

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE ZOOTECNIA

GUSTAVO DA SILVA FORTUNATO

**AVALIAÇÃO DA FRAÇÃO PROTEICA DO GRÃO SECO DE  
DESTILARIA COM SOLÚVEIS DE MILHO DESTINADO A  
ALIMENTAÇÃO ANIMAL**

FLORIANÓPOLIS - SC  
2017

Gustavo da Silva Fortunato

**AVALIAÇÃO DA FRAÇÃO PROTEICA DO GRÃO SECO DE  
DESTILARIA COM SOLÚVEIS DE MILHO DESTINADO A  
ALIMENTAÇÃO ANIMAL**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como exigência para  
obtenção do Diploma de Graduação  
em Zootecnia da Universidade  
Federal de Santa Catarina.  
Orientador (a): Prof. Dr. Diego  
Peres Netto

Florianópolis - SC  
2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

, Gustavo da Silva Fortunato  
AVALIAÇÃO DA FRAÇÃO PROTEICA DO GRÃO SECO DE DESTILARIA  
COM SOLÚVEIS DE MILHO DESTINADO A ALIMENTAÇÃO ANIMAL /  
Gustavo da Silva Fortunato ; orientador, Diego Peres  
Netto Netto, 2017.  
34 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências  
Agrárias, Graduação em Zootecnia, Florianópolis, 2017.

Inclui referências.

1. Zootecnia. 2. Nutrição animal. 3. Alimentos  
alternativos. 4. Proteína. I. Netto, Diego Peres Netto. II.  
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em  
Zootecnia. III. Título.

Gustavo Da Silva Fortunato

## AVALIAÇÃO DA FRAÇÃO PROTEICA DO GRÃO SECO DE DESTILARIA COM SOLÚVEIS DE MILHO DESTINADO A ALIMENTAÇÃO ANIMAL

Esta Monografia de Trabalho de Conclusão de Curso foi julgada aprovada e adequada para obtenção do grau de Zootecnista.

Florianópolis, 24 de novembro de 2017.

**Banca Examinadora:**



Prof., Dr. Diego Peres Netto  
Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina



Profa., Dra. Marília Terezinha Sangoi Padilha  
Membro



Profa., Dra. Daniele Cristina da Silva Kazama  
Membro

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, que me deram vida e me ensinaram a sempre lutar, nunca desistir de um objetivo.

À Meri Zaneti que é uma amiga inestimável, me deu muita confiança para executar os protocolos de análise deste trabalho e ajudou-me a amadurecer muito durante o processo.

Ao Professor Diego Peres Netto que em sua modéstia dizia desorientar-me, mas sempre me ensinava algo novo e o como deveria utilizar aquele conhecimento.

Aos meus amigos Cassio Silva Garcia e Arthur Martins Reitz que todas as quintas saiam comigo para enterrar de uma vez por todas tudo que me atrapalhou para a confecção deste trabalho.

Aos membros da banca que tiveram paciência e precisão ao ponderar sobre as correções do meu trabalho em especial a professora Lucélia Hauptli, que me ajudou na parte estatística do trabalho.

Aos que citei e a muitos outros que estavam envolvidos neste processo, tampouco foram muito importantes agradeço a todos.

*“Aquele cingido de uma armadura limpa e brilhante não sabe o que é lutar.”*

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Composição química do milho grão e dos grãos de destilaria com solúveis de milho expressa em porcentagem da matéria seca (% MS). .....	14
Tabela 2 Produção de gases (ml/g) das diferentes tortas de oleaginosas. ....	16
Tabela 3 Interpretação da solubilidade da proteína em KOH tendo como exemplo o farelo de soja. ....	18
Tabela 4 Composição química (médias e desvio padrão) do farelo de soja submetido a dois tempos e a duas temperaturas de tostagem. ....	23
Tabela 5 Composição química (médias e desvio padrão) da torta de algodão submetido a dois tempos e a duas temperaturas de tostagem. ....	24
Tabela 6 Composição química (médias e desvio padrão) do DDGS submetido a dois tempos e a duas temperaturas de tostagem. ....	25

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>2 OBJETIVO.....</b>	<b>9</b>
2.1. GERAL.....	9
2.2. ESPECÍFICOS.....	9
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>10</b>
3.1 A PROTEÍNA NA DIETA ANIMAL.....	10
3.2 O EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO NOS ALIMENTOS.....	11
3.3 FONTES PROTEICAS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL.....	12
3.3.1 Farelo de Soja.....	12
3.3.2 Grãos de destilaria com solúveis.....	13
3.3.3 Torta de algodão.....	15
3.4 MÉTODOS LABORATORIAIS PARA ANÁLISE PROTEICA.....	16
3.4.1 Proteína bruta pelo método de Kjeldahl.....	16
3.4.2 Solubilidade da proteína em KOH.....	17
3.4.3 Fracionamento da proteína pelo método de Cornell.....	19
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>20</b>
4.1. LOCAL E ÉPOCA.....	20
4.2. MATERIAL EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	20
4.3. ANÁLISES LABORATORIAIS.....	20
4.4. ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	20
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>22</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>26</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>27</b>

## RESUMO

O milho e a soja estão entre os alimentos mais utilizados na alimentação de animais, quando seus preços estão muito elevados é comum a busca por ingredientes alternativos para compor a dieta dos animais. O DDGS e a torta de algodão são alimentos alternativos proteicos, utilizados na alimentação animal. A proteína é um dos nutrientes mais caros da dieta animal. A qualidade da proteína é importante, pois alimentos com altos teores de proteína bruta, nem sempre possuem altos teores de digestibilidade, mas este fator pode ser melhorado com o tratamento térmico. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a fração proteica do DDGS, da torta de algodão e do farelo de soja, submetidos a 100°C por 40 min e a 130°C por uma hora. As análises de matéria seca, proteína bruta, Fibra em detergente neutro e ácido, CNPCS e solubilidade da proteína em hidróxido de sódio. foram feitas no Laboratório de nutrição animal do centro de ciências agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina. A solubilidade do DDGS apresentou valor médio de 20% no tratamento a 100°C e diminuiu para 14,1%, demonstrando que a qualidade do alimento ficou pior com o tratamento térmico, efeito semelhante foi observado nos outros dois alimentos utilizados. O CNPCS demonstrou que cerca de 65% do nitrogênio dos alimentos está na fração B2 e que o efeito térmico fez com que houvesse diminuição desta fração em todos os três alimentos avaliados. O DDGS foi o alimento que apresentou menor qualidade da proteína, sendo que o farelo de soja foi o melhor alimento seguido pela torta de algodão.

Palavras chave: Nutrição, Nitrogênio, Qualidade, Alternativo, Proteína.

## 1 INTRODUÇÃO

O milho e a soja estão entre os alimentos mais utilizados na alimentação de animais domésticos e são respectivamente, fonte de energia e de proteína na dieta destes animais. Historicamente, se constata a flutuação sazonal de seus preços de comercialização que podem variar em função da região em que são produzidos, época do ano e demanda, dentre outros fatores. Especialmente, quando seus preços estão em alta no mercado é comum a busca por outras fontes alimentares que possam os substituir parcialmente, sem comprometer o valor nutritivo e o custo das dietas.

De acordo com Sakamoto et al (2006), a nutrição animal é o fator que mais pesa no balanço total de uma unidade de produção, consumindo até 75% dos custos operacionais. Para Murakami & Furlan, (2002), criadores de aves e suínos utilizam alimentos alternativos para reduzir os custos com a alimentação e para diminuir a competitividade com o milho e a soja que também são usados na dieta humana.

Dentre estes alimentos alternativos ao farelo de soja pode-se citar como fonte de proteína vegetal os grãos secos de destilaria com solúveis também conhecidos como Dried Distillers Grains with Solubles ou simplesmente DDGS. Este é um coproduto gerado pelas indústrias de álcool após o processamento dos grãos, como o de milho, para a obtenção do combustível etanol. Segundo Silva et al. (2016), o DDGS de milho é um alimento que possui em sua composição elevado teor de fibra e de proteína, que pode ser usado como alimento alternativo na produção animal. Uma outra opção é a torta de algodão que é obtida através da extração do óleo do caroço de algodão. A torta é utilizada na adubação orgânica, geração de energia e por fim na substituição do farelo de soja para bovinos (ABDALLA et al., 2008).

A proteína é um dos nutrientes mais caros na alimentação dos animais e por isto deve ser levada em consideração não somente sua quantidade, mas também sua qualidade. Por exemplo, a farinha de sangue (FS) e a farinha de penas (FP) apresentam respectivamente, em média 83% e 80% de PB. Entretanto, a digestibilidade da proteína da FP é inferior quando comparado à FS na alimentação de suínos. Isto foi evidenciado por Henn (2004) e ocorreu provavelmente devido a presença de queratina, proteína pouco solúvel, na FP. Para a farinha de penas ser um alimento proteico mais solúvel ela deveria passar por um tratamento térmico.

O tratamento térmico tem como função melhorar a digestibilidade de um alimento, inibindo fatores antinutricionais e desnaturando proteínas como a queratina, mas o tratamento térmico prolongado pode diminuir a digestibilidade do alimento.

A fração proteica em um alimento, por ser composta de macromoléculas muito complexas pode apresentar diferentes taxas de degradação entre as suas frações. Portanto, poderá haver o aproveitamento diferente de cada fração dos compostos nitrogenados presentes em um alimento. Na tentativa de conhecer mais informações sobre este assunto um método desenvolvido na Universidade de Cornell, nos EUA, propôs separar as frações nitrogenadas do alimento e expressá-las em porcentagem do nitrogênio total. Em teoria alimentos que apresentarem maior proporção das frações A e B1, por exemplo, de degradabilidade mais rápida, poderão ser absorvidos mais facilmente e terão melhor digestibilidade (SNIFFEN et al., 1992), contribuindo assim para a nutrição mais adequada dos animais. Entretanto, informações sobre a qualidade da proteína tanto do DDGS como da torta de algodão utilizados no Brasil ainda são escassas e isto se torna imprescindível à medida que há o crescimento do consumo destes ingredientes como parte das dietas dos animais. Diante disto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a fração proteica do DDGS, da torta de algodão e do farelo de soja, submetidos a diferentes tempos e temperaturas de secagem.

## **2 OBJETIVO**

### **2.1. GERAL**

- Avaliar a fração proteica do DDGS, da torta de algodão e do farelo de soja submetidos a dois tempos e a duas temperaturas de secagem.

### **2.2. ESPECÍFICOS**

- Determinar o teor de matéria seca e de proteína bruta, do DDGS, da torta de algodão e do farelo de soja submetidos a distintos processamentos térmicos. Adicionalmente, avaliar a qualidade da fração proteica destes alimentos pelo sistema de Cornell e a solubilidade da proteína dos mesmos em Hidróxido de potássio (KOH).

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 A PROTEÍNA NA DIETA ANIMAL

A proteína é o nutriente mais caro das dietas e também um dos mais importantes. Sua composição é basicamente uma ligação de vários aminoácidos no processo de tradução de um gene, que posteriormente, será configurado. Os aminoácidos possuem o radical amina, ou seja, apresentam o elemento nitrogênio além de carbono, hidrogênio e oxigênio em sua estrutura molecular (LOPES & SANTANA, 2005).

Quando os aminoácidos são absorvidos pelo animal sua utilização ocorre em uma ordem de prioridade, que começa com a manutenção, atividades basais (caminhar, deitar, correr e outras...), reservas corporais, produção e pôr fim a reprodução. Mais especificamente as proteínas têm como função reparar tecidos (anabolismo) e também são resultados do catabolismo no corpo do animal, gerado pelas atividades do mesmo. Em animais jovens as proteínas são essenciais para promoverem o crescimento dos tecidos e para a defesa do organismo contra agentes patogênicos. A carência de proteína na alimentação pode retardar o crescimento do animal, e ou causar doenças e a falta dos aminoácidos essenciais também provoca distúrbios na vida do animal (PRATES, 2007; MAGGIONI et al., 2008).

Ferreira e colaboradores (2006) avaliaram o efeito da desnutrição proteico-calórica na cicatrização de anastomoses no cólon, no pós-operatório de dois grupos de ratos, um submetido à desnutrição e o grupo controle com dieta que atendia as exigências dos animais. O grupo desnutrido teve uma cicatrização significativamente inferior quando comparado com a do grupo controle. A mortalidade no pósoperatório do grupo desnutrido foi de 53% e a do grupo controle apenas 6%, o que demonstra o efeito da desnutrição proteico-calórica. Ainda de acordo com os mesmos autores quando ocorre um quadro de desnutrição, principalmente proteica, os animais não conseguem uma recuperação adequada devido à falta de aminoácidos, que compõem estas proteínas.

A metionina e a cistina são aminoácidos sulfurados dos quais as aves, por exemplo, necessitam. A carência de aminoácidos sulfurados fará com que a ave apresente um crescimento anormal e ocorram perdas no lote. Estudos feitos por BRITO et al. (2004) e ALBINO et al. (1999), avaliaram diferentes níveis de metionina + cistina em dietas de frangos de corte nas fases iniciais e verificaram que a baixa concentração destes dois aminoácidos influenciou negativamente o crescimento corporal e o rendimento do peito das aves. Além de demonstrar o quanto o aminoácido afetava os animais no

crescimento, os mesmos autores encontraram níveis ideais de 0,81% até 0,89% de metionina + cistina nas dietas de aves com diferentes genéticas.

Um alimento muito utilizado como fonte de cistina na indústria avícola é a farinha de penas. Este alimento possui alto teor de Cistina (3,1%), porém baixo teor de metionina (0,64%). A farinha de penas é um alimento rico em proteína (em média 80% de PB), entretanto possui baixa digestibilidade devido à alta concentração de proteínas estruturais como a queratina e este fator torna a farinha de penas um alimento de uso limitado na dieta quando o mesmo não sofre nenhum processamento térmico. Em uma avaliação feita com frangos de corte, foram testadas diferentes dietas, uma dieta incluindo 5% farinha de penas, outra incluindo 5% farinha de vísceras e outra sem nenhuma das farinhas. Na dieta que houve a inclusão da farinha de vísceras, o crescimento dos frangos foi superior comparado a dieta contendo farinha de penas. Para melhorar a eficiência digestiva deste alimento ele deve passar por um processo de hidrólise ou de utilização de enzimas queratinases exógenas na ração, visando desnaturar e romper as ligações peptídicas da queratina e assim melhorar a absorção dos aminoácidos contidos na mesma (Carvalho et al., 2012).

### 3.2 O EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO NOS ALIMENTOS

Alguns ingredientes utilizados na alimentação animal, quando consumidos *in natura* sem um adequado tratamento térmico, podem apresentar reduzida digestibilidade e ter a absorção de seus aminoácidos inibida. O grão de soja cru, por exemplo, apresenta fatores antinutricionais que devem ser inativados termicamente antes de seu consumo. Carvalho e colaboradores (2002) evidenciaram o efeito do tratamento térmico de grãos de soja de quatro diferentes cultivares. Eles verificaram que tratamento térmico (100°C) reduziu a atividade das enzimas inibidoras de tripsina (termo lábeis) e elevou a digestibilidade *in vitro* dos grãos.

Alguns alimentos além de terem seus fatores antinutricionais inativados, melhoram sua digestibilidade e biodisponibilidade de nutrientes quando submetidos a processos térmicos. No trabalho de Benevides et al. (2013), foram testados diferentes tempos de armazenamento em salmoura ácida em amostras de maxixe, jiló, feijão caupi e feijão comum, submetidas a um cozimento doméstico de 100°C por 15 min. Os autores verificaram redução significativa (maior de 40%) nos teores de taninos e oxalatos de todos os alimentos testados devido ao tratamento térmico sofrido pelos mesmos, ou seja, pode-se inferir que o tratamento térmico adequado melhorou a qualidade do

alimento. Dias Jr. et al. (2017), verificaram efeito positivo da substituição de soja *in natura* por soja tostada, em dietas de vacas leiteiras. Esta substituição incrementou a produção de leite (kg/dia) em até 7%, devido a maior absorção de aminoácidos, a maior gliconeogênese dos animais e com isto maior produção de lactose.

Andrade e colaboradores (2010) avaliaram o efeito do tratamento térmico sobre a qualidade da proteína da soja e observaram que houve redução na qualidade da mesma quando exposta aos tratamentos de 150 e 170°C, pois os valores da solubilidade em KOH diminuíram de 79% para 59%, enquanto os valores da solubilidade a 130°C foram de 89%. Diante disto, se considera que o tratamento térmico pode melhorar a qualidade do alimento, inibindo fatores antinutricionais, mas também pode piorar a qualidade da proteína tornando a mais insolúvel.

### 3.3 FONTES PROTEICAS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

#### 3.3.1 Farelo de Soja

A soja *in natura* apresenta, em média, altos teores de energia metabolizável (3145 kcal) e de proteína bruta (45% na matéria seca) o que estimula sua utilização na alimentação de aves e suínos. Em contrapartida, apresenta uma baixa concentração de metionina e treonina. A soja para ser utilizada nas rações sofre um processo térmico, pois possui fatores antinutricionais como, por exemplo, os inibidores de tripsina e hemaglutininas que afetam os monogástricos negativamente em relação à digestibilidade da proteína da soja e conseqüentemente o crescimento e produtividade destes animais (Mendes et al. 2004). Se consumido *in natura*, o grão de soja pode causar problemas ruminais devido à presença do óleo no grão que interage com a membrana das bactérias ruminais, causando rupturas nas mesmas (Dias Jr et al. 2017).

A soja possui diferentes métodos e maquinários para sua tostagem, cada qual com suas diferenças de tempo e qualidade no processamento. Um deles é a tostagem por tambor rotativo, no qual o grão de soja entra em um tubo e recebe um jato de ar seco com temperatura de 120 a 125°C. A tostagem por tambor tem uma desvantagem, pois não se tem um padrão de tostagem na máquina e isto pode influenciar o quão processado termicamente o grão foi e o excesso de processamento pode causar insolubilidade da proteína e baixa digestibilidade. A tostagem por vapor úmido e a tostagem por vapor seco diferem entre si no teor de umidade e no fato de que a

tostagem úmida utiliza um equipamento chamado de Dessolventizador-Tostador, no qual há um solvente presente para a extração da água da soja. Outro método é tostagem por “jet sploder” onde a soja entra em um tubo e é submetida a um jato de ar mais quente que a dos outros processos (315°C). Quando a soja entra em contato com o ar na temperatura ambiente a temperatura cai rapidamente para 120°C e essa variação, por apenas 1 minuto, faz com que ocorra a ruptura do grão da soja, que será moído no final do processo, resultando no produto conhecido como farelo de soja com gordura. O processo de extração do óleo de soja faz com que ocorra a geração de um subproduto chamado de farelo de soja (BELLAYER, SNIZEK Jr., 1999).

O farelo de soja é um dos alimentos mais usados para os animais nas rações, principalmente em dietas de suínos e aves. Juntas estas cadeias produtivas absorvem aproximadamente 86% do farelo de soja produzido no Brasil e 22% do óleo de soja para as dietas dos animais (LIMA et al. 2014). De acordo com RUNHO (2001), o farelo de soja para ser utilizado na alimentação animal deve passar por duas análises que avaliam a qualidade do alimento. Uma delas é a de atividade ureática que verifica o quão ativo está a enzima urease. A presença da urease tem elevada correlação com a concentração de fatores antinutricionais. Desta forma, se assume que se, a enzima urease não foi destruída no processo térmico, logo os fatores antinutricionais ainda estão ativados na soja. Outra análise recomendada é a de Solubilidade da Proteína em KOH, que indica a qualidade e a disponibilidade da proteína para a absorção do animal. Ou seja, quanto maior (> 85%) for a solubilidade da proteína em KOH melhor ela será para a nutrição do animal.

### **3.3.2 Grãos de destilaria com solúveis**

Os Dried distiller grain with solubles (DDGS) ou grãos de destilaria com solúveis são grãos que passaram pelo processo de destilação para produção de etanol. O Grão de destilaria com solúveis são obtidos a partir da centrifugação de dois resíduos, um deles chamado resíduo pesado e outro resíduo leve. O resíduo pesado é composto pela parte seca do grão destilado, o resíduo leve por outro lado é muito úmido, portanto, passa por um processo de evaporação antes de ser misturado ao resíduo pesado. Quando ocorre a mistura de ambos os resíduos é que se tem de fato o DDGS (BRITO 2008; SILVA et al. 2016a).

A Tabela 1 apresenta a composição nutricional do milho grão e do DDGS de milho. A proteína e a fibra são as frações mais abundantes encontradas neste coproduto. Sabe-se que este alimento é rico em proteínas não degradáveis no rúmem e nitrogênio insolúvel em detergente neutro (Klopfenstein, 1996). Se comparados com o grão de milho, a fibra e a proteína do DDGS podem ser até 3 vezes maiores.

Tabela 1. Composição química do milho grão e dos grãos de destilaria com solúveis de milho expressa em porcentagem da matéria seca (% MS).

Nutrientes	Milho grão (%)	DDGS (%)
Matéria seca	87,1	87,5
Proteína bruta	8,2	30,9
Lipídios	3,6	10,7
Fibra Bruta	1,7	7,2
Fibra em detergente neutro	11,7	26,7
Fibra em detergente ácido	3,5	8,4
Cinzas	1,2	6,0
Lisina	0,2	0,9
Arginina	0,4	1,31
Metionina	0,2	0,65

(Adaptado de SILVA et al. 2016 e ROSTAGNO, et al., 2005)

A energia digestível e metabolizável deste ingrediente pode ser semelhante, dependendo da qualidade do grão de milho e da intensidade do processamento (Spiehs et al., 2002; Silva et al., 2016).

Por ser um alimento alternativo com alto teor de proteína sua utilização começou a ser feita no intuito de substituir alguns alimentos mais caros na dieta como a soja (BELLAVAR & LUDKE, 2004). Em suínos na fase de terminação Wahlstrom et al. (1970), utilizando dietas com 5, 10, 15 e 20% de DDGS não encontraram diferenças nos parâmetros zootécnicos de ganho de peso e conversão, exceto na dieta de 20% na qual os animais apresentaram um ligeiro aumento na conversão alimentar. O mesmo autor descobriu que os animais suplementados com 0,75% de lisina conseguiram recuperar a conversão alimentar de 3,28 para 2,89, o que mostra uma carência de lisina no DDGS. Este resultado corrobora com o

verificado por XU et al. (2008), que avaliaram concentrações do DDGS de até 30%, e inclusive seu efeito sobre algumas características da carcaça. Acima de 30% houve redução na conversão alimentar e no ganho de peso e o aumento da ingestão de ração dos animais. A carcaça suína no experimento de XU et al. (2008), teve uma leve diminuição na firmeza da gordura abdominal, mas em contrapartida teve um aumento na concentração de ácido linoleico.

### **3.3.3 Torta de algodão**

O algodão é uma oleaginosa, e assim como a soja e o farelo de algodão vem sendo utilizado em dietas para substituir parcialmente a soja nas dietas dos animais, em virtude do aumento do preço da mesma. De acordo com Abdalla et al. (2008) a produção de torta de algodão no Brasil, em 2010, chegou ao total de 318 mil toneladas sendo a segunda maior produção de torta de oleaginosa, perdendo somente para a soja com cerca de dez vezes esse valor.

O algodão tem seu maior uso na fabricação de tecidos e suas sementes para a retirada do óleo de algodão que gera um subproduto chamado de torta de algodão. A torta de algodão é obtida através da prensagem dos grãos de algodão para a retirada do óleo. Na literatura existem relatos que a torta de algodão pode ser usada para a adubação de lavouras (Mendes, 1946 e Boock 1950) e para a nutrição animal (Oliveira, et al. 1986; Abdalla et al. 2008 e Santana et al., 2010).

Boock (1950) avaliou diferentes níveis de torta de algodão e sulfato de amônio, para adubação nitrogenada. A conclusão foi que a torta de algodão deve ser usada em partes iguais com o sulfato de amônio com cerca de 650 kg/ha, para que se tenha melhor eficiência. O mesmo autor afirma que a torta de algodão é eficiente para a retenção de água nos solos e a mistura da torta com o sulfato de amônio facilita a aplicação do adubo, mas possui pouco nitrogênio com custo muito elevado, se comparado com o sulfato de amônio.

A torta de algodão é um alimento muito utilizado para a suplementação de ruminantes em virtude do seu teor de fibra em detergente neutro (58,9%) e proteína bruta (34,5%). A fibra da torta melhora o perfil fermentativo ruminal promovendo a redução da produção de gases do efeito estufa, diminuição do sequestro de hidrogênio por bactérias metanogênicas e melhor aproveitamento da energia nas dietas (SANTANA, et al., 2010; ABDALLA, et al., 2008).

Oliveira et al (1986), avaliaram a substituição da torta de algodão na alimentação de ovinos devido ao seu elevado preço no Nordeste. Estes autores verificaram que a torta de algodão pode ser substituída em até 50 % por feno de leguminosas sem diminuir o ganho de peso dos animais. Substituir completamente a torta de algodão por feno de leguminosas pode diminuir a eficiência na absorção de nitrogênio.

Abdalla et al. (2008) no intuito de demonstrar a capacidade da torta de algodão de diminuir os gases do efeito estufa produzidos por ruminantes, a avaliaram *in vitro* com farelos e tortas de oleaginosas com distintos níveis de inclusão. O resultado da substituição total do farelo de soja por tortas de oleaginosas é apresentado na Tabela 2. Mesmo a torta de algodão produzindo menos gases que a soja, não houve diferença estatística entre os tratamentos.

Tabela 2 Produção de gases (ml/g) das diferentes tortas de oleaginosas.

Torta	Soja	Algodão	Dendê	Mamona	Pinhão manso
Produção de gases (mL/g)	13,4	11,1	11,8	9,5	13,2

Adaptado de ABDALLA et al. (2008).

Em bovinos de corte, Santana et al. (2010), avaliaram suplementações proteicas diferentes, uma delas continha 1 kg de torta de algodão, outra 10 kg de palma-forrageira e a última suplementação com 0,5 kg de torta de algodão + 5 kg de palma-forrageira. Os autores verificaram que na época das chuvas o desempenho dos animais foi similar, independente do tipo de suplemento oferecido e atribuíram este resultado a melhor qualidade dos pastos da região, levando em consideração o quanto foi ingerido do pasto. Entretanto, quando a torta de algodão foi fornecida na época das secas, os animais apresentaram ganho de peso superior, em média de 514 g/dia. Segundo os autores, este efeito está associado à alta relação energia/proteína que a torta de algodão possui, que melhora o aproveitamento da proteína.

### 3.4 MÉTODOS LABORATORIAIS PARA ANÁLISE PROTEICA

#### 3.4.1 Proteína bruta pelo método de Kjeldahl

Os trabalhos bromatológicos iniciaram na estação de Weende, na Alemanha, em 1789 por Lavosier, que já tinha dividido o alimento em algumas frações diferentes, mas não eram chamadas como se conhece hoje. A fração chamada de proteína veio

a ser descrita pelo químico Garrit Jan Mulder em 1838 e posteriormente em 1881 por Johan Gustav Kjeldahl com seu método de determinação do nitrogênio nos alimentos (LOPES & SANTANA, 2005; PRATES 2007; SILVA & QUEIROZ, 2002). O método de kjeldahl é composto de 3 etapas distintas: Digestão, Destilação e Titulação.

Na etapa inicial a amostra é submetida à digestão com ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) concentrado, mistura catalítica e uma rampa de aquecimento até atingir  $360^\circ C$ . A mistura catalítica é feita para aumentar o ponto de ebulição do ácido sulfúrico e assim a digestão da amostra ocorrerá por completo. Os compostos orgânicos são convertidos principalmente em  $CO_2$  e  $H_2O$ , permanecendo no tubo de ensaio somente o nitrogênio que é transformado em uma forma estável de sulfato de amônio (LOPES & SANTANA, 2005; PRATES 2007; SILVA & QUEIROZ, 2002). A segunda fase é a de destilação do produto gerado pela digestão. Nesta etapa ocorre uma reação de neutralização do sulfato de amônio com o hidróxido de sódio, fazendo com que ocorra a liberação da amônia, que condensa e se liga ao ácido bórico, formando o sal básico de borato de amônio. Após as etapas de digestão e destilação ocorre à titulação do borato de amônio com ácido clorídrico concentrado e padronizado, e a quantificação do volume deste ácido é determinante para calcular o nitrogênio contido na amostra (LOPES & SANTANA, 2005).

Magomy et al. (2014), avaliaram diferentes amostras de plantas para análise do nitrogênio total pelo método de Kjeldahl, em comparação com o nitrogênio total encontrado na metodologia descrita por SPARKMAN (2010), citada pelo autor. Os resultados foram que o método de kjeldahl não consegue quantificar a proteína com perfeição devido ao uso do fator de conversão 6,25 para determinação da proteína nas plantas utilizadas no experimento, mas se houver um ajuste do fator o método de kjeldahl é muito eficiente. Para o uso adequado do método de Kjeldahl deve-se levar em consideração o fator de correção do ácido clorídrico e sua normalidade, bem como para a conversão da porcentagem de nitrogênio em proteína bruta.

### **3.4.2 Solubilidade da proteína em KOH**

O método da solubilidade em KOH é utilizado para avaliar a qualidade da proteína e assim auxiliar na tomada de decisões (Tabela 3) para a utilização do alimento, baseado na solubilidade do mesmo. No método da solubilidade há algumas variáveis que podem afetar os resultados como, por exemplo: velocidade de agitação,

granulometria da amostra, tempo de rotação e rotação na tostagem da soja, que devem ser consideradas para que a análise seja feita com melhor exatidão de resultados.

Tabela 3 Interpretação da solubilidade da proteína em KOH tendo como exemplo o farelo de soja.

Condição	Solubilidade (%)
Excelente	>85
Boa	>80
Regular	>75
Ruim	<75

(Adaptado de PRATES, 2007).

Silveira & Souza (1981) avaliaram as variáveis influenciadoras do método de solubilidade em KOH e um dos resultados obtidos pelos autores foi que quanto maior o tempo de tostagem e a velocidade de agitação da amostra durante a etapa de hidrólise, maior será o valor de proteína solúvel, por causa do aumento da fração proteica na mistura. Os mesmos autores ainda afirmaram que a granulometria da amostra e a velocidade de agitação são também fatores importantes, pois quanto maior a granulometria menor é a solubilidade. Logo, se houver padronização da granulometria e velocidade de agitação nas amostras que receberem este método o resultado será padronizado e mais acurado. Amostras que não passaram pelo mesmo protocolo de análise podem tendenciar a solubilidade e fazer com que a proteína do alimento não seja verdadeiramente solúvel como a análise mostrou.

O trabalho de Bertol et al. (2001), demonstraram o efeito da substituição parcial do farelo de soja nas dietas de leitões de 0 a 21 dias após desmame por proteína concentrada de soja, proteína texturizada de soja e soja integral extrusada. Os autores verificaram que a dieta contendo somente farelo de soja causou diminuição da conversão alimentar (0 a 14 dias após desmame), devido à baixa solubilidade deste alimento no estudo em questão. Verificaram também que farelos de soja com solubilidade abaixo dos 56% causaram redução no ganho de peso de leitões e ineficiência alimentar.

### 3.4.3 Fracionamento da proteína pelo método de Cornell

O método de Cornell (*Cornell Net Carbohydrate and Protein System*) para o fracionamento de carboidratos e proteínas é utilizado para separar as frações de carboidratos e proteínas nos alimentos e assim conhecer o quão degradável estas parcelas serão pelos microrganismos ruminais e pelo animal, estimando com precisão a quantidade de energia metabolizável e digestibilidade da proteína e, ou carboidratos. Conhecendo a digestibilidade e a energia de um alimento pode-se então prever o desempenho animal utilizando um modelo matemático (GESUALDI Jr, et al. 2005; LICITRA, et al. 1996).

Os alimentos fracionados pelo CNPCS, apresentam diferentes frações com diferentes taxas de degradabilidade. No caso das proteínas a fração A é a mais solúvel, ou seja, compreende o nitrogênio não proteico (NNP) contido no alimento, como por exemplo: peptídeos, aminoácidos livres, ácidos nucleicos, nitratos, amidas, aminas e amônia. A fração B1 é a proteína verdadeira, logo a fração B1 é a proteína que vai ser absorvida pelo animal. A fração B2 é a proteína associada à fibra em detergente neutro, portanto, tem degradabilidade mais lenta que as outras duas frações (A e B1), juntamente com a fração C que é insolúvel em detergente ácido, ou seja, não será aproveitada pelo animal. A fração B3 é intermediária entre as frações B2 e C e também esta associada com a parede celular e a fibra do alimento. Por serem as frações com degradação mais lenta a proteína das frações B2 e B3 não são tão aproveitadas pelas bactérias ruminais e são em parte absorvidas no intestino delgado dos ruminantes (PEREIRA et al. 1997; BRANCO et al., 2012).

O CNPCS quando associado a um modelo matemático, pode ser utilizado para estimar a composição bromatológica dos alimentos e prever o ganho de peso diário animal. Uma comparação entre a estimativa do CNPCS para dietas de bovinos e as análises químico-físicas para determinação da composição de 3 alimentos (silagem de milho, farelo de soja e sorgo grão) foi feita por Rossi Jr e colaboradores em 1997. Um dos resultados foi que o teor de matéria seca, cinzas e extrato etéreo foram todos estimados corretamente, mas quando se tratou de solubilidade da proteína e nitrogênio não proteico houve divergências quanto aos valores de nitrogênio não proteico do farelo de soja, que para o CNPCS foi de 55%, e para o laboratório foi de 11%. O mesmo efeito ocorreu na solubilidade da proteína que ficou 15 pontos percentuais subestimada pelo CNPCS no mesmo alimento.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. LOCAL E ÉPOCA

O experimento foi realizado no Laboratório de Nutrição Animal (LNA) do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, de março a setembro de 2017.

### 4.2. MATERIAL EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

Foram avaliados o Farelo de soja, DDGS do milho e a torta de algodão, adquiridos de agroindústrias do estado do Mato Grosso do Sul, submetidos a dois tempos e a duas temperaturas de tostagem, sendo: 1) Tostagem a 100°C por 40 min (padrão); 2) Tostagem a 130°C por 1 hora (alta tostagem), perfazendo um total de 6 amostras.

### 4.3. ANÁLISES LABORATORIAIS

As amostras foram secas em estufa com circulação de ar forçado (55°C por 72 horas) e moídas em moinho de facas com peneira de 1 mm. A seguir, foram determinados o teor de matéria seca total (MST), proteína bruta (PB) segundo Silva & Queiroz (2009). A fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas de acordo com o método descrito por Van Soest (1967) e a solubilidade da proteína em KOH conforme metodologia proposta por Prates (2007).

A fração proteica dos alimentos foi determinada conforme preconizado pelo sistema da Universidade de Cornell, EUA, e descrito por Licitra et al. (1996). As frações foram: Nitrogênio não proteico (fração A); Nitrogênio solúvel total e proteína solúvel (fração B1); Nitrogênio insolúvel em detergente neutro (fração B2) e Nitrogênio insolúvel em detergente ácido (fração C) e a fração “B3” que é calculada por diferença entre as frações “B2” e “C”. A fração “A” corresponde ao nitrogênio que suprirá, preferencialmente, as exigências dos microorganismos ruminais para a formação de membranas e reprodução dos mesmos. As frações B1, B2, B3 e C, diferem na velocidade que as mesmas se degradam e em suas solubilidades dentro do rúmen, sendo que a fração proteica mais digestível e solúvel é a B1, seguido pelas frações B2, B3 e C, respectivamente.

### 4.4. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os três alimentos foram avaliados separadamente, sendo realizada a comparação entre os dois tempos e duas temperaturas de tostagem. Logo, cada alimento foi submetido a dois tratamentos (T): T1: Tostagem a temperatura de 100°C por 40 minutos e T2: Tostagem a temperatura de 130°C por 1 hora, com três repetições em cada tratamento. As variáveis avaliadas foram: matéria seca, proteína bruta, Fração A, Fração B1, Fração B2 (NIDN), Fração B3, Fração C (NIDA), Solubilidade da Proteína, FDN e FDA. Os dados foram submetidos a análise de variância ao nível de 5% de significância e as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey. As análises foram realizadas com o software estatístico MINITAB (MCKENZIE & GOLDMAN, 1999)

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliando o efeito do tratamento térmico sobre o teor de MS dos alimentos pode se verificar que houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para este parâmetro, entre os tratamentos (tabela 4, 5 e 6). Isto ocorreu provavelmente, em virtude da volatilização de compostos cujo ponto de ebulição estava entre 100 e 130°C, resultando em um teor de matéria seca, em média, superior ( $P < 0,05$ ) para os alimentos submetidos à alta tostagem (130°C por 1h).

Tabela 4. Composição química (médias e desvio padrão) do farelo de soja submetido a dois tempos e a duas temperaturas de tostagem.

Variáveis (%)	100°C por 40 min	130°C por 1h	Valor de P	Efeito
Matéria Seca	83,5 ± 0,08 <sup>A</sup>	91,6 ± 0,38 <sup>B</sup>	0,01	S
Proteína Bruta	48,7 ± 1,18	48,6 ± 0,53	0,83	NS
Fração A	11,7 ± 1,78	9,9 ± 4,16	0,51	NS
Fração B1	3,9 ± 2,96	2,4 ± 2,23	0,52	NS
Fração B2	79,8 ± 0,94 <sup>A</sup>	43,7 ± 3,86 <sup>B</sup>	0,01	S
Fração B3	0,7 ± 0,11 <sup>A</sup>	39,4 ± 3,04 <sup>B</sup>	0,01	S
Fração C	80,5 ± 0,83 <sup>B</sup>	83,2 ± 0,81 <sup>A</sup>	0,01	S
Solubilidade da Proteína	98,7 ± 0,77 <sup>A</sup>	40,7 ± 2,87 <sup>B</sup>	0,01	S
Fibra em Detergente Neutro	11,4 ± 0,51 <sup>A</sup>	44,0 ± 1,24 <sup>B</sup>	0,01	S
Fibra em Detergente Ácido	7,0 ± 0,3	6,1 ± 0,54	0,07	NS

Onde S: efeito significativo ( $P < 0,05$ ); NS: efeito não significativo ( $P > 0,05$ ). Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $P < 0,05$ )

Não foi observada diferença estatística ( $P > 0,05$ ) para proteína bruta do farelo de soja quanto ao efeito da tostagem. Isto pode ser explicado, em parte, pelo fato de que no presente trabalho a soja não foi obtida *in natura* e sim diretamente o produto farelo de soja. Ou seja, já houve uma pré-secagem do alimento, portanto, era esperado que o teor de proteína bruta não variasse acentuadamente. Quando se observa o teor de PB do DDGS (tabela 6) verificou-se o efeito clássico de concentração proteica devido ao maior tratamento térmico ( $P < 0,05$ ). Em relação à fração A e B1 do farelo de soja e do DDGS não houve efeito significativo dos tratamentos térmicos sobre as variáveis destes alimentos ( $P > 0,05$ ). Em contrapartida, a torta de algodão devido a uma maior volatilização do nitrogênio, pois é um alimento rico em fração A (tabela 5), ou seja,

tem nitrogênio mais volátil, apresentando em média uma diminuição no teor de PB (34%), quando submetida ao super processamento.

Houve um incremento na fração B1 da torta de algodão, possivelmente, ocasionado pela desnaturação das proteínas presentes nas frações B2, B3 e C, que em virtude do tratamento térmico tornaram-se solúveis no tampão borato fosfato, utilizado para determinar esta fração. A fração B1 do DDGS e do farelo de soja foram similares ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos. Em virtude da fração B3 ser calculada pela diferença da B2 e C, houve efeito estatístico desta fração para todos os alimentos, pois apresentaram diferença entre elas.

Tabela 5. Composição química (médias e desvio padrão) da torta de algodão submetido a dois tempos e a duas temperaturas de tostagem.

Variáveis (%)	100°C por 40 min	130°C por 1h	Valor de P	Efeito
Matéria Seca	85,5 ± 0,28 <sup>B</sup>	88,3 ± 0,11 <sup>A</sup>	0,01	S
Proteína Bruta	36,6 ± 1,33 <sup>A</sup>	34,0 ± 0,71 <sup>B</sup>	0,01	S
Fração A	30,3 ± 2,9 <sup>A</sup>	20,3 ± 2,37 <sup>B</sup>	0,01	S
Fração B1	3,0 ± 1,9 <sup>B</sup>	19,0 ± 3,03 <sup>A</sup>	0,01	S
Fração B2	60,1 ± 4,2 <sup>A</sup>	27,3 ± 3,71 <sup>B</sup>	0,01	S
Fração B3	4,9 ± 0,52 <sup>B</sup>	22,9 ± 5,89 <sup>A</sup>	0,04	S
Fração C	65,0 ± 3,67 <sup>B</sup>	50,2 ± 2,18 <sup>A</sup>	0,03	S
Solubilidade da Proteína	81,9 ± 4,11 <sup>A</sup>	51,3 ± 3,06 <sup>B</sup>	0,01	S
Fibra em Detergente Neutro	43,1 ± 1,49 <sup>B</sup>	48,3 ± 0,57 <sup>A</sup>	0,01	S
Fibra em Detergente Ácido	29,9 ± 0,08 <sup>B</sup>	36,0 ± 0,88 <sup>A</sup>	0,01	S

Onde S: efeito significativo ( $P<0,05$ ); NS: efeito não significativo ( $P>0,05$ ). Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $P<0,05$ )

Ao inferir sobre a fração B2 dos três alimentos avaliados (tabela 4, 5 e 6) verificou-se que houve diminuição ( $P<0,05$ ) desta fração, causada pelo tratamento térmico (130°C por 1h). Geralmente, espera-se um incremento da fração B2, quando alimentos aquosos (> 15% de umidade) são submetidos a elevadas temperaturas, devido à reação de Mailard (FRANCO et al., 2013). Entretanto, no presente trabalho isso não foi verificado, pois os alimentos foram adquiridos já pré-secos, com reduzido teor de umidade, como pode ser observado na tabela 4, 5 e 6. Quando eles foram posteriormente submetidos a 130°C por 1h, o efeito da reação de Mailard, que

complexaria o nitrogênio nos carboidratos não ficou evidente, justamente pelo reduzido teor de água no material original. No presente estudo, provavelmente os alimentos desafiados termicamente (130°C por 1h), apresentaram em média, menor fração B2 ( $P < 0,05$ ), por ela ter se volatilizado durante o processo de tostagem ao invés de se complexar com os carboidratos da parede celular (celulose, hemicelulose e lignina).

Na fração C o farelo de soja apresentou um leve incremento ( $P < 0,01$ ) e o teor de FDA foi semelhante ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos. Isso pode ser explicado pelo fato de que alimentos tratados termicamente têm suas proteínas danificadas e maior insolubilidade em detergente ácido (Licitra, et al 1996). Observando a Fração C da torta de algodão, pode-se perceber um efeito ( $P < 0,05$ ) contrário ao da soja, que possivelmente ocorreu com o tratamento térmico, tornando o nitrogênio mais solúvel em detergente ácido. Esse efeito ocorreu devido ao aumento da solubilidade da fração C nos alimentos (DDGS e no farelo de soja) e também a diminuição de suas frações B2, causando alta diferença entre as médias e efeito significativo. Somente a torta de algodão apresentou um efeito de melhora no teor de nitrogênio da fração C, que diminuiu, tornando então a proteína mais solúvel e digestível com o tratamento térmico proposto de 130° por 1 hora.

Tabela 6. Composição química (médias e desvio padrão) do DDGS submetido a dois tempos e a duas temperaturas de tostagem.

Variáveis (%)	100°C por 40min	130°C por 1h	Valor de P	Efeito
Matéria Seca	88,2 ± 0,32 <sup>A</sup>	91,9 ± 0,14 <sup>B</sup>	0,01	S
Proteína Bruta	28,5 ± 0,06 <sup>A</sup>	31,6 ± 0,36 <sup>B</sup>	0,01	S
Fração A	12,2 ± 1,63	12,0 ± 3,46	0,89	NS
Fração B1	4,4 ± 2,86	2,8 ± 1,87	0,56	NS
Fração B2	63,4 ± 5,21 <sup>A</sup>	43,9 ± 0,35 <sup>B</sup>	0,02	S
Fração B3	1,3 ± 1,03 <sup>A</sup>	21,3 ± 0,5 <sup>B</sup>	0,01	S
Fração C	64,4 ± 3,67	65,2 ± 0,04	0,74	NS
Solubilidade da Proteína	20,1 ± 0,23 <sup>A</sup>	14,1 ± 0,53 <sup>B</sup>	0,01	S
Fibra em Detergente Neutro	62,5 ± 0,7 <sup>A</sup>	67,2 ± 0,02 <sup>B</sup>	0,01	S
Fibra em Detergente Ácido	20 ± 0,56	19,7 ± 0,57	0,32	NS

Onde S: efeito significativo ( $P < 0,05$ ); NS: efeito não significativo ( $P > 0,05$ ). Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $P < 0,05$ )

A fibra em detergente neutro do farelo de soja (tabela 4) apresentou um valor discrepante quando se observa o efeito do tratamento térmico. Este aumento de quase cinco vezes no teor da fibra pode ser explicado pela retração da molécula amilose, que ocorre em temperaturas acima de 124°C e baixa umidade. Essa retração faz com que a suscetibilidade da interação enzima substrato seja comprometida, ou seja o amido não pode ser transformado em dextrinas e posteriormente dissacarídeos e assim solubilizado (VIEIRA, 2004). O DDGS e a torta de algodão não possuíam altos teores de amido, portanto não obtiveram efeito semelhante, mas ainda sim houve significância ( $P < 0,01$ ), demonstrando o efeito de concentração deste nutriente nos alimentos tratados termicamente.

A solubilidade da proteína dos alimentos apresentou diferença estatística quando houve o tratamento térmico, mas notou-se que a solubilidade do DDGS já apresentava valores considerados ruins por Prattes (2007) (Tabela 2) e pioraram quando se observa o efeito do tratamento térmico sobre este alimento. A utilização deste ingrediente em dietas deve ser então observada para que não ocorra o efeito de uma dieta com baixa digestibilidade em proteína, que seriam: maior ingestão pelo animal, menor ganho de peso e maior custo com a nutrição (COUTO, 2008). A soja teve o maior valor de solubilidade e foi considerada como ótima (98,7% de solubilidade) para consumo animal, a torta de algodão foi qualificada como boa (81% de solubilidade), mas o tratamento térmico provocou queda nestes valores tornando-os alimentos ruins. O efeito da diminuição da solubilidade é decorrente a desnaturação das proteínas, que ocorre em alimentos com exposição ao calor. Consequentemente a desnaturação ocorre a complexação da proteína, que piora a solubilidade da proteína, dificultando a digestão para o animal.

De acordo com COUTO (2008), um dos desafios para a fabricação de rações é a obtenção de ingredientes que tenham padrões de qualidade e composição bromatológica muito semelhante aos utilizados nas matrizes de formulação de rações. Desta forma, alimentos com valores altos de proteína que tenham solubilidade baixa, não podem ser utilizados, por comprometerem os requisitos de qualidade de uma fábrica de ração. O mesmo autor ainda cita que para a compra destes ingredientes é imprescindível a fiscalização tanto do produto, para evitar fraudes na compra dos mesmos.

## **6 CONCLUSÃO**

O grão seco de destilaria com solúveis foi o alimento que apresentou menor qualidade da proteína, sendo que o farelo de soja foi o melhor alimento seguido pela torta de algodão. O tratamento térmico influenciou negativamente a qualidade da fração proteica dos alimentos analisados.

## REFERÊNCIAS

ABDALLA, A. L.; SILVA filho, J. C.; GODOI, A. R. et al. **Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes.** R. Bras. Zootec., v.37, suplemento especial p.260-258, 2008.

BELLAVER, C.; SNIZEK Jr, P. N. **Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves.** Embrapa suínos e aves. 1999, Concórdia, SC.

BERTOL, T. M.; NELSON MORES, N.; LUDKE, J. V.; FRANKE, M. R. **Proteínas da Soja Processadas de Diferentes Modos em Dietas para Desmame de Leitões.** Rev. bras. zootec., 30(1):150-157, 2001

BOOCK, O, J. **O Farelo de Torta de Algodão na Adubação da Batatinha.** Bragantia, Vol. 10 n. 11, nov. 1950.

BRANCO, A. F.; VIANA, K. B.; CASTAÑEDA, R. D. PROMAMN, P. E.; CONEGLIAN S. M.; MOURO, G. F. **Composição química e fracionamento da proteína bruta da gramínea Coastcross no inverno, primavera e verão no sul do Brasil.** Acta Sci., Anim. Sci. vol.34 no.2 Maringá Apr./Junho 2012.

CARVALHO<sup>1</sup>, C. M. C., et al. **Uso de farinhas de origem animal na alimentação de frangos de corte.** Revista portuguesa de ciências veterinárias, 111 (581-582) 6973, 2012.

CARVALHO<sup>2</sup>, M. R. B. de et al. **Avaliação da atividade dos inibidores de tripsina após digestão enzimática em grãos de soja tratados termicamente.** Revista de **Nutrição.** Pontifícia Universidade Católica de Campinas, v. 15, n. 3, p. 267-272, 2002.

Dias Jr G. S., et al. **Substituição de soja crua por soja tostada aumentou a produção de leite em vacas da raça Holandesa.** Cienc. Rural vol.47 no.5 Santa Maria 2017 Epub Mar 23, 2017

FERREIRA, M. M.; SCIALOM, J. M.; CAMPOS, A. D. et al. **Efeito da Desnutrição na Cicatrização de Anastomoses Colônicas: Estudo Experimental em Ratos.**

Rev bras Coloproct, 2006;26(3): 239-243.

GESUALDI jr A.; QUEIROZ, A. C.; RESENDE, F. D. et al. **Validação dos Sistemas VIÇOSA, CNCPS e NRC para Formulação de Dietas para Bovinos Nelore e Caracu, Não-Castrados, Selecionados em Condições Brasileiras.** R. Bras. Zootec., v.34, n.3, p.997-1005, 2005

HENN, J. D. **Determinação do valor nutritivo de farinhas de sangue e de farinhas de vísceras utilizando o método da proteína e da gordura digestíveis.** UFSM, Porto Alegre, Junho de 2004

LIMA, C. B.; COSTA, F. G.; LUDKE, J. V. et al. **Fatores antinutricionais e processamento do grão de soja para alimentação animal.** v. 10, n. 4, p. 24-33, out – dez , 2014.

LOPES, D. C., SANTANA, M. C. A. **Determinação de proteína em alimentos para animais. Métodos químicos e físicos.** Editora UFV. 98p. 2005.

MAGGIONI D.; ROTTA P. P.; MARQUES J. A.; ZAWADZKI F.; PRADO R. M.; PRADO I. N. **INFLUÊNCIA DA PROTEÍNA SOBRE A REPRODUÇÃO ANIMAL: UMA REVISÃO.** Campo Dig., Campo Mourão, v.1, n.2, p.105-110, jan/out. 2008

MAGOMYA, A.M.; KUBMARAWA, J.A; NDAHI, G.; YEBPELLA, G. **Determination Of Plant Proteins Via The Kjeldahl Method And Amino Acid Analysis: A Comparative Study.** International Journal of Scientific & Technology Research volume 3, issue 4, april 2014.

MCKENZIE, J; GOLDMAN, R. N. **The student edition of Minitab for Windows manual:** release 12. Belmont: Addison-Wesley Longman: Softcover ed. 1999. 529p.

MENDES, T. J. M. **Ensaio de Desbaste dos Ramos Inferiores do Cafeeiro.** BRAGANTIA Vol.6, n.12, Campinas, dez 1946.

MIURA, E. M . Y.; SILVA, R. S. S. F.; MIZUBUTI, I. Y.; IDA, E. I. **Cinética de**

**Inativação de Inibidores de Tripsina e de Insolubilização de Proteínas de Diferentes Cultivares de Soja.** R. Bras. Zootec., v.34, n.5, p.1659-1665, 2005.

MOURA, C. C.; DONZELE, J. L.; MELLO, H. V. et al. **Farinha de Penas e Sangue em Rações para Suínos para Terminação.** R. Bras. Zootec., v.23, n6 p.940-948, 1994.

PEREIRA, J. R. A.; BOSE, M. L. V.; BOIN C. **Avaliação das Sub-frações dos Carboidratos e das Proteínas, Usando as do CNPCS e in-situ com Bovinos da Raça Nelore 1 (silagem de milho).** Bras, Zootec., v26, n.4, p.832-837, 1997.

PEREIRA, J. R. A.; BOSE, M. L. V.; BOIN C. **Avaliação das Sub-frações dos Carboidratos e das Proteínas, Usando as do CNPCS e in-situ com Bovinos da Raça Nelore 2 (milho e farelo de algodão).** Bras, Zootec., v26, n.4, p.838-843, 1997.

ROSSI jr, P.; SILVA, A. G.; WANDERLEY, R. C. et al. **Degradabilidade Ruminal da Matéria Seca e da Fração Proteica da Silagem de Milho, do Farelo de Soja e do Sorgo Grão, em Bovinos da Raça Nelore.** R. Bras, Zootec., v26, n.3, p.599-607, 1997.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.

RUNHO, R. C. **Farelo de Soja: Processamento e Qualidade.** Artigo Técnico Polinutri Alimentos, 2001. Disponível em: <http://www.polinutri.com.br/> Acesso em: 5/10/2016.

SANTANA, D. F. Y.; LIRA, M A.; SANTOS, M. V. F. et al. **Consumo de matéria seca e desempenho de novilhas das raças Girolando e Guzerá sob suplementação na caatinga, na época chuvosa, em Pernambuco, Brasil.** R. Bras. Zootec., v.39, n.10, p.2148-2154, 2010.

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

SILVEIRA, C. O. & SOUZA, C. F. V. **Variações do Método de Quantificação da Proteína Solúvel em Soja Desativada Utilizada na Alimentação Animal**. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, v. 01, n. 02: p. 117 – 127

VIEIRA, F. C. **Efeito do tratamento com calor e baixa umidade sobre características físicas e funcionais dos amidos de mandioca-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*), de batata-doce (*Ipomoea batatas*) e de gengibre (*Zingiber officinale*)**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2004. 103 f.

COUTO, Humberto Pena. **Fabricação de rações e suplementos para animais: gerenciamento e tecnologias**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil Editora, 2008. 263 p. ISBN 9788576012634 (broch.).