ácidos graxos insaturados.

O nível ótimo de inclusão de lipídios na forma de óleo de fritura seria de 4% de MS neste trabalho, isto representa teores de extrato etéreo máximo próximo de 6-7% na MS, porém este valor pode variar em função da digestibilidade de cada fonte de gordura (Hess et al, 2008; Leite, 2006). Kucuk et al. (2004) e Atkinson et al. (2006) afirmam que a suplementação com ácidos graxos até 9,4% não afeta a digestibilidade dos componentes da dieta. Contudo, diversos fatores podem influenciar na digestibilidade dos ácidos graxos, como o consumo de matéria seca, características da dieta basal e a fonte de gordura utilizada.

A suplementação com gordura tem proporcionado diminuição na digestibilidade da matéria seca, ocasionando diminuição no CMS (Allen, 2000), fato esse não observado no presente estudo, o que pode estar mais relacionado à quantidade de óleo presente na dieta e não ao tipo de óleo ou nível de insaturação, mesmo o óleo de fritura sendo classificado como fonte de ácido graxo poliinsaturado com 32,6% de insaturação (Sanibal e Mancini Filho, 2004).

Quanto à digestibilidade da FDN, seguiu a mesma tendência da digestibilidade da MS, esse efeito pode estar relacionado à quantidade de forragem presente na dieta, devido à capacidade desta de proporcionar ambiente ruminal adequado para máxima biohidrogenação, pois dietas com até 50% de forragem são pouco afetadas pelo uso de lipídios insaturados, pois os ácidos graxos associam-se as superfícies hidrofóbicas das partículas de alimento, diminuindo a toxicidade das gorduras, mantendo o funcionamento normal do rúmen (Palmquist 1988; Bateman e Jenkis 1998), além disso, o nível de forragem na dieta pode afetar o fluxo de ácidos graxos insaturados para o intestino delgado aumentando a extensão da biohidrogenação (Jenkins, 1994; Looor et al., 2003).

O resultado encontrado neste trabalho vai de acordo com o observado por Atkinson et al. (2006) que avaliando níveis de inclusão de óleo de cártamo na dieta de ovinos (0, 3, 6, 9%) constataram que a digestibilidade da FDN não foi influenciada pelo aumento do óleo.

Outro fator que pode ter contribuído para que o óleo de fritura não afetasse a digestibilidade da FDN está relacionado ao perfil dos ácidos graxos presentes no óleo de fritura. O processo de fritura leva à diminuição na concentração dos ácidos graxos poliinsaturados e, por conseqüência, a um aumento proporcional dos ácidos graxos saturados (Lopes et al., 2004). Os ácidos graxos insaturados são tóxicos para as bactérias gram-positivas cujo mecanismo pode envolver uma alteração na permeabilidade da membrana celular, que reduz a capacidade da célula regular o pH intracelular e a captação de nutrientes (Leite, 2006).

Experimento realizado por Doreau et al. (1991) avaliando a inclusão de 5 e 10% de óleo de canola na dieta de ruminantes, concluíram que não houve efeito significativo na digestibilidade da fibra, fato que foi relacionado ao grau de saturação do óleo de canola, já que este apresenta em sua composição 62,6% de ácidos graxos monoinsaturados (Cancian, 2010). O resultado encontrado por estes autores estão de acordo com os resultados do presente trabalho, principalmente porque o óleo de soja ao passar pelo processo de fritura apresenta

26,64% de gordura monoinsaturada (Sanibal e Mancini Filho, 2004), evidenciando que o óleo de fritura residual pode ser utilizado sem prejuízo a digestibilidade da fibra.

Os valores de NDT (% MS) da dieta não apresentaram resultado significativo com a inclusão do óleo de fritura residual, podendo ser explicado pelo fato do óleo não ter substituído o CNF da dieta, a vantagem da utilização de lipídios em dietas deve-se ao incremento da densidade calórica da dieta (Jenkins, 1993).

Em relação à digestibilidade dos CNF, Schafhauser Jr. (2005) mencionam que existe uma correlação positiva entre consumo de EE e CNF, em função da correlação negativa entre CNF e FDN. Contudo no presente trabalho a digestibilidade dos carboidratos não fibrosos acompanhou a mesma tendência das demais variáveis estudadas, isto pode ter sido ocasionado pelo perfil dos ácidos graxos presentes no óleo de fritura, pois com o aumento da temperatura durante o processo de fritura ocorre diminuição dos ácidos graxos insaturados, favorecendo a digestibilidade dos CNF sem afetar a digestibilidade da fibra. Hussein et al. (1995) avaliando a inclusão da semente de canola na dieta de ruminantes observaram que a ingestão e o consumo de CNF não foi afetado pela inclusão da semente na dieta, Kucuk et al. (2004) mencionam que a digestibilidade do amido não foi afetado ao incluir 9,4% de óleo de canola no concentrado.

#### **4.3.3 Balanço de Nitrogênio**

Na tabela 5, pode ser observado que o balanço de nitrogênio não foi alterado ( $P>0,05$ ) pela adição do óleo de fritura na dieta dos ovinos.

**Tabela 5:** Balanço de nitrogênio em ovinos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo de fritura no concentrado.

Parâmetros	Concentração de óleo no concentrado (%)						CV %	Regressão
	0	2	4	6	8			
Nitrogênio ingerido, g/dia	25,32	25,30	30,87	25,03	25,99	15,73	Y=26,50	
Nitrogênio absorvido, g/dia	19,80	20,10	24,89	19,79	20,54	15,88	Y=21,02	
Balanço de nitrogênio, g/dia	19,72	19,98	24,68	19,65	20,11	16,13	Y=20,83	
Balanço de nitrogênio, g/kg de PV <sup>0,75</sup>	2,48	2,50	3,03	2,52	2,51	12,37	Y=2,61	

p>0,05.

Esse resultado indica que a inclusão do óleo de fritura residual não interferiu na absorção e utilização do nitrogênio ingerido, fato que pode estar relacionado ao consumo e digestibilidade da proteína bruta que também não sofreu influência dos níveis de inclusão de óleo na dieta.

Os teores de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) da fração fibrosa do alimento, também, podem influenciar o balanço de nitrogênio (Carvalho, 2006), pois os compostos nitrogenados presentes nesta forma são indisponíveis para o animal, no caso do presente trabalho, o teor de NIDA e NIDN da forragem são consideráveis normais para os padrões das gramíneas tropicais, 0,04 e 2,41% MS, respectivamente, que garantiu bom aproveitamento do nitrogênio pelo animal.

Como o óleo de fritura não influenciou o consumo de nitrogênio, o nitrogênio ingerido pelos animais do presente trabalho, superou as exigências diárias de ingestão de nitrogênio para cordeiros com ganhos de 200 g/dia que é de 19,7 g, segundo NRC (2007). O atendimento das exigências em nitrogênio evita mobilização de nitrogênio de reserva do animal e limita a excreção de nitrogênio urinário (Van Soest, 1994).

Os resultados encontrados no presente trabalho estão de acordo com os dados observados por Machmüller e Kreuzer (1999) e Morgado et al., (2014), o qual verificaram que

a suplementação com 7% e 4,2%, respectivamente, de óleo na dieta de ovinos não observaram diferença nas quantidades de nitrogênio retido, ingerido e absorvido.

#### 4.4 CONCLUSÃO

O óleo de fritura residual apresenta-se como uma boa opção como fonte alternativa na suplementação lipídica de animais ruminantes, com inclusão de até 8% no concentrado ou 4% da matéria seca da dieta total, não apresentando efeitos negativos sobre consumo e digestibilidade da matéria seca e nutrientes da dieta, e no balanço de nitrogênio.

#### 4.5 REFERÊNCIAS

- Atkinson R.L., Scholljegerdes E.J., Lake S.L., Nayigihugu V., Hess B.W., Rule D.C. (2006): Site and extent of digestion, duodenal flow, and intestinal disappearance of total and esterified fatty acids in sheep fed a high-concentrate diet supplemented with high-linoleate safflower oil. *Journal of Animal Science*, 84, 387-396.
- Avila C.D., De Peters E.J., Perez-Monti H., Taylor S.J., Zinn R.A. (2000): Influences of saturation ratio of supplemental dietary fat on digestion and milk yield in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 80, 2204-2212.
- Allen M.S. (2000): Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, 83, 1598-1624.
- AOAC (1995): *Official Methods of Analysis*. 16 Ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
- Bastos, T.X., et al. (2002): Aspectos climáticos de Belém nos últimos cem anos. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 31p (EMBRAPA – CPATU. Documento, 128).
- Bateman II H.G., Jenkins T.C. (1998): Influence of soybean oil in high fiber diets fed to nonlactating cows on ruminal unsaturated fatty acids and nutrient digestibility. *Journal of Dairy Science*, 81, 2451-2458.
- Canciam C.A. (2010): Efeito da temperatura na viscosidade de óleos vegetais refinados. *Publicatio UEPG: Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias*. 16, 07-12.

- Carvalho E.M. (2006): Torta de dendê (*Elaeis guineensis*, Jacq) em substituição ao feno de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) na alimentação de ovinos. 40f. Dissertação em Zootecnia-Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.
- Doreau M., Legay F., Bauchart D. (1991): Effect of source and level of supplemental fat on total and ruminal organic matter and nitrogen digestion in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 74, 2233.
- Hess B.W., Moss G.E., Rule D.C. (2008): 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).
- Hussein H.S., Merchen N.R., Fahey JR. G.C. (1995): Effects of forage level and canola seed supplementation on site and extent of digestion of organic matter, carbohydrates, and energy by steers. *Journal of Animal Science*, 73, 2458-2468.
- Ikwuegbu O.A., Sutton J.D. (1982): The effect of varying the amount of linseed oil supplementation on rumen metabolism in sheep. *British Journal of Nutrition*, 48, 365-375.
- Jenkins T.C. (1993): Lipid metabolism in the rumen. *Journal Dairy Science*, 76, 3851-3863.
- Jenkins T.C. (1994): Regulação do metabolismo lipídico no rúmen. *Journal of Nutrition*, 124, 1372S -1376S.
- Kucuk O., Hess B.W., Rule D.C. (2004): Soybean oil supplementation of a high-concentrate diet does not affect site and extent of organic matter, starch, neutral detergent fiber, or nitrogen digestion, but influences both ruminal metabolism and intestinal flow of fatty acids in limit-fed lambs. *Journal of Animal Science*, 82, 2985-2994.
- Lara V., Carrer C.C., Gameiro A.H., Firetti R. (2009): O mercado nacional da ovinocultura. Disponível em: <http://www.abz.org.br/publicacoes-tecnicas/anais-zootec/palestras/22279-mercado-nacional-ovinocultura.html>. Acesso em: 15 fev. 2014.
- Leite L.C. (2006): 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. Doutorado. Piracicaba, São Paulo: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 97f.
- Lopes M.R.V., Sauced-Pimentel S., Caruso M.S.F., Jorge N., Ruvieri V. (2004): Composição de ácidos graxos em óleos e gorduras de fritura. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 3, 168-176.
- Loor J.J., Hoover W.H., Miller-Webster T.K., Herbein J.H., Polan C.E. (2003): Biohidrogenação de ácidos graxos insaturados em fermentadores de cultura contínua durante a digestão de orchardgrass ou trevo vermelho com três níveis de suplementação de milho moído. *Journal of Animal Science*, 81, 1611 -1627.
- Macedo F.A.F., Siqueira E.R., Martins E.N. (2000): Análise econômica da produção de carne de cordeiros sob dois sistemas de terminação: pastagem e confinamento. *Ciência Rural*, Santa Maria, 30, 677-680.

- Machmüller A.; Kreuzer M. (1999): Methane suppression by coconut oil and associated effects on nutrient and energy balance in sheep. *Canadian Journal of Animal Science*, Ottawa, 79, 65-72.
- Montgomery S.P., Drouillard J. S., Nagaraja T. G., Titgemeyer E.C., Sindt J.J. (2008): Effects of supplemental fat source on nutrient digestion and ruminal fermentation in steers. *Journal of Animal Science*, 86, 640-650.
- Morgado E.S., Ezequiel J.M.B., Galzerano L. Santos V.C. (2014): Consumo, digestibilidade e balanço de nitrogênio de cordeiros alimentados com alto teor de amido ou fibra solúvel em detergente neutro associados ao óleo de girassol. *Revista Semina: Ciências Agrárias*, 35, 457-466.
- Murta R.M. (2011): Fontes lipídicas na alimentação de vacas lactantes. Doutorado em Zootecnia. Itapetinga, Bahia: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. 78 p.
- NRC (1984): Nutrient requirements of beef cattle. 6 Ed. National Academy Press, Washington, USA.
- NRC (2007): Nutrients requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. Washington, USA.
- Nelson M.L., Busboom J. R., Ross C.F., O'Fallon J.V. (2008): Effects of supplemental fat on growth performance and quality of beef from steers fed corn finishing diets. *Journal of Animal Science*, 86, 936-948.
- Palmquist D.L. (1988): The feeding value of fats. In: *Feed Science - World Animal Science, Disciplinary Approach B4*, editado por Orskov, E.R., Elsevier Science Publishers, 293-311.
- Palmquist D.L. (1991): Influence of source and amount of dietary fat on digestibility in lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 74, 1354-1360.
- Palmquist D.L., Mattos W.R.S. (2006): Metabolismo de Lipídios. In: Berchielli T.T., Pires A.V., Oliveira S.G. (Eds.). *Nutrição de ruminantes*. Jaboticabal: Funep, 151-179.
- Sanibal E.A.A., Mancini Filho J. (2004): Perfil de ácidos graxos *trans* de óleo e gordura hidrogenada de soja no processo de fritura. *Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 24, 027-031.
- Siqueira E.R., Amarante A.F.T., Fernandes S. (1993): Estudo comparativo da recria de cordeiros em confinamento e pastagem. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 5, 17-28.
- Silva M.M.C., Rodrigues M.T., Rodrigues C.A.F., Branco R.H., Leão M.I., Magalhães A.C.M., Matos R.S. (2007): Efeito da suplementação de lipídios sobre a digestibilidade e os parâmetros da fermentação ruminal em cabras leiteiras. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 246-256.

Schafhauser Jr. J. (2005). Níveis crescentes de gordura de arroz para vacas leiteiras de alta produção no início da lactação. Doutorado em Zootecnia. Porto Alegre, Rio Grande do Sul: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 140 p.

Sniffen C.J., Connor J.D., Van Soest P.J. (1992): A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II – Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, 70, 3562-3577.

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: [www.ufv.br/cqbal](http://www.ufv.br/cqbal). Acesso em: 18/05/2014.

Van Soest P.J., Robertson J.B. (1985): Analysis of forages and fibrous foods. AS 613 Manual, Department of Animal Science, Cornell University, Ithaca, NY, 202.

Van Soest P.J. (1994): Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 476 p.