

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CAMPUS DOIS VIZINHOS  
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA

FERNANDA CAMILA HONORATO

**CINÉTICA RUMINAL *IN VITRO* DE SUBPRODUTOS DO  
BIODIESEL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOIS VIZINHOS  
2018

FERNANDA CAMILA HONORATO

**CINÉTICA RUMINAL *IN VITRO* DE SUBPRODUTOS DO  
BIODIESEL**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso de Zootecnia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, como requisito parcial à obtenção do título de Zootecnista.

Orientador: Dra. Ana Carolina Fluck

DOIS VIZINHOS

2018



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Campus Dois Vizinhos  
Gerência de Ensino e Pesquisa  
**Curso de Zootecnia**



**TERMO DE APROVAÇÃO**  
**TCC II**

**CINÉTICA RUMINAL *IN VITRO* DE SUBPRODUTOS DO BIODIESEL**

Autora: Fernanda Camila Honorato  
Orientadora: Dr. Ana Carolina Fluck

TITULAÇÃO: Zootecnista

APROVADA em 19 de novembro de 2018.

---

Mestrando Alexandre Augusto Auache  
Filho

---

Drº. Olmar Antônio Denardin Costa

---

Profª.Drª. Ana Carolina Fluck  
(Orientadora)

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus por me dar saúde, oportunidade, amparo em todos os momentos, e forças para conquistar meus objetivos até o momento.

A minha família que eu amo muito e que me dão forças e suporte para estar aqui até hoje, que sempre estiveram do meu lado me dando muito amor e incentivo. Lúcia, Angelino, Fabiana, Jorge, Leonardo, Leandra, Amanda.

A minha irmã Fabiana que foi muito importante para mim nessa fase da minha vida, sempre me ajudando e dando forças para chegar até aqui.

A minha madrinha e meu padrinho que me ajudaram muito, e que eu amo muito.

A Prof. Dr. Ana Carolina Fluck pela orientação, pela dedicação, pela experiência e pelos ensinamentos.

Aos professores da universidade que contribuíram para minha formação.

As minhas amigas que estão comigo já há algum tempo, e que são muito importantes para mim, Vitória, Ana.

Aos meus colegas de laboratório, pelo companheirismo e dedicação, Ana, Olmar, Rodrigo, Renata, Laura.

**Muito obrigada!**

## RESUMO

HONORATO, Fernanda C. Cinética ruminal *in vitro* de resíduos de agroindústria. 32f Trabalho (conclusão de Curso) – Programa de Graduação em Bacharelado em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2018.

A utilização dos subprodutos de agroindústrias na alimentação animal se torna uma alternativa viável economicamente evitando seu descarte no meio ambiente, podendo causar poluição ambiental, e sendo uma opção para a época onde se tem escassez de alimentos. O objetivo do trabalho é avaliar os parâmetros relativos à cinética de degradação ruminal *in vitro*, de três subprodutos provenientes da extração de óleo para biodiesel: torta de amendoim, farelo de canola, e torta de caroço de algodão. O trabalho foi conduzido no Laboratório de Parasitologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos. Para isso, amostras foram pesadas em frascos e mensuradas as pressões de pressão e volume nos horários: 1, 2, 3, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 24, 30, 36, 48, 72 horas após o material foi incubado, para a estimativa da degradação e parâmetros da cinética ruminal *in vitro*. Para obtenção dos resultados foi aplicado um modelo matemático para estimar cada parâmetro. Foram verificados efeito de horas, tratamento, média e erro. Para os efeitos de hora foi utilizado o método de regressão do SAS. Os parâmetros do modelo não linear M3 foram estimados pelo procedimento NLIN do SAS. Os subprodutos podem ser utilizados na alimentação dos ruminantes devido ao valor nutricional desses alimentos semelhantes ao dos alimentos tradicionais.

**Palavras chave:** Parâmetros relativos, Degradabilidade, Composição nutricional.

## ABSTRACT

HONORATO, Fernanda C. Ruminant kinetics *in vitro* of waste agro-industry. In 2018. 32f. TCC (Labor Course Completion) – Undergraduate Degree in Animal Science, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2018.

The use of the by-products of agroindustries in animal feed becomes a viable alternative economically avoiding their disposal in the environment, which can cause environmental pollution, and being an option for the time of food shortage. The objective of this work is to evaluate the parameters related to the *in vitro* ruminal degradation kinetics of three by-products from the extraction of oil for biodiesel: peanut pie, canola meal, and cotton seed pie. The work was conducted in the Laboratory of Parasitology of the Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos. For this, samples were weighed in flasks and pressure and volume pressures were measured at times: 1, 2, 3, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 24, 30, 36, 48, 72 hours after the material is incubated for the estimation of degradation and parameters of ruminal kinetics *in vitro*. To obtain the results, a mathematical model was applied to estimate each parameter. Were verified effect of hours, treatment, average and error. For the time effects the SAS regression method will be used. The parameters of the nonlinear model M3 (previously described) were estimated by the procedure NLIN do SAS. The products can be used in ruminant feeds because of the nutritional value of these food similar to traditional foods.

**Key words:** Relative Parameters, Degradability, Nutritional composition.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Meio de cultura sob pressão de Dióxido de Carbono. ....	24
<b>Figura 2:</b> Inóculo pronto adicionado ao meio de cultura sob pressão de Dióxido de Carbono. ....	25
<b>Figura 3:</b> Equipamentos utilizados para realização da metodologia. ....	25
<b>Figura 4:</b> Regressão robusta do volume de gás em função da pressão. Incubação: defarelo de canola, torta de caroço de algodão e torta de amendoim. Dois Vizinhos, 2018. ....	27
<b>Figura 5:</b> Curva de degradação ruminal in vitro do Farelo de Canola. Dois Vizinhos, 2018.....	29
<b>Figura 6:</b> Curva de degradação ruminal in vitro da Torta de Caroço de Algodão. Dois Vizinhos, 2018. ....	30
<b>Figura 7:</b> Curva de degradação ruminal in vitro da Torta de Amendoim. Dois Vizinhos, 2018.....	30

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Composição nutricional do farelo de canola e torta de caroço de algodão e torta de amendoim. ....	23
<b>Tabela 2:</b> Protocolo do Preparo das soluções que compõem o meio de cultura. ....	24
<b>Tabela 3:</b> Parâmetros cinéticos do Farelo de Canola. ....	32
<b>Tabela 4:</b> Parâmetros cinéticos da Torta de caroço de Algodão. ....	33
<b>Tabela 5:</b> Parâmetros cinéticos da Torta de Amendoim. ....	34

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2. OBJETIVO .....</b>	<b>11</b>
2.1. OBJETIVO GERAL .....	11
2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO.....	11
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>12</b>
3.1. SUSTENTABILIDADE NA PRODUÇÃO ANIMAL .....	12
<b>3.1.1. Subprodutos na alimentação de ruminantes .....</b>	<b>12</b>
3.2. SUBPRODUTOS DO BIODIESEL.....	14
<b>3.2.1. Farelo de Canola (<i>Brassica napus</i> L. var oleífera).....</b>	<b>15</b>
<b>3.2.2. Torta de Carço de Algodão (<i>Gossypium hirsutum</i> L. r latifolium Hutch) .....</b>	<b>17</b>
<b>3.2.3. Torta de Amendoim (<i>Arachis hypogaea</i>).....</b>	<b>18</b>
3.3. FATORES ANTINUTRICIONAIS .....	19
3.4. CINÉTICA RUMINAL <i>IN VITRO</i> .....	20
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>22</b>
4.1. PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS SILOFÉRTIL®.....	22
4.2. CINÉTICA DE DEGRADAÇÃO RUMINAL <i>IN VITRO</i> .....	23
4.3. ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	26
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>27</b>
5.1. PRESSUPOSIÇÕES DE LINEARIDADE ENTRE A PRESSÃO E O VOLUME DOS GASES.	27
5.2. COMPORTAMENTO DA CURVA DE DEGRADAÇÃO RUMINAL <i>IN VITRO</i> DO FARELO DE CANOLA, TORTA DE CARÇO DE ALGODÃO E TORTA DE AMENDOIM .....	28
5.3. PARÂMETROS DA CINÉTICA RUMINAL <i>IN VITRO</i> DO FARELO DE CANOLA, TORTA DE CARÇO DE ALGODÃO E TORTA DE AMENDOIM.....	32
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>36</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Com o acentuado crescimento do agronegócio brasileiro, surgem várias preocupações com a quantidade e diversidade dos resíduos agrícolas e agroindústrias e seu possível descarte no ambiente. Segundo Rosa et al. (2011), a produção de algumas culturas no Brasil, dá origem a volumes elevados de resíduos. O acúmulo de grandes volumes destes resíduos armazenados em locais inadequados tem representado um sério problema de contaminação ambiental, principalmente dos recursos hídricos e solo (PEREIRA et al., 2009).

Visando a sustentabilidade, em 2004 o governo brasileiro criou o programa interministerial denominado Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), alavancando o crescimento da agroindústria de produção e processamento de diferentes oleaginosas com potencial para a produção de biodiesel. Assim, com a produção em larga escala, a preocupação quanto aos resíduos gerados por esta produção acabou criando uma alternativa dentro da alimentação animal.

O uso de subprodutos gerados pela agroindústria já a muito se demonstra promissor como alimento concentrado na nutrição animal. Muitos desses subprodutos podem ser utilizados principalmente como suplemento, a escassez da forragem devido à estacionalidade. Sua utilização pode resultar em aumento na produção e será de baixo custo em comparação aos ingredientes tradicionais, em especial para o produtor com acesso fácil aos subprodutos. Porém, alguns desses possuem fatores antinutricionais, que irão interferir na degradação do alimento pelo animal, causando perdas no desempenho e produção.

Para se ter mais conhecimentos sobre os alimentos e seus nutrientes, técnicas laboratoriais como a cinética de degradação ruminal *in vitro* podem ser mais práticas e possibilitam a quantificação das características intrínsecas do alimento através da cinética (MERTENS, 2005). Sua aplicabilidade representa baixo custo, rapidez e eficácia na reprodução de resultados *in vivo*.

Alcalde et al. (2001), também descreve como vantagens da utilização da cinética, a uniformidade físico-químico, do ambiente de fermentação e o proveito de se manter poucos animais fistulados. A possibilidade de trazer resultados fracionados quanto os parâmetros de fermentação ruminal, tais como tempo de latência, taxa e velocidade de degradação, tomam essa técnica um atrativo na análise de alimentos para animais ruminantes.

## **2. OBJETIVO**

### 2.1. Objetivo Geral

Avaliar os parâmetros relativos à cinética de degradação ruminal *in vitro*, com a extração de óleos obtidos de três subprodutos: farelo de canola, torta de caroço de algodão e torta de amendoim.

### 2.2. Objetivo Específico

- Apresentar os componentes nutricionais dos resíduos;
- Estimar o tempo de latência, a taxa de velocidade de degradação e volume de produção de gás de cada resíduo e compará-los.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Sustentabilidade na produção animal

Macedo (2009) relata que a exploração racional e ambientalmente correta, sustentabilidade da produção e os mecanismos de desenvolvimento limpo são atuais e cada vez mais discutidos no desenvolvimento agropecuário. Já Rosa et al. (2011), cita que no Brasil a produção de algumas culturas acaba acarretando em grandes quantidades de resíduos produzidos, que através de processamento podem ser utilizados na alimentação animal.

Na produção animal, os alimentos representam a maioria dos custos de produção, tornando indispensável o uso eficiente dos recursos disponíveis para maximizar o desempenho dos animais (VAN CLEEF et al., 2012). Está destinada a estes sistemas a maior parte da produção nacional de farelo de soja e milho, constituindo um grande elo com a agroindústria brasileira, fazendo grande movimentação de insumos das indústrias químicas como: aminoácidos, micro ingredientes e vitaminas (ANDRIGUETTO, 2002).

Em busca de um sistema que proporcione o desempenho dos animais através de uma alimentação que tenha baixo custo e atendendo as exigências nutricionais, tem-se uma busca constante por ingredientes alternativos (SILVA, 2010). Como uma alternativa para melhoria da eficiência produtiva e econômica dos sistemas de produção, os coprodutos e subprodutos de agroindústria podem ser utilizados como suplementos na alimentação animal (HENTZ, 2010).

##### 3.1.1. Subprodutos na alimentação de ruminantes

Existem diversas dúvidas quanto ao termo adequado a utilizar quando nos referimos aos alimentos alternativos utilizados na nutrição animal. Assim, Quintella et al. (2009), sugerem que coprodutos podem ser descritos como resíduos que tem mercado para venda, subprodutos para os que são vendidos quando economicamente viáveis, e de efluentes os que são descartados e que muitas vezes tem que ser tratados antes do descarte, gerando prejuízo.

Fadel (1999), caracteriza o subproduto utilizado na alimentação animal como aquele material obtido ao final de processamento agroindustrial e que pode ser utilizado nutricionalmente. Já Chaves et al. (2014), descrevem que o termo subproduto geralmente traz alguma conotação negativa a esses alimentos, porém, quando analisados sob um aspecto de

nutrição, muitas vezes se apresentam como fontes nutricionais com qualidades excepcionais. Van Cleef et al. (2012), relatam que a utilização de subprodutos agroindustriais como fonte de nutrientes em dietas animais tem sido praticada há décadas, devido a alta produção desses materiais anualmente. Geralmente, os subprodutos dentro da alimentação animal, principalmente de animais ruminantes, entram como alternativas à substituição aos tradicionais subprodutos milho e soja (MENEGETTI e DOMINGUES, 2008). Porém, a sua utilização deve se atentar aos custos econômicos (CHAVES et al., 2014).

Pedroso e Carvalho (2006), sugerem que devem ser levados em consideração os custos logísticos, possíveis perdas na armazenagem, teor de matéria seca, composição nutricional, além do resultado esperado à introdução destes alimentos na dieta. Corroborando com tal afirmativa, Oliveira et al. (2013), citam que o emprego de subprodutos na alimentação de ruminantes resulta em aumento da demanda com conseqüente redução da vantagem diferencial de preço dos ingredientes tradicionais permitindo que o produtor ao incluir esses alimentos na dieta, deve estar atento a sua disponibilidade, qualidade nutricional e o custo em relação aos alimentos tradicionais.

Outro fator a ser levado em consideração quanto ao uso adequado de subprodutos é frequentemente dificultado pelo conhecimento inadequado de suas características e valores nutricionais e seu efeito sobre os animais quando utilizados na alimentação animal (MENEGETTI, 2008), muitas vezes apresentando fatores antinutricionais ou tóxicos aos ruminantes.

Buscando reduzir os custos e a sustentabilidade dos sistemas de produção de ruminantes, Oliveira et al. (2012), apontam como solução a utilização de alimentos regionais alternativos da agroindústria, oriundos da lavoura de grãos, da fruticultura e de empresas processadoras de frutas, e de indústrias de biocombustíveis. Esses mesmos autores ainda relatam que recentemente há o crescimento de pesquisas que buscam qualificar tais alimentos e determinar os níveis ótimos de inclusão nas dietas de ruminantes, os quais possam permitir a produtividade dos animais, e de preferência, que imprimam qualidade aos produtos finais, possibilitando redução dos custos com alimentação e aumento da rentabilidade.

Com a criação do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), houve um grande aumento na produção de sementes oleaginosas com potencial de produção do biodiesel (GONÇALVES et al., 2013). Assim além da preocupação com meio ambiente devido ao seu descarte, às vezes incorreto, com o avanço da produção de biodiesel, os subprodutos vêm se tornando uma boa opção para a alimentação animal (ABDALLA et al., 2008).

### 3.2. Subprodutos do Biodiesel

Segundo o decreto da lei do biodiesel sobre a inclusão de biodiesel no óleo diesel (LEI N° 11.097, DE 13 DE JANEIRO DE 2005), imposta a partir do ano de 2013 que obrigava a inclusão de 5% de biodiesel no óleo diesel e que seria comercializado no Brasil (Brasil, 2003), a partir disso houve o crescimento da agroindústria do biodiesel que acabou sendo associada à produção e uso de matérias-primas que constituem os farelos e tortas, subprodutos que podem ser utilizados na alimentação animal (HENTZ, 2010). É descrito que qualquer fonte de lipídios (óleos ou gorduras) pode ser matéria-prima para produção de biodiesel, seja vegetal, como óleos de canola, caroço de algodão, linhaça, de origem animal como sebo e óleo de peixe, ou mesmo óleos residuais como aqueles de frituras, cuja disponibilidade está estimada em cerca de 30 mil toneladas por ano (HOLANDA, 2004).

A obtenção do biodiesel ocorre com a separação do óleo vegetal ou gordura da glicerina e adição de alcoóis (etanol ou metanol) utilizando catalisador (KOH ou NaOH, 0,3 a 0,6%) (LARDY, 2008; CARVALHO et al., 2012), processo chamado de transesterificação. Gerando dois produtos em seu processo: glicerina e os ésteres (nome químico do biodiesel), e também os subprodutos (farelo ou torta), que podem ser utilizados na alimentação animal (ABDALLA et al., 2008). Com o propósito da utilização dessa fonte de biocombustível, estão sendo disponibilizados vários subprodutos no mercado, provenientes da extração do óleo (BONFIM et al., 2009; COUTO et al., 2012).

O conhecimento da tecnologia de utilização dos diversos tipos de subprodutos do biodiesel na alimentação animal ainda é escasso e, dependendo do subproduto bem como, o conhecimento do mesmo, pode maximizar a produtividade pecuária e agregar valores ao processo produtivo do biodiesel (MIZUBUTTI et al., 2011).

As tortas ou farelos provenientes da produção do biodiesel por possuírem altas concentrações de proteína e energia, podem atender as exigências nutricionais necessárias na alimentação animal (OLIVEIRA et al., 2012). Segundo Couto et al. (2012), quando a produção desse biocombustível for através de fontes vegetais de óleo, irá gerar uma quantidade significativa de subprodutos para a alimentação animal. Os farelos e tortas só estarão prontos para serem utilizados na alimentação animal, quando passarem por processos físicos (prensagem), ou submetidos à extração por solventes (processo químico), que é o caso do farelo (BOMFIM, 2009).

Carrera et al. (2012), relatam a importância da utilização desses subprodutos na alimentação de ruminantes pelo fato desses animais transformarem esses materiais que seriam

descartados em produtos de origem animal de alto valor biológico. Conforme Abdalla et al. (2008), a torta ou farelo gerado na extração do óleo para a produção do biodiesel não passam por processo de agregação de valor porque são desconhecidas as suas potencialidades nutricionais e econômicas, salvo algumas exceções como soja, algodão e girassol. Visando esse aspecto, Oliveira et al. (2012), sugerem que mais estudos devem ser realizados com o objetivo de caracterizar esses alimentos assim como aumentar e difundir a utilização desses nas cadeias produtivas envolvidas.

Um dos subprodutos mais comuns provenientes da produção do biodiesel é o farelo de canola, que pode ser utilizado no lugar do farelo de soja, por apresentar alto valor nutricional, principalmente proteico. Contudo necessita de cuidados no seu processamento para evitar a mudança no valor nutricional de seu produto final (BERTOL e MAZZUCO, 1998; HENTZ et al., 2012).

Outro subproduto a torta de caroço de algodão, adquirido através do processo de extração do óleo do caroço do algodão, cultura que se tem grande cultivo no estado do Mato Grosso, e podem ser utilizados na produção de fibras têxteis, óleos e subprodutos na alimentação animal (MOREIRA, 2008).

E por último, a torta de amendoim que é a quarta oleaginosa mais consumida no mundo (FAO, 2013), e em utilização como alimento proteico na forma de farelo pode ser uma substituição do farelo de soja para proteína degradada no rúmen (GOES et al., 2004).

### 3.2.1. Farelo de Canola (*Brassica napus* L. var oleífera)

O farelo de canola constitui em sua composição em torno de 34% a 38% de proteínas, o que o torna um excelente suplemento protéico na formulação de ração para ovinos, aves, suínos e bovinos (CANOLA COUNCIL OF CANADA, 1999).

Baier e Roman (1992), citam que canola é uma sigla canadense para “canadian oil low acid”, sendo o nome registrado para uma variedade geneticamente modificada da colza, contendo menos de 2% do total de ácidos graxos, em ácido erúcido, e menos que 3 mg/g de MS em glicosinatos, principal fator antinutricional da colza (SANTOS et al., 1988). O óleo de canola é composto pelos seguintes ácidos graxos: oléico (C18:1), linoléico (C18:2), e linolênico (C18:3). Sendo que sua semente contém em torno de 40,5% de óleo. (LARDY, 2008).

A canola é uma oleaginosa da família das crucíferas, desenvolvida através do melhoramento da colza, que visava diminuir o teor dos glicosinatos e ácido erúcido

(CHAVARRIA et al., 2011). Possui grande importância socioeconômica, pois é uma opção de cultivo de inverno, serve como rotação de culturas, e tem um melhor desenvolvimento na região Sul do Brasil.

O melhoramento na qualidade nutricional da cultura acontece devido à diminuição dos níveis de glicosinolatos. Os glicosinolatos são hidrolisados pelas enzimas glicosinolase ou tioglicosidade, em glicose (JHONSON, 2002), sulfato de hidrogênio e um dos derivados de agliconas: isotiocianato, tiocianato, nitrilas ou compostos relacionados que apresentam fatores antinutricionais aos animais. Essas enzimas que fazem a hidrólise dos glicosinolatos são produzidas pelas plantas e pelos microrganismos do rúmen. Sua ação acontece quando os tecidos das plantas são quebrados pela mastigação ou pelo ataque microbiano do rúmen (CANOLA COUNCIL OF CANADA, 2009).

Segundo Teskeredzich (1995), além dos glicosinolatos que decompõem em agluconas tóxicas, o farelo de canola possui ingredientes antinutricionais denominados tanino, que estão presentes na faixa de 3%. Esses ingredientes antinutricionais podem resultar em problemas como interferir no metabolismo de minerais.

Além da influência dos óleos remanescentes à influência dos óleos residuais no farelo, com os altos teores de fibra se tem baixo valor de energia metabolizável (EM) e baixos valores de energia digestível (ED), cujas fibras são três vezes maiores do que o farelo de soja (12,1% e 3,4% respectivamente), devido às cascas da canola que permanecem no farelo. (CANOLA COUNCIL OF CANADA, 2009). O farelo de canola também apresenta uma boa composição de aminoácidos, tornando-o interessante para as vacas leiteiras, sendo a metionina e lisina os principais aminoácidos limitantes (PIEPENBRINK e SCHINGOETHE, 1998), assim como para outros ruminantes (HENTZ et al., 2012).

Em consequência dos processamentos de moagem e extração de óleo do grão pelos quais passam o farelo de canola e pelos seus diferentes cultivares, apresentam grande mudança no seu valor nutricional e em sua composição (BERTOL e MAZZUCO, 1998). Temperaturas muito elevadas influenciam na disponibilidade e qualidade da proteína do farelo, além de reduzir a digestibilidade de alguns aminoácidos, enquanto temperaturas mínimas são utilizadas para desativar a enzima mirosinase, necessitando de cuidados nos processamentos para evitar a alteração do produto final (HENTZ, 2010).

### 3.2.2. Torta de Caroço de Algodão (*Gossypium hirsutum* L. r latifolium Hutch)

O algodão é uma cultura que pode ser utilizada por completo desde fibras têxteis até subprodutos para alimentação animal e óleos (CHIZZOTTI et al., 2005). O maior estado produtor de algodão é o Mato Grosso onde a vegetação predominante é o cerrado, respondendo por (84%) da produção de algodão no Brasil. Essa grande produção de algodão no cerrado se dá pelas vantagens de suas terras planas, permitindo uma uniforme mecanização da lavoura, ao seu clima favorável, a ajuda de programas de incentivos implementados pelos estados da região e a utilização de tecnologias modernas. Promovendo altas produtividades mesmo em áreas não irrigadas (MOREIRA, 2008).

Segundo Bonfim et al. (2009), a produção de algodão tende a crescer ainda mais devido a incentivos para a produção de biodiesel. Em relação à cultura da mamona o algodão possui maior vantagem, pois depois da extração do óleo e do processamento onde será gerada a torta, pode ser utilizado na alimentação animal, já a mamona não é utilizada na alimentação de animais por sua toxicidade.

A torta e o farelo de algodão são resultantes da extração do óleo do caroço do algodão, que são classificadas em: torta magra com menos de 2% de óleo obtido pela extração de solventes, são menos energéticas e possuem um maior teor de proteína, e a torta gorda com 5% de óleo residual obtida pela prensagem mecânica, sendo a mais energética com menor teor de proteína (MOREIRA, 2008).

Conforme Ahmed e Abdalla (2005), o teor de óleo acima de 8% pode causar limitações em seu uso na alimentação dos ruminantes. Sendo utilizados lipídios nas dietas de ruminantes em torno de 3%, levando em consideração os níveis de gordura nas dietas para que se tenha efeito mínimo na fermentação ruminal, visto que as gorduras insaturadas apresentam efeitos inibitórios aos microrganismos celulíticos (COUTO et al., 2012). A qualidade dos produtos depende do nível de gossipol e da quantidade de casca adicionada junto ao óleo residual, quanto mais casca maior será o teor de fibra no farelo e menor será o teor de proteína bruta (BONFIM et al., 2009). Entretanto, Santos et al. (2013), relatam que os subprodutos do algodão destinados a alimentação animal podem apresentar grandes variações em sua composição, em função principalmente do processamento do caroço para sua obtenção.

De acordo com o NRC (1989), as tortas e farelos apresentam teores de energia digestível de (3,22 a 3,44 Mcal/Kg), e Proteína Bruta de (34,3 a 48,9%). O caroço de algodão

é considerado fonte bastante energética na alimentação de vacas de leite que possui (2,22 Mcal/Kg) de energia líquida da lactação, (34%) de FDA e (44%) de FDN.

Um fator limitante no uso dos subprodutos do algodão é a presença do gossipol que é um pigmento fenólico produzido pelas glândulas de pigmentos presentes nas partes aéreas, nas raízes e nas sementes do algodão, possuindo cor amarelada, que pode estar ligado a aminoácidos no farelo, devido ao processamento da extração do óleo do grão, ou de forma livre encontrado no grão intacto (SOTO-BLANCO, 2008). O gossipol na forma livre é o que apresenta toxicidade, porém quando ele se liga ao ferro ou aos aminoácidos livres ocorre diminuição da sua toxicidade. Ocorre a inibição da toxicidade do gossipol livre pela população microbiana desenvolvida no rúmen, o ambiente ruminal favorece a ligação entre o gossipol e os aminoácidos, dificultando a absorção e sua ação tóxica (MOREIRA, 2008).

O sintoma da intoxicação por gossipol acarreta em diminuição do transporte do oxigênio pelo sangue, promovendo dificuldades na respiração, edemas pulmonares, e em casos mais avançados causando a morte dos animais (MOREIRA et al., 2006; BENEVIDES et al., 2011). Em machos prejudica o funcionamento reprodutivo. (ZHANG et al., 2007).

Segundo Moreira (2008), o fornecimento de 16% de farelo de algodão na dieta e 12% de caroço de algodão, não alterou na produção de leite de vacas de alta produção. Em um trabalho de Leighton et al. (1953), utilizando bezerros entre 1 dia aos 6 meses, ocorreu morte de alguns animais pela utilização de caroço de algodão com 90% em quantidade na ração, tornando-o indisponível o uso do caroço de algodão para bezerros.

### 3.2.3. Torta de Amendoim (*Arachis hypogaea*)

O amendoim é uma leguminosa, ficando em quarto lugar como oleaginosa mais cultivada e consumida no mundo (FAO, 2013). No Brasil o estado de São Paulo é o maior produtor de amendoim, devido às condições edafoclimáticas mais favoráveis para a cultura. Após a extração do óleo gera-se um subproduto, a torta, rica em proteína que depois de processada constitui o farelo (SLUSZZ e MACHADO, 2006).

Segundo Correia et al. (2011), a torta de amendoim apresenta teor elevado de extrato etéreo e, usando como substituição ao farelo de soja, podem acabar interferindo no trabalho da microbiota ruminal, assim como na digestibilidade e consumo dos alimentos. Além disso, possui um alto teor de proteína que é um nutriente muito importante para o desempenho e manutenção de bovinos.

Oliveira et al. (2013), relatam que a utilização de torta de amendoim na dieta de vacas a pasto, não causam alteração na constituição química do leite e nem se tem redução de produção, além de proporcionar uma diminuição dos custos com alimentação.

De acordo com Pedroso (2005), se tem um problema na utilização do farelo de amendoim na dieta de ruminantes, é a sua limitação em utilizar a uréia nas rações, por possuir a maior parte da proteína degradável no rúmen (PDR) composto por nitrogênio não protéico (NNP).

O amendoim é rico em carboidratos (10-20%), proteínas (20-50%), e óleo (44-55%), contendo em suas sementes ácido fólico, niacina, fósforo, cálcio, zinco, magnésio, riboflávina, vitamina E, e tiamina (EMBRAPA, 2014).

Segundo Goes et al. (2000), o farelo de amendoim apresenta um baixo teor de fibra (13%), e alta degradação de proteína no rúmen, além de um elevado nível de óleo (>40%) o que acaba limitando a sua utilização.

De acordo com Ahmed e Abdalla (2005), em terminação de ovinos com dieta disponibilizada em 12 semanas, utilizando 4% de torta de amendoim, houve um consumo de 44g (cab.dia), mantendo o consumo e proporcionando um ganho médio de peso de 73g (cab.dia). Já Leão et al. (2007), descrevem que não há efeitos negativos sobre a carcaça se utilizar o farelo de amendoim no lugar do farelo de soja para cordeiros em terminação.

Lima et al. (2011), citam que o farelo de amendoim é uma boa opção para utilização na dieta de vacas em lactação, por atender as exigências de proteína de que elas necessitam, possuindo um alto valor comercial.

A contaminação por fungos pode acarretar em fatores antinutricionais no farelo e na torta de amendoim, chamados de aflatoxinas. São acometidos pela sua má conservação e pelos teores de umidade entre 9 a 35% que irão proporcionar o crescimento do fungo *Aspergillus Flavus*, responsáveis pela contaminação dos grãos. As intoxicações pelas aflatoxinas causam no animal cirrose, carcinoma no fígado e necrose aguda levando o animal a morte (ARAUJO e SOBREIRA, 2008).

### 3.3. Fatores Antinutricionais

A nutrição de ruminantes é considerada mais complexa que a nutrição de monogástricos, principalmente devido à anatomia do trato digestivo. Os microrganismos presentes no rúmen fermentam alimentos fibrosos e sintetizam nutrientes, porém, determinadas substâncias dos alimentos podem interferir no processo, reduzindo a capacidade

dos microrganismos em transformar material fibroso, em nutrientes aproveitáveis (BARCELOS et al., 2001). Abdalla et al. (2008), relatam que a maioria das tortas ou farelos das oleaginosas que vêm sendo utilizadas para produção de biodiesel no Brasil são passíveis de utilização na alimentação animal, porém, pode haver incidência de alguns fatores tóxicos ou antinutricionais que possuem, quantidades máximas dentro da formulação das dietas dos animais e práticas de armazenamento.

Pelo fato de muitos alimentos possuírem compostos antinutricionais para ruminantes, ligadas a população microbiana presente nos estômagos destes animais, reduz as possibilidades de utilização de alguns alimentos na alimentação. E quando sua utilização é possível é devido à simbiose com os microrganismos ruminais. Os microrganismos no rúmen são capazes de inativar composto tóxicos possuindo uma maior vantagem em relação a outros animais herbívoros (LIMA JUNIOR et al., 2010).

#### 3.4. Cinética Ruminal *in vitro*

O uso da cinética serve para verificar relações de degradação das proteínas e os carboidratos no rúmen, tendo um maior aproveitamento dos compostos nitrogenados no ambiente ruminal e evitando a sua excreção e melhora no crescimento microbiano (MIZUBUTTI et al., 2014).

A cinética é descrita pelas curvas de degradabilidade dos nutrientes, levando em consideração o tempo de digestão do alimento incubado (MERTENS, 1997). Na técnica *in vitro* ficam em contato o líquido ruminal e o alimento, meio de cultura e solução tampão, onde é simulado o ambiente ruminal em um recipiente, com ausência de oxigênio em uma temperatura de 39°C e pH de 6,9 (MOULD et al., 2005).

Com a relação entre a cinética ruminal e a produção de gás, é possível verificar se os alimentos possuem coordenação na degradabilidade entre as proteínas e carboidratos, fazendo com que aumento o desempenho dos microrganismos ruminais (RUSSEL et al., 1992; DAVIES et al., 2000). Segundo Cabral (2000), a degradação dos carboidratos nas dietas dos ruminantes pode afetar o desenvolvimento dos microrganismos que fornecem as proteínas aos ruminantes.

Estudos e técnicas que caracterizem o metabolismo ruminal destes subprodutos, como a técnica de produção de gases *in vitro*, é necessária para identificação de potenciais subprodutos passíveis de serem utilizados com eficiência na dieta de ruminantes em substituição a ingredientes convencionais (MIZUBUTTI et al., 2011).

Os gases que são produzidos durante a fermentação representam a extensão e a taxa em que ocorre a fermentação dos alimentos pelos microrganismos ruminais (CABRAL et al., 2002). Segundo Bueno et al. (2005), a técnica de produção de gás *in vitro* possibilita estimar a digestibilidade da matéria orgânica e da matéria seca, mostrando o produto final da fermentação, como o (CH<sub>4</sub> e CO<sub>2</sub>) além dos ácidos graxos de cadeia curta.

O ambiente ruminal é composto por: fungos, protozoários e bactérias, estando em maior proporção no rúmen as bactérias de 60 a 90% (KOZLOSKI, 2011). Segundo Van Soest (1994), ocorre diminuição no crescimento microbiano com menos que 7% de PB além da formação de proteína microbiana e digestão ruminal.

A divisão dos microrganismos do rúmen é feita em: os que degradam carboidratos não fibrosos (CNF), e os que degradam carboidratos fibrosos (CF) (NRC, 2000). Sendo os carboidratos não fibrosos: o amido, a pectina, as frutonas e os açúcares solúveis (galactose, frutose, glicose e maltose). Já os carboidratos fibrosos encontram-se na celulose, lignina e hemicelulose (BRANDI e FURTADO, 2009).

Segundo Kamra (2005), um dos maiores obstáculos do rúmen é a anaerobiose, porém que ajuda a controlar a energia utilizada pelo animal. O que mantém a anaerobiose são os gases, que são causados pela fermentação, metano, gás carbônico e alguns traços de hidrogênio. A condição anaeróbica é mantida pelo oxigênio que entra no rúmen que acaba sendo consumido pelos microrganismos, no entanto evita a sobrevivência de alguns microrganismos no rúmen.

A cinética ruminal de produção de gás *in vitro* apresenta como vantagem rapidez, o baixo número de animais fistulados e a grande porção de amostras que pode ser avaliada de cada, comparando diferentes alimentos (SANTOS et al., 2000; ALCALDE et al., 2001).

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Parasitologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, no terceiro planalto paranaense com altitude de 520 m, latitude de 25°44' Sul e longitude de 54°04' Oeste. (O clima predominante na região conforme a classificação de Köppen é o subtropical úmido (Cfa), com verão quente apresentando temperatura maior que 22°C e nos meses de inverno varia de -3 a 18°C (Alvares, 2013). O solo caracteriza-se como Nitossolo Vermelho Distrófico com textura argilosa (Embrapa, 1999). As amostras de farelo de canola, amendoim e algodão, foram doadas pela Empresa *SILOFÉRTIL*, localizada no município de Pato Branco - Paraná.

### 4.1. Processamento das amostras *SILOFÉRTIL*®

O processamento das amostras foi realizado na *SILOFÉRTIL*, a qual a extração é de forma completa, tanto no recebimento como na limpeza, armazenagem e movimentação de grãos. Os equipamentos para extração de óleos vegetais da empresa dispensam o uso de caldeira, moinhos, deslintadores para caroços de algodão, torradores, tostadores e desativadores para oleaginosas que necessitam eliminar suas toxinas. A empresa fornece plantas e equipamentos para produção de biodiesel, aptas a operar com diversas variedades de óleos vegetais e gorduras animais, com ou sem pré-tratamento.

A extração de óleo é feita pelo processo mecânico com prensas *expeller* seguido da pré-limpeza dos líquidos por filtros prensas e centrífugas - este sistema conta com um desintegrador desativador contínuo de grãos, que propicia a desnaturação das proteínas tóxicas pertinentes das oleaginosas e a inativação das substâncias tóxicas do grão (ex.: urease na soja e gossipol no caroço de algodão). Em seguida passa pela prensa tipo *expeller*, onde é realizada a extração do óleo, que segue para limpeza em filtro prensa ou centrífuga (*SILOFÉRTIL*®).

A torta obtida na prensagem mecânica é resfriada, e segue para armazenagem ou utilização. A tecnologia do *desativador contínuo* foi desenvolvida pela *SILOFÉRTIL*® com o propósito de evitar o uso de caldeiras e outros equipamentos singulares dos processos mecânicos convencionais. Deste processo foram obtidas as tortas de amendoim e algodão.

Os farelos obtidos pelo sistema de extração *SILOFÉRTIL*® permitem maior tempo de estocagem e agregam mais produtividade no confinamento de animais. Por utilizar grãos

integrais, o farelo obtido possui maiores teores de fibra e energia, mantendo alta proteína e solubilidade.

**Tabela 1:** Composição nutricional do farelo de canola da torta de caroço de algodão e da torta de amendoim.

Componentes nutricionais dos coprodutos g Kg <sup>-1</sup> de MS									
Amostras	%MS	%MM	%MO	%FDN	%FDA	%EE	%CHO's	%CT	%PB
Canola	88,03	6,60	93,40	40,77	18,10	3,41	7,11	61,48	39,01
Algodão	94,55	6,00	94,00	42,71	32,95	7,32	6,76	59,37	33,34
Amendoim	94,43	5,36	94,64	25,53	14,96	7,96	6,96	39,33	52,29

MS.Matéria seca; MM.Matéria mineral; MO.Matéria orgânica; FDN.Fibra de Detergente Neutro; FDA.Fibra de Detergente Ácido; EE. Extrato Etéreo; CHO's. Carboidratos Solúveis; CT.Carboidratos Totais; PB.Proteína Bruta.

**Fonte:** OLIVEIRA, 2017

#### 4.2. Cinética de degradação ruminal *in vitro*

A preparação das soluções que deram origem ao meio de cultura foram realizadas conforme Goering e Van Soest (1970). Com as soluções prontas foram utilizadas para o preparo do meio de cultura, a adição de 2 g de tripticase peptone em 400 ml água, e 0,1 ml da solução micromineral, agitando até dissolver. Em seguida, acrescentou-se 200 ml da solução tampão, 200 ml da solução macromineral, 1 ml da solução de resazurina e por último 40 ml da solução de redução. Após a homogeneização da solução, foram colocadas em banho-maria a uma temperatura de 39°C com o CO<sub>2</sub> sob aspersão até a redução, ou seja, quando a cor muda de roxa para transparente, pois este é um indicador de que não há presença de O<sub>2</sub> no meio, obtendo-se um ambiente totalmente anaeróbico. Após esse processo iniciou-se o preparo do inóculo.

O inóculo foi coletado de um bovino fistulado (Comissão de Ética no Uso de Animais-CEUA UTFPR, protocolo nº 2014-008), da raça Holandesa com aproximadamente 650 kg PV. O preparo do inóculo foi realizado conforme descrito por Abreu (2014), utilizando uma garrafa de gás CO<sub>2</sub>, uma garrafa térmica para armazenar o líquido ruminal e outra para a ingestão fibrosa e fraudas de algodão para filtrar o material.

**Tabela 2:** Protocolo do Preparo das soluções que compõem o meio de cultura.

Solução	Volume de água destilada	Reagentes
Solução Tampão	1 L	4 g/L Bicarbonato de Amônio - $(\text{NH}_4) \text{HCO}_3$ 35 g/L Bicarbonato de Sódio - $(\text{NaHCO}_3)$
Solução de Macromineral	1 L	5,7 g/L Fosfato dissódico ou fosfato de sódio dibásico anidro - $(\text{Na}_2\text{HPO}_4)$ 6,2 g/L Dihidrogeno fosfato de potássio ou fosfato de potássio monobásico anidro - $(\text{KH}_2\text{PO}_4)$ 0,6 g/L Sulfato de Magnésio heptahidratado - $(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$ 2,2 g/L Cloreto de sódio - $(\text{NaCl})$
Solução de Micromineral	1 L	13,2 g/0,1 L Cloreto de cálcio- $(\text{CaCl}_2)$ 10,0 g/0,1L Cloreto de manganês tetrahidratado - $(\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O})$ 1 g/0,1 L Cloreto de cobalto hexahidratado - $(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$ 8 g/0,1 L Cloreto de ferro hexahidratado - $(\text{Fe}_2\text{Cl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$
Solução de Hidróxido de Sódio (NaOH)	1 L	40 g/L Hidróxido de Sódio (NaOH)
Solução Redutora	0,19 L	1,25 g de Cisteína HCl 8 mL de solução 1 molar de NaOH 1,25 g de Sulfeto de Sódio Nonahidratado - $(\text{Na}_2\text{S} \cdot 9 \text{H}_2\text{O})$ . Completar com água até 0,2 L

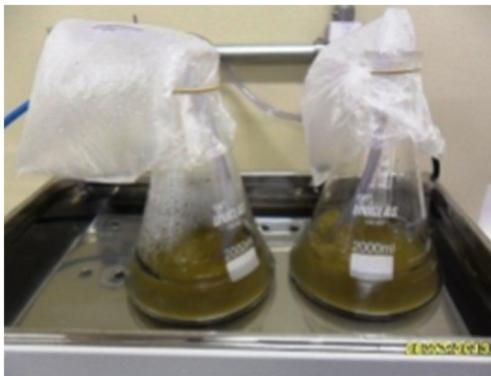
**Fonte:** Goering e Van Soest, 1970



**Figura 1:** Meio de cultura sob pressão de  $\text{CO}_2$ .

**Fonte:** Arquivo pessoal.

A quantidade de inóculo necessária para o preparo foi conforme a metodologia descrita por Goering e Van Soest (1970) que recomenda 10 ml para cada frasco incubado. Foram utilizados frascos de penicilina na cor âmbar de 100 ml, vedados com tampas de borracha e lacres de alumínio. Em cada frasco foram incubados 0,5 g de amostra parcialmente seca e adicionado 50 ml do meio de incubação (40 ml de tampão e 10 ml de inóculo ruminal filtrado).



**Figura 2:** Inóculo pronto adicionado ao meio de cultura sob pressão de CO<sub>2</sub>.  
**Fonte:** Oliveira, 2013.

As leituras de volume e pressão foram realizadas nos intervalos de 1, 2, 3, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 24, 30, 36, 48 e 72, horas após o material ser incubado. O equipamento para aferir a pressão e o volume de gás foi semelhante ao descrito por Malafaia et al. (1999) com algumas modificações (Abreu et al., 2014). As leituras de volume foram expressas em ml 0,1 g<sup>-1</sup> de MS incubada.



**Figura 3:** Fotos dos equipamentos utilizados para realização da metodologia  
**Fonte:** Arquivo pessoal.

O modelo matemático utilizado para obter os valores de degradabilidade das bactérias foi o modelo matemático M3, proposto por Zwietering et al. (1990) e Schofield et al. (1995), que consiste em considerar a fração de lenta digestão e de rápida digestão. Da seguinte equação:

$$V_t = V_{f1}[1 - \exp(-K_1 t)] + V_{f2} \exp\{-\exp[1 + K_2 e(L-t)]\} + E$$

Em que:

$V_t$ : é a produção cumulativa de gases em função do tempo;

$V_f$ : é o volume total de gás (ml g<sup>-1</sup> de matéria orgânica degradada);

$V_{f1}$ : máximo de volume produzido pela degradação da fração solúvel de rápida digestão;

$V_{f2}$ : volume máximo de gás produzido pela degradação da parte potencialmente degradável insolúvel da fração lenta;

$k_1$ : Taxa específica do gás produzido pela degradação da fração solúvel de rápida digestão;

$k_2$ : Taxa específica de produção de gás para degradação da parte potencialmente degradável insolúvel da fração lenta;

t: tempo de incubação;

exp: base do logaritmo;

L: tempo de latência (lag time);

E : erro experimental associado a cada experimentação.

#### 4.3. Análises Estatísticas

A linearidade entre o volume e a pressão observados nas leituras de produção de gás (THEODOROU et al. 1994), foram verificadas por meio do método de regressão robusta do SAS. Os parâmetros do modelo não linear M3 (descrito anteriormente) foram estimados pelo procedimento NLIN do SAS. Software for Academic (Sas Institute, Cary, NC).

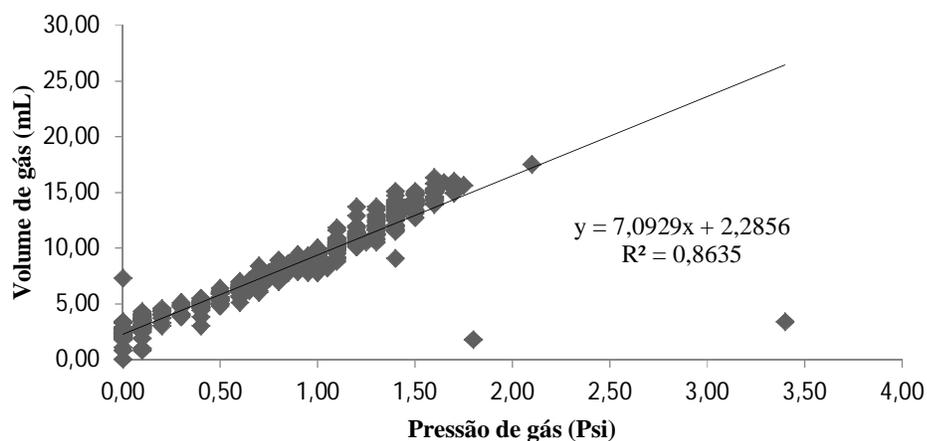
## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Pressuposições de linearidade entre a pressão e o volume dos gases

Para conferir a precisão do equipamento, e conseqüentemente precisão da análise laboratorial para avaliar a cinética ruminal de degradação *in vitro*, foi estimada a linearidade entre a pressão (psi) e o volume de gases consequentes através de regressão robusta. Como as amostras de farelo de canola, torta de caroço de algodão e torta de amendoim, foram avaliadas em datas de incubação distintas, a linearidade foi estimada para cada uma das incubações.

Assim, foi observado que ocorreu efeito significativo ( $P < 0,0001$ ) para confirmar a linearidade entre a pressão e o volume dos gases (Figura 4). Essa relação foi realizada para aferir a precisão do equipamento utilizado no farelo de canola, torta do caroço de algodão e torta de amendoim.

As pressões foram todas abaixo de 2,5 psi, valores que vão de acordo com o proposto por Theodorou et al. (1994), onde expõe que a pressão máxima não deve ser maior que 7 psi, caso ocorra, a relação linear entre pressão e volume é alterada.



**Figura 4:** Regressão robusta do volume de gás em função da pressão. Incubação: de farelo de canola, torta de caroço de algodão e torta de amendoim. Dois Vizinhos, 2018.

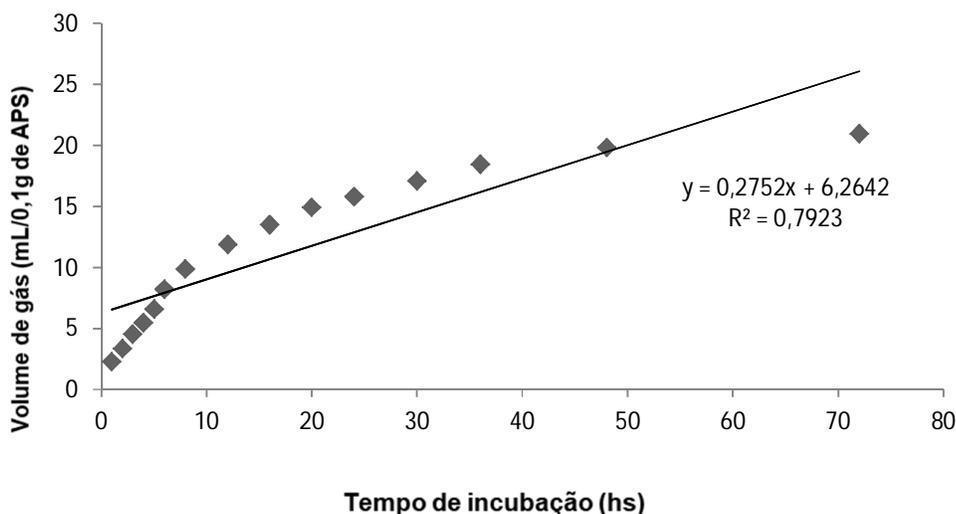
## 5.2. Comportamento da curva de degradação ruminal *in vitro* do Farelo de canola, Torta de caroço de algodão e Torta de amendoim

A maioria dos custos da produção animal é com a alimentação, sendo indispensável o conhecimento e uso de novos recursos como os subprodutos da agroindústria para maximização de desempenho dos animais (VAN CLEEF et al., 2012), sendo um recurso de baixo custo em relação aos alimentos tradicionais soja e milho, e que atende as exigências nutricionais dos animais (MENEGHETTI e DOMINGUES, 2008).

Por isso é de suma importância o conhecimento da utilização desses alimentos alternativos na alimentação animal que são escassos de dados e informações na literatura.

O comportamento da curva de degradação do farelo de canola (Figura 5) se caracterizou com crescimento exponencial máximo acontecendo nas primeiras horas de incubação. O maior valor do volume de gás acumulado foi as 48 horas, após esse período a produção de gás foi se estabilizando. Sendo que o tempo médio de retenção do alimento no rúmen é de 48 horas. A produção de gases acontece pela fermentação total do substrato, e do desaparecimento da MS que é degradada pelos microrganismos ruminais (MARQUES, 2014).

Nas primeiras horas da alimentação acontece a degradação proteica dos alimentos, principalmente pelo fornecimento de alimentos concentrados, como por exemplo, o farelo de canola, devido ao alto teor de frações A (compostos nitrogenados não protéicos), B1 (proteínas solúveis) e B2 (taxa de degradação intermediária) dos alimentos concentrados, sendo que essas frações são rapidamente degradadas no rúmen (PEGORARO et al., 2017). Em alimentos concentrados o teor de fibra é menor que em alimentos forrageiros isso explica a degradação mais rápida em alimentos concentrados. Segundo Malafaia (1998), a presença de lignina nos caules das plantas apresenta maior indigestibilidade aos carboidratos estruturais da planta.



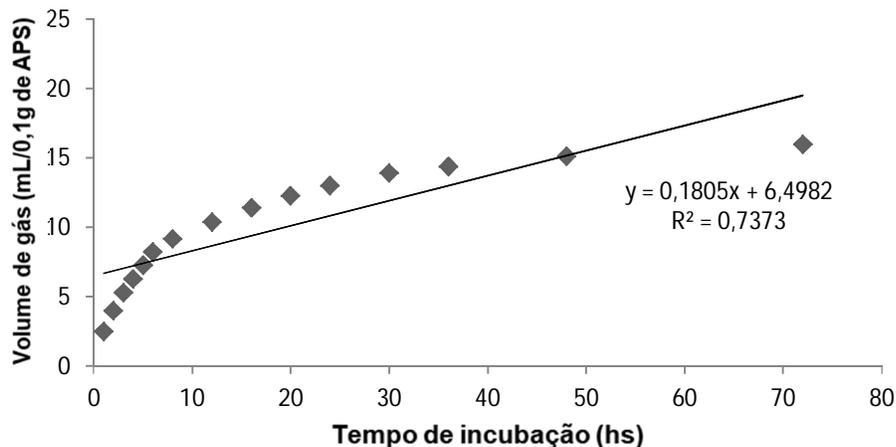
**Figura 5:** Curva de degradação ruminal *in vitro* do Farelo de Canola. Dois Vizinhos, 2018.

Segundo D'Oliveira et al. (1997), avaliando a substituição total do farelo de soja pelo farelo de canola mostram-se possíveis por não alterar o consumo, ganho de peso, rendimento de carcaça e conversão alimentar, em um período de 56 dias em novilhas Nelore confinadas.

A degradação do farelo de canola deste trabalho foi semelhante a degradação do farelo de soja em pesquisa conduzida por Pegoraro (2017), avaliando a cinética de degradação *in vitro* de concentrados proteicos utilizados na alimentação de ruminantes. Isso indica que o uso do farelo de canola torna-se uma alternativa para ser utilizado no lugar do farelo de soja em épocas em que a soja esteja com um valor oneroso no mercado, principalmente em tempos de oscilações do dólar. Soares et al. (2001), descrevem a potencialidade dessa troca, indicando que o perfil de aminoácidos da canola é muito semelhante ao da soja.

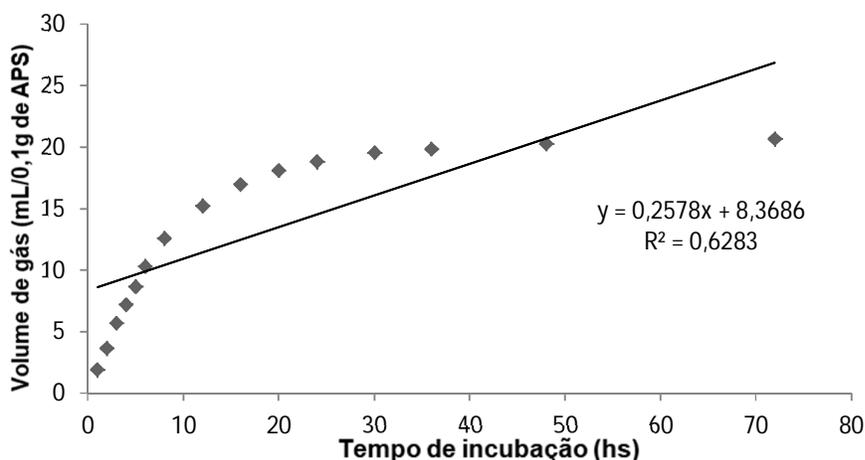
O comportamento da curva de degradação da torta de caroço de algodão (Figura 6) se caracterizou com crescimento exponencial máximo acontecendo nas primeiras horas de incubação. A maior produção de gás foi até as 30 horas após esse período a produção de gás foi se estabilizando.

A torta de caroço de algodão apresenta, em relação ao farelo de canola e a torta de amendoim, possui um teor de FDA alto (Tabela 1), o que, segundo Sniffen et al. (1992), a torna mais indigestível que os outros subprodutos, ela também é menos proteica do que a torta de amendoim, esses fatores podem estar ligados a sua degradação inferior.



**Figura 6:** Curva de degradação ruminal *in vitro* da Torta de Caroco de Algodão. Dois Vizinhos, 2018.

O comportamento da curva de degradação da torta de amendoim (Figura 7) se caracterizou com crescimento exponencial máximo acontecendo nas primeiras horas de incubação. Diferente do farelo de canola, a torta de amendoim teve degradação superior nas primeiras horas, estabilizando em 24 horas. Esse fato pode estar ligado ao teor de FDN do farelo de amendoim (Tabela 1), que apresentou-se inferior aos demais concentrados avaliados.



**Figura 7:** Curva de degradação ruminal *in vitro* da Torta de Amendoim. Dois Vizinhos, 2018.

Porém, a torta de amendoim possui um teor elevado de extrato etéreo (Tabela 1), o que pode acabar interferindo na digestibilidade, no consumo dos alimentos e na atividade da

microbiota intestinal. Dietas que apresentam níveis com mais de 7% de EE acabam diminuindo a degradação das bactérias e a taxa de fermentação ruminal (VAN SOEST, 1994).

Apesar de ser um alimento novo e possuir poucas informações sobre a sua utilização na alimentação de ruminantes, Goes et al., (2004) relata que a torta de amendoim é um alimento proteico, e vem sendo estudado para substituição do farelo de soja, para proteína degradável no rúmen.

### 5.3. Parâmetros da cinética ruminal *in vitro* do Farelo de Canola, Torta de Amendoim e Torta de Carço de Algodão.

Os parâmetros cinéticos de degradação são utilizados para saber as características intrínsecas de um alimento além de sua digestão, e assim poder fazer restrições e adequações desse alimento na dieta dos ruminantes, com isso é possível reduzir as perdas energéticas e nitrogenadas ocorridas pela fermentação ruminal, analisando a sincronização de carboidrato e nitrogênio além de tornar mais eficiente a síntese de proteína microbiana no rúmen (MERTENS, 2005).

O ambiente ruminal possui bactérias que fermentam carboidratos não fibrosos (CNF), que tem uma digestão rápida e que são representados pelo amido, pectina e açúcares, utilizando tanto aminoácidos quanto amônia como fonte de N. E as bactérias que fermentam carboidratos fibrosos (CF) de lenta digestão que são representados pela hemicelulose e celulose que para síntese de proteína microbiana utilizam amônia como fonte de N (SNIFFEN et al., 1992).

Segundo Van Soest (1994), na digestão com a mensuração da produção dos gases, a cinética de degradação proporciona um conhecimento maior da atividade digestiva devido a um valor mais exato dos nutrientes que contém um alimento pela técnica *in vitro*.

A produção de AGCC (ácidos graxos de cadeia curta) que são fonte de energia para os ruminantes, está ligada a quantidade de gases produzidos durante a incubação (GETACHEW et al., 2004). O tempo após a ingestão e a variedade do alimento é que vão delimitar as taxas de produção dos AGCC. De acordo com Kozloski (2011), o pico e a curva de produção de gás de um alimento volumoso vão ocorrer em torno de 4 a 5 horas após a ingestão, e o pico e a curva de produção de um alimento concentrado é mais intensa ocorrendo de 2 a 3 horas após a ingestão do mesmo.

**Tabela 3:** Parâmetros da cinética de degradação ruminal *in vitro* do Farelo de Canola.

Parâmetro	Estimado	Erro padrão	Limites de confiança apx. dos	
			95%	
Vf <sub>1</sub>	16.0811	2.4067	11.2276	20.9346
K <sub>1</sub>	0.1132	0.0257	0.0614	0.1650
Vf <sub>2</sub>	5.0380	2.8555	-0.7206	10.7967
K <sub>2</sub>	0.0302	0.0183	-0.00660	0.0671
L	19.1117	13.3370	-7.7850	46.0084

Vf<sub>1</sub>: volume máximo de gás produzido pela degradação da fração solúvel de rápida digestão; Vf<sub>2</sub>: volume máximo de gás produzido pela degradação da fração de lenta digestão; K<sub>1</sub>: taxa de degradação da fração solúvel de rápida digestão; K<sub>2</sub>: taxa de degradação da fração de lenta digestão; L: Tempo de latência (hs).

Foi observado que a cinética de degradação *in vitro* (Tabela 3) apresentou latência significativa para o segundo compartimento. Pode ser verificado que há uma menor velocidade de lenta degradação ( $Vf_2$ ) corroborando com o fato de que os alimentos concentrados têm a sua maior degradação nas primeiras horas após a alimentação, devido ao aporte nutricional, tanto de carboidratos solúveis como proteico. Comparando com os outros subprodutos o farelo de canola foi o que possuiu maior latência (Tabela 3).

De acordo com Gomes et al. (2013), a latência acontece entre a incubação e o início da produção de gás do alimento proveniente da fermentação microbiana, chamada também de TC(tempo de colonização) que é o tempo que os microrganismos levam para se adaptar ao substrato. As bactérias povoam o substrato para posterior degradação, sendo que o início da degradação será rápido se o tempo desse intervalo for mais curto (MIRON et al., 2001; GOMES et al., 2013). Conforme Azevêdo et al. (2003), é a concentração de fibra em detergente neutro (FDA) que está ligada ao tempo de colonização.

O farelo de canola apresentou um menor valor de EE (Tabela 1) em relação a torta de caroço de algodão e a torta de amendoim, segundo Souza e Menezes (2004), isso acontece porque na obtenção do farelo ocorre a prensagem e depois o tratamento com solventes, que faz com que diminua a quantidade de EE do farelo, já para obtenção das tortas ocorre somente o processo de prensagem.

**Tabela 4:** Parâmetros da cinética de degradação ruminal *in vitro* da Torta de caroço de Algodão.

Parâmetro	Estimado	Erro padrão	Limites de confiança apx. dos 95%	
$Vf_1$	9.7792	0.7210	8.3252	11.2333
$K_1$	0.2424	0.0187	0.2047	0.2801
$Vf_2$	6.2279	0.7539	4.7075	7.7484
$K_2$	0.0264	0.00344	0.0195	0.0334
L	4.5140	3.5416	-2.6284	11.6564

$Vf_1$ : volume máximo de gás produzido pela degradação da fração solúvel de rápida digestão;  $Vf_2$ : volume máximo de gás produzido pela degradação da fração de lenta digestão;  $K_1$ : taxa de degradação da fração solúvel de rápida digestão;  $K_2$ : taxa de degradação da fração de lenta digestão; L: Tempo de latência.

Foi observado que a cinética de degradação *in vitro* (Tabela 4) apresentou latência para o segundo compartimento. O valor do  $Vf_2$  foi menor que o  $Vf_1$ , porque o algodão é um concentrado e ele possui muito carboidrato solúvel, que são os carboidratos de mais rápida degradação (SNIFFEN et al., 1992), o que faz com que o valor do  $K_1$  seja superior. Os demonstraram parâmetros do primeiro compartimento que a degradação é superior nas primeiras horas após a ingestão de alimento, característica própria de alimentos concentrados

e os carboidratos não fibrosos serem degradados mais rapidamente do que os carboidratos fibrosos (SCHOFIELD et al., 1994; MALAFAIA et al., 1998). Porém, mesmo assim ocorreu uma digestibilidade no  $Vf_2$  sendo mais lenta a degradação por ser fibra sofrendo ação das bactérias fibrolíticas.

**Tabela 5:** Parâmetros da cinética de degradação ruminal *in vitro* da Torta de Amendoim.

Parâmetro	Estimado	Erro padrão	Limites de confiança apx. dos	
			95%	
$Vf_1$	16.5146	1.2605	13.9741	20.0550
$K_1$	0.1979	0.0276	0.1422	0.2536
$Vf_2$	5.0484	1.1106	4.8102	7.2867
$K_2$	0.1979	0.0276	0.1422	0.2536
L	4.8510	0.7293	3.3812	6.3208

$Vf_1$ : volume máximo de gás produzido pela degradação da fração solúvel de rápida digestão;  $Vf_2$ : volume máximo de gás produzido pela degradação da fração de lenta digestão;  $K_1$ : taxa de degradação da fração solúvel de rápida digestão;  $K_2$ : taxa de degradação da fração de lenta digestão; L: Tempo de latência.

Foi observado que a cinética de degradação *in vitro* (Tabela 5) apresentou latência para o segundo compartimento. O valor do  $Vf_1$  foi superior ao  $Vf_2$ , indicando que há maior presença de frações de rápida digestão, ou seja, de carboidratos não fibrosos, presentes na torta de amendoim.

A taxa de degradação do  $K_1$  e  $K_2$  foi à mesma, levando o mesmo tempo para degradar, porém o  $Vf_1$  apresentou uma degradação mais lenta que o  $Vf_2$ , sendo o seu volume total do  $Vf_2$  inferior. Isso devido ao amendoim possuir uma grande quantidade de carboidratos solúveis que são os principais substratos para as bactérias. A latência para o segundo compartimento pode ter ocorrido pelo processamento do alimento (MARCONDES et al., 2009).

Deve-se lembrar que altas proporções de concentrado na dieta de ruminantes podem acarretar problemas metabólicos estando relacionado a baixas quantidades de acetato e butirato ruminal (GOULARTE et al., 2011), ácidos graxos voláteis responsáveis pela manutenção do metabolismo energético desses animais. Assim, esses dados são somente preliminares com intuito de avaliar o comportamento singular de cada um em relação ao ambiente ruminal. Sua utilização deve ser feita em conjunto com alimentos volumosos, nas proporções desejáveis á cada grupo de produção.

## 6. CONCLUSÃO

Considerando os parâmetros da cinética de degradação *in vitro*, o farelo de canola apresenta degradação superior a torta de caroço de algodão e a torta de amendoim. Porém, apresentou alta latência no compartimento de lenta degradação.

É possível a utilização dos concentrados avaliados na alimentação de ruminantes, porém, avaliações adicionais devem ser feitas quanto à sua utilização com fontes de alimentos volumosos.

## REFERÊNCIAS

- ABDALLA, A. L. et al. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. SPE, p. 260-268, 2008.
- ABREU, M. L. C. et al. Clitoria ternatea L. As a potential high-quality forage legume. **Asian Australasian Journal of Animal Science**, v. 27, n.02, p. 169-178, 2014.
- AHMED, M.M.M.; ABDALLA, H.A. Use of different nitrogen sources in the fattening of yearling sheep. **Small Ruminant Research**, v.56, p.39-45, 2005.
- AKAIKE, H. A new look at the statistical model identification. **IEEE Transactions Automatic Control**. v.19, p.716–723, 1974.
- ALCALDE, C.R. et al. Digestibilidade in vitro de alimentos com inóculos de líquido de rúmen ou de fezes de bovinos. **Acta Scientiarum**. v. 23, n. 4, p. 917-921, 2001.
- ANDRIGUETTO, J.M. et al. **Nutrição Animal**. Nobel. São Paulo. v.1, 2002.
- ARAUJO, W.A.G.; SOBREIRA, G.F. Farelo de amendoim na alimentação de não ruminantes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, n.2. p.546-557, 2008.
- AZEVÊDO, J. A. G. et al. Composição químico-bromatológica, 1165 fracionamento de carboidratos e cinética da degradação in vitro da fibra de três variedades de 1166 cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.32, p.1443-1453, 2003.
- BAIER, A.C.; ROMAN, E.S. Informações sobre a cultura da "canola" no sul do Brasil. In: SEMINÁRIO ESTADUAL DE PESQUISA DE CANOLA, I, Cascavel. **Anais...** Cascavel: EMBRAPA/CNPT. p.1-9,1992.
- BARCELOS, A. F. et al. Fatores antinutricionais da casca e da polpa desidratada de café (*Coffea arábica L.*) armazenadas em diferentes períodos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 4, p. 1325-1331, 2001.
- BARRIERE, Y. C. et al., Geneticvariationandbreedingstrategies for improvedcellwalldigestibility in annual forage crops: A review. **Animal Research**, EDP Sciences, v.52, n.3, p.193-228, 2003.
- BERTOU, T. M.; MAZZUCO, H. Farelo de canola: uma alternativa protéica para alimentação de suínos e aves. **Embrapa Suínos e Aves- Documentos**.(INFOTECA-E),p. 56, 1998.

BOMFIM, et al. Potencialidades da utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de caprinos e ovinos. **Tecnologia e Ciência agropecuária**, v.3, n.4, p;15-26, 2009.

BOMFIM, M. A. D. et al. Avaliação da casca de mamona na alimentação animal de ovinos. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, Petrolina. **Anais...** Petrolina: SNPA, n. 4, 2009.

BUENO, I.C.S. et al., Influence of inoculums source in a gas production method. **Animal Feed Science and Technology**. v.123-124, p.95-105, 2005.

BRANDI, R. A.; FURTADO, C. E. Importância nutricional e metabólica da fibra na dieta de equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 246-258, 2009.

BRASIL. Lei 11.097, de 13 de janeiro de 2003. Dispõe sobre a criação do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel e sobre a adição de biodiesel ao óleo diesel. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Disponível em: <http://www.anp.gov.br>. Acesso em 22/05/2018.

CANOLA COUNCIL OF CANADA. **Canola meal nutrient composition**. Winnipeg s/d. Canola Council of Canada. **Canola**. Winnipeg, p.23, 1999. Disponível em: <http://WWW.canola-council.org/meal4>. Acesso em:22/05/2018

CANOLA COUNCIL OF CANADÁ. **The canola meal feed industry guide**. Canadá: Canadian International Grains Institute, p.4-9, 2009. Disponível em: <http://WWW.canola-council.org/meal4>. Acesso em:22/05/2018

CARRERA, R.A.B. et al. Proteinco-productsandby-productsofthe biodiesel industry for ruminantsfeeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.5, p.1202-1211, 2012.

CARVALHO, P.L.O. et al. Crude glycerine in diets for piglets. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.7, p.1654-16661, 2012.

CHAVARRIA, G. et al. Índice de área foliar em canola cultivada sob variações de espaçamento e de densidade de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.12, p.2084-2089, 2011.

CHAVES, B.W. et al., Utilização de resíduos industriais na dieta de bovinos leiteiros. **Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas**, v. 18. p.150-156, 2014.

CHIZZOTTI, M. L. et al. Casca de algodão em substituição parcial à silagem de capim-elefante para novilhos. 2. Parâmetros ruminais e séricos, produção microbiana e excreção urinária de compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2103-2111, 2005.

CLEEF, E. H. C. B. V. et al. Chemical composition and fermentation characteristics of elephant grass silage with biodiesel industry co-products. **Ciência Rural**, v. 42, n. 4, p. 718-723, 2012.

CORREIA, B.R. et al. Consumo, digestibilidade e pH ruminal de novilhos submetidos a dietas com tortas oriundas da produção do biodiesel em substituição ao farelo de soja. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.2, p.356-363, 2011.

COUTO, G.S. et al. Digestibilidade intestinal in vitro da proteína de coprodutos da indústria do biodiesel. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.5, p.1216-1222, 2012.

DA SILVA CABRAL, L. et al. Frações de Carboidratos de Alimentos Volumosos e suas Taxas de Degradação Estimadas pela Técnica de Produção de Gases. **Revista brasileira de zootecnia**, v.29. p. 2087-2098, 2000.

DA SILVA CABRAL, L. et al. Cinética Ruminal das Frações de Carboidratos, Produção de Gás, Digestibilidade *In Vitro* da Matéria Seca e NDT Estimado da Silagem de Milho com Diferentes Proporções de Grãos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.31, n.6, p. 2332-2339, 2002.

DAVIES, Z. S. et al. An automated system for measuring gas production from forages inoculated with rumen fluid and its use in determining the effect of enzymes on grass silage. **Animal Feed Science and Technology**, v.83, n.3-4, p.205-205, 221, 2000

DE BENEVIDES, C.M.J. et al. Fatores antinutricionais em alimentos: revisão. **Segurança alimentar e nutricional**, v.18, n.2, p.67-79, 2011.

DE LIMA JÚNIOR, D. M. et al. Fatores anti-nutricionais para ruminantes. **Acta Veterinaria Brasílica**, v. 4, n. 3, p. 132-143, 2010.

D'OLIVEIRA, P. S. et al. Efeito da substituição do farelo de soja pelo farelo de canola sobre o desempenho de novilhas nelore confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.26, n.3, p.568-574, 1997.

DOS SANTOS, M. J. B. et al. Composição química e valores de energia metabolizável de ingredientes alternativos para frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v. 14, n. 1, p. 32-40, 2013.

EMBRAPA. **Biotecnologia e biossegurança**. 2014. Disponível em: <https://recursos-geneticos-e-biotecnologia/buscadenoticias/noticia/1580257/sequenciados-os-primeiros-geomas-de-amendoim>. Acesso em: 03/05/2018.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2. ed. Rio de Janeiro: **Embrapa**. 412 p. 1999.

FADEL, J.G. Quantitative analyses of selected plant by-products feedstuffs, a global perspective. **Animal Feed Science and Technology**, v.79, n.4, p.255-268, 1999.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). Year book. 2013. Disponível em: <http://www.fao.org/inicio.html>. Acesso em: 25/04/2018.

GAMBOA, D. A. et al. Use of expanded cottonseed meal in broiler diets formulated on a digestible amino acid basis. **Poultry Science**. v.80, n.6, p.789-794, 2001.

GETACHEW, G. et al. Relationship between chemical composition, dry matter degradation and in vitro gas production of several ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**. v.111, n.1-4, p.57-71, 2004.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. Forage fiber analysis. **Agricultural handbook**. U.S.D.A., Washington, n.379, 1970.

GOES, R.H.T.B. et al. Degradação ruminal da matéria seca e da proteína bruta, de alimentos concentrados utilizados como suplementos para novilhos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 1, p. 167-173, 2004.

GOES, R.H.T.B. et al. Degradação ruminal da matéria seca e proteína bruta de alguns alimentos em novilhos da raça nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, Viçosa, 2000, **Anais...** Sociedade Brasileira de Zootecnia, CD-ROM, 2000.

GONÇALVES, Y.K. et al. Estruturas sociais no semiárido e o mercado de biodiesel. **Caderno CRH**, v. 26, n. 68, 2013.

GOMES, G. M. F. et al. Degradabilidade in situ do bagaço de cana-de-açúcar para pequenos ruminantes de raças naturalizadas do Nordeste brasileiro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.65, n.6, p.1792-1800, 2013.

GOULARTE, S. R. et al. Ácidos graxos voláteis no rúmen de vacas alimentadas com diferentes teores de concentrado na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.63, n.6, p.1479-1486, 2011.

HENTZ, F. et al. Intake and digestion by wethers fed a tropical grass-based diet supplemented with increasing levels of canola meal. **Livestock Science**, v.147, n.1, p.89-95, 2012.

HENTZ, F. **Avaliação da inclusão do farelo de canola em dietas para ruminantes...** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. 57f, 2010.

HOLANDA, A. Biodiesel e inclusão social. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de publicações. **Série caderno de altos estudos**, n.1. p.200, 2004.

JOHNSON, I.T. Glucosinolates: bioavailability and importance to health. **International Journal for Vitamin and Nutrition Research**, v.72: p.26-31, 2002.

KAMRA, D.N. Rumen microbial ecosystem. **Current Science**, v.89, n.1, p.124-134, 2005.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. 1ª Ed. UFSM, Santa Maria, p.140, 2002.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 3ª Ed. UFSM, Santa Maria, p. 212, 2011.

- LARDY, G. Biodiesel benefits for cattle producers: Feeding by products of biodiesel production. **Western Organization of Resource Council**. p.1-28, 2008.
- LEÃO, A.G. et al. Peso e rendimento dos não-componentes da carcaça de cordeiros terminados com dietas contendo níveis crescentes de farelo de amendoim. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Jaboticabal: SBZ, **Anais**, v.44, 2007.
- LEIGHTON, R.E. et al. Relation of breed and free gossypol levels to cottonseed meal toxicity in dairy calves. **Journal of Dairy Science**, p.601-602. 1953
- LIMA, F.H.S. **Tortas de oleaginosas oriundas da produção de biodiesel em substituição ao farelo de soja na alimentação de vacas em lactação em pastejo**. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal da Paraíba, Areia Paraíba, Brasil. 103f, 2011.
- MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 133-146, 2009.
- MALAFAIA, P. A. M. Determinação das frações que constituem os carboidratos totais e da cinética ruminal da fibra em detergente neutro de alguns alimentos para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.4, p.790-796, 1998.
- MALAFAIA, P. A. M. et al. Kinetic parameters of ruminal degradation estimated with a non-automated system to measure gas production. **Livestock Production Science**, v. 58, n. 1, p. 65-73, 1999.
- MARCONDES, M. J. et al. Degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta de alimentos para bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, p.2247-2257, 2009.
- MARQUES, S. M. K. et al. Cinética de fermentação in vitro de fenos da parte aérea de mandioca. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, v.15, n.3, p.528-543, 2014.
- MENEGHETTI, C. D. C. & DOMINGUES, J.L. Características nutricionais e uso de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 5, n. 2, p. 512-536, 2008.
- MERTENS, D. R. Dietary fiber components: relationship to the rate and extent of ruminal digestion. **Federation Proceedings**, v.36, n.2, p.182-192, 1977.
- MERTENS, D.R. Rate and extent of digestion. **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. 2.ed. Wallingford: CABI Publishing, p.13-47, 2005.
- MIRON, J. et al. Invited Review: Adhesion mechanisms of rumen cellulolytic bacteria. **Journal of Dairy Science**. v.84, p.1294-1309, 2001.

MIZUBUTI, I.Y. et al. Cinética de fermentação ruminal in vitro de alguns co-produtos gerados na cadeia produtiva do biodiesel pela técnica de produção de gás.

**Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, suplemento 1, p. 2021-2028, 2011.

MIZUBUTI, Y.I et al. Cinética de degradação ruminal de alimentos proteicos pela técnica in vitro de produção de gases. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 555-566, 2014.

MOREIRA, F.B. Subprodutos do algodão na alimentação de ruminantes. Publicações em **Medicina Veterinária e Zootecnia**. ISSN, v.2 n.36, 2008.

MOREIRA, I. et al. Utilização do farelo de algodão, com ou sem a adição de ferro, na alimentação de leitões na fase inicial (15-30 kg). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 1077-1084, 2006.

MOULD, F.L. et al. *In vitro* microbial inoculum: a review of its function and properties. **Animal Feed Science and Technology**, v.123-124, n.2005, p.31-50, 2005.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL- NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 6. Ed. Rev. **National Academy Press**, p.157, 1989.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL- NRC. Nutrient Requirements of Beef Cattle. Updated 7 ed. **National Academy Press**, p.242, 2000.

OLIVEIRA, I. de. **Avaliação nutricional de subprodutos da indústria do biodiesel e sua importância na alimentação de ruminantes**. Trabalho (Conclusão de Curso) - Graduação em Bacharelado em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2017.

OLIVEIRA, R.L. et al. Alimentos alternativos na dieta de ruminantes. **Revista Científica de Produção Animal**, v.15, n.2, p. 141-160, 2013.

OLIVEIRA, R.L. et al. Coprodutos do biodiesel utilizados na alimentação de ruminantes Biodiesel by-products used as ruminant feed. **Revista Colombiana de Ciências Pecuárias**, v.25, n.4, p.625-638, 2012.

PEDROSO, A. M. **Farelo de Amendoim: virtudes e limitações para utilização em rações de vacas leiteiras**, 2005. Disponível em: <http://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/nutricao/farelo-de-amendoim-virtudes-elimitacoes-para-utilizacao-em-racoes-de-vacas-leiteiras-25565n.aspx>. Acesso em 02/05/2018.

PEDROSO, A. M.; CARVALHO, M. P. Polpa cítrica e farelo de glúten de milho. Treinamento online: Subprodutos para ruminantes: estratégias para reduzir o custo de alimentação. Piracicaba: **Agri Point**;v.2, p. 1-35, 2006.

PEGORARO, M. et al. Avaliação nutricional e cinética de degradação in vitro de concentrados proteicos utilizados na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira Ciências da Veterinária**. v. 24, n. 1, p. 31-38. 2017.

- PEREIRA, L.G.R. et al. Aproveitamento dos Coprodutos da Agroindústria Processadora de Suco e Polpa de Frutas para alimentação de Ruminantes, – Petrolina: **Embrapa Semi-Árido**. p. 30, 2009.
- PIEPENBRINK, M. S.; SCHINGOETHE, D. J. Ruminal degradation, amino acid composition, and estimated intestinal digestibilities of four protein supplements. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n.2, p. 454-461, 1998.
- QUINTELLA, C.M. et al. Cadeia do biodiesel da bancada à indústria: uma visão geral com prospecção das tarefas e oportunidades para P&D&I. **Química Nova**, v.32, n.3, p.793-808, 2009.
- ROSA, M. F. et al. Valorização de resíduos da agroindústria. **II Simpósio internacional sobre gerenciamento de resíduos agropecuários e agroindustriais–II SIGERA**, v. 15, 2011.
- RUSSELL, J.B. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I – Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3551-3561, 1992.
- SANTOS, A. C. et al. Composição química e qualidade biológica da torta de colza (*Brassica napus*, L.). **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, p. 241-282. 1988.
- SANTOS, F.A.P.; JUCHEM, S.O. Nutrição de vacas de alta produção de leite. **Simpósio internacional sobre produção de bovinos leiteiros**. Carambeí-Paraná. 2000.
- SCHOFIELD, P; PELL, A.N. Measurement and kinetic analysis of the neutral detergent-soluble carbohydrate fraction of legumes and grasses. **Journal of Animal Science**. v. 73, n.11, p.3455-3463, 1995.
- SILVA, C.L.S. D. **Glicerina proveniente da produção de biodiesel como ingrediente de ração para frangos de corte**. 2010. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP, Piracicaba, p. 81. 2010.
- SLUSZZ, T.; MACHADO, J. A. D. Características das potenciais culturas matérias-primas do biodiesel e sua adoção pela agricultura familiar. Congresso Internacional sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural. **Anais AGRENER GD 2006**. Campinas-SP: Unicamp, v. Único. p. 01-10. 2006.
- SOARES, C. M. et al. Substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de canola em dietas para a tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.30, n.4, 2001.
- SOUZA, M. L.; MENEZES, H. C. Processamento de amêndoa e torta de Castanha-do-Brasil e farinha de mandioca: parâmetros de qualidade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.24, n.1, p.120-128, 2004.

SNIFFEN, C. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**. v.70, p.3562-3577, 1992.

SOTO-BLANCO, B. Gossipol e fatores anti-nutricionais da soja. In: Spinosa H.S.; Górniak S.L.; Palermo Neto J. **Toxicologia Aplicada à Veterinária**. Manole, São Paulo, p.531-545, 2008.

THEODOROU, M.K. et al. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, n.48, v.3-4, p.185-197, 1994.

TESKEREDZIC, Z. et al. Assessment of undephytinized and dephytinized rapeseed protein concentrate as sources of dietary protein for juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v.131, 2, p. 261-277, 1995.

THEODOROU, M.K. et al. A simple gas-production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.48, p.185-197, 1994.

TOMM, G. O. et al. Panorama atual e indicações para aumento de eficiência da produção de canola no Brasil. **Embrapa Trigo**. p.27, 2009.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Rumen**, 2 edition. Cornell University Press, 1994.

ZHANG, W.J. et al. Advances in gossypol toxicity and processing effects of whole cottonseed in dairy cows feeding. **Livestock Science**. v.111. n.1. p.1-9. 2007.

ZWIETERING, M.H. et al. Modeling of the bacterial growth curve. **Applied Environmental Microbiology**. v. 56, n. 6, p.1875-1881, 1990.