



SARAH VILELA DE SOUZA FRANCO E VASCONCELOS

**CINÉTICA DA DEGRADAÇÃO RUMINAL E
DIGESTIBILIDADE INTESTINAL DE FARELOS DE SOJA E
GRÃOS SECOS DE DESTILARIA COM SOLÚVEIS**

**LAVRAS – MG
2021**

SARAH VILELA DE SOUZA FRANCO E VASCONCELOS

**CINÉTICA DA DEGRADAÇÃO RUMINAL E DIGESTIBILIDADE INTESTINAL DE
FARELOS DE SOJA E GRÃOS SECOS DE DESTILARIA COM SOLÚVEIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Zootecnia, para a obtenção do
título de Bacharel.

Dr. Erick Darlison Batista
Orientador

**LAVRAS – MG
2021**

SARAH VILELA DE SOUZA FRANCO E VASCONCELOS

**CINÉTICA DA DEGRADAÇÃO RUMINAL E DIGESTIBILIDADE INTESTINAL DE
FARELOS DE SOJA E GRÃOS SECOS DE DESTILARIA COM SOLÚVEIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Zootecnia, para a obtenção do
título de Bacharel.

APPROVADO em 19 de Novembro de 2021.

Dr. Erick Darlisson Batista	UFLA
Msc. Lázaro Henrique da Silva	UFLA
MSc. Caio Rodrigues Monteiro	UFLA

**LAVRAS- MG
2021**

RESUMO

Os alimentos proteicos são de extrema importância para a alimentação dos ruminantes, sobretudo o farelo de soja (FS) que é o ingrediente proteico mais importante e mais utilizado na produção de vacas leiteiras. Todavia, é uma fonte limitada de proteína não degradável no rúmen (PNDR). Uma forma alternativa de se fornecer PNDR para os ruminantes é utilizando a proteína protegida como farelo de soja tratado com lignossulfonato (FSTL) e grãos secos de destilaria (GSD), que podem ser fontes potencialmente interessantes para serem incluídas na dieta. O objetivo do presente estudo foi determinar os teores de proteína bruta do FS, FSTL e GSD tanto para degradação ruminal quanto para digestibilidade intestinal. O experimento ocorreu numa fazenda experimental da EPAMIG em Três Pontas -MG, com duas vacas canuladas, consumindo dietas à base de silagem de milho. Os sacos de nylon contendo dimensões de 10cm x 20cm, foram incubados em oito intervalos de horários diferentes: 0, 2, 4, 8, 12, 16, 24 e 48 horas contendo seis sacos por horário, por vaca e por alimento. Após retirados do rúmen, os sacos foram lavados na máquina de lavar no ciclo rápido de 19 minutos. E analisou-se os teores de proteína bruta pelo método de Kjeldahl, matéria seca e cinzas. A fração A (100% degradável) foi determinada pelo N (nitrogênio) solúvel no momento da lavagem do tempo 0h. A fração C (100% não degradável) foi determinada pelo N residual no tempo 48h. E a fração B (potencialmente degradável) foi calculada pela diferença (N - A - C). E para avaliação da digestibilidade intestinal utilizou-se a técnica dos três estágios no tempo 16 horas. A taxa da degradação ruminal efetiva da proteína bruta foi calculada pela fórmula: $A + B \times [kd / (kd + kp)]$ e assumiu que a taxa de passagem (kp) é de 5%h⁻¹. A fração A teve o teor de proteína (%) similar (P>0,14) para o FS (13,7% de PB), FSTL (14,6% de PB) e GSD (17,8% de PB). No entanto, o FSTL (13,4% de PB) e os GSD (38,0% de PB) apresentaram valores maiores (P<0,01) do que FS (3,3% de PB). A fração B apresentou diferença entre as fontes proteicas (P<0,01) e o FS obteve o maior valor (83,0% de PB), seguido por FSTL (71,7% de PB) e por fim os GSD (43,1% de PB). O FSTL e os GSD apresentaram valores similares para a taxa de degradação (kd) de 4,6% e 4,4%h⁻¹ respectivamente, ambas menores do que o FS com 8,5%h⁻¹ (P<0,01). Para a degradação ruminal efetiva os GSD apresentaram o menor valor (37,8% de PB, P<0,01), seguido do FSTL (47,8% de PB) e por fim o FS apresentou o maior valor (65,7% de PB). A digestibilidade da PNDR foi similar para o FSTL e o GSD com a média de 63,1% de PB e foi menor (P<0,01) para os FS (50,7% de PB).

Palavras-chave: Proteína não degradável no rúmen. Proteína do milho. Farelo de soja. Ruminantes. Nutrição.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Metabolismo proteica em ruminantes.	11
Figura 2 – Representação esquemática da degradação proteica e seus produtos finais.	14
Figura 3 – Sacos de nylon já confeccionados que serão incubados ainda sem os alimentos em seu interior.	21
Figura 4 – Sacos de nylon pronto para serem preenchidos com alimentos proteicos.	22
Figura 5 – Sacos de nylon devidamente preenchidos com os alimentos e amarrados para serem incubados.	22
Figura 6 – Sacos de nylon momentos antes de serem incubados.	23
Figura 7 – Remoção dos sacos de nylon do rúmen das vacas.	24
Figura 8 – Remoção dos sacos de nylon do rúmen das vacas.	24
Figura 9 – Sacos de nylon na estufa de 65°C.	25
Figura 10 – Sacos de nylon sendo separados para então serem abertos e realizar as análises.	25
Figura 11 – Local onde os sacos de nylon foram pesados.	26
Figura 12 – Momento da realização da análise de cinzas das amostras.	26
Figura 13 – Equipamento responsável por realizar a análise de cinzas (MUFLA).	27
Figura 14 – Pesagem dos cadinhos para calcular a quantidade de cinzas das amostras.	27
Figura 15 – Local onde ocorre a realização da análise de proteína bruta das amostras na primeira etapa (digestão), chamadas de capelas.	28
Figura 16 – Realização da análise de proteína bruta das amostras da primeira etapa (digestão). .	28
Figura 17 – Realização da análise de proteína bruta das amostras da primeira etapa (digestão). .	29
Figura 18 – Realização da análise de proteína bruta das amostras da primeira etapa (digestão). .	29
Figura 19 – Realização da análise de proteína bruta das amostras da primeira etapa (digestão). .	30
Figura 20 – Realização da análise de proteína bruta das amostras da primeira etapa (digestão). .	30
Figura 21 – Realização da análise de proteína bruta das amostras da segunda etapa (destilação). .	31
Figura 22 – Realização da análise de proteína bruta das amostras da segunda etapa, fazendo a titulação.	31
Figura 23 – Anotação de todos os dados obtidos das análises realizadas.	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Teores de proteína bruta dos alimentos proteicos nas frações A,B e C da proteína.	35
Tabela 2 – Taxa de passagem e degradação ruminal efetiva de proteína bruta dos diferentes alimentos.....	35

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
2.1 METABOLISMO PROTEICO NOS RUMINANTES	10
2.1.1 DEGRADAÇÃO RUMINAL PROTEICA.....	12
2.1.2 DIGESTIBILIDADE INTESTINAL PROTEICA.....	17
2.2 FARELO DE SOJA.....	18
2.3 FARELO DE SOJA TRATADO.....	19
2.4 GRÃOS SECOS DE DESTILARIA	19
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
5 CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

O agronegócio é uma atividade que tem grande impacto no panorama de crescimento econômico brasileiro. Aproximadamente 24,5% do PIB brasileiro ou R\$1,55 trilhão advém da soma de serviços e bens gerado pelo agronegócio, sendo que a pecuária representa 32% ou R\$494,8 bilhões, apontando que para os próximos anos, estes dados tenham um acréscimo de 11,8% (IBGE; CNA, 2020).

A pecuária é, uma atividade ligada à criação de gado (corte e leite), considerados animais ruminantes, e estes por sua vez são animais mamíferos que possuem estruturas anatômicas próprias como a presença de quatro compartimentos estomacais, são eles: retículo, rúmen e omaso, considerados pré-estômago; e o abomaso considerado estômago verdadeiro (BERCHIELLI; PIRES; OLIVEIRA, 2011). Os ruminantes são animais capazes de aproveitar melhor os alimentos fibrosos do que os animais não ruminantes, pois o rúmen atua como uma câmara de fermentação abrigando em seu interior milhares de microrganismos – bactérias, fungos e protozoários. Como resultado dessa digestão ruminal, há produção dos ácidos graxos voláteis (AGV). Estes serão aproveitados pelo animal para serem utilizados posteriormente em diversas rotas metabólicas. A ruminação, irá promover a quebra de tamanho das partículas facilitando o acesso destes microrganismos para que ocorra a digestão. É importante salientar que os ruminantes não são capazes de produzir enzimas que ocasionam a digestão desses alimentos fibrosos, porém permitem que haja um ambiente propício para bactérias, fungos e protozoários os realizem (BERCHIELLI; PIRES; OLIVEIRA, 2011).

As exigências proteicas que os animais ruminantes possuem podem ser supridas com o fornecimento de alimentos que têm teores elevados de proteína em sua composição. São exemplos de alimentos proteicos: caroço de algodão, farelo de algodão, grão de soja, farelo de soja, ureia, levedura entre outros tantos. Segundo a CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento a previsão para safra de produção de soja 2021/2022 será uma produção recorde quando comparado aos anos anteriores, com produção de 135,5 milhões de toneladas (POPOV, 2021). Muito embora haja uma elevada produção de soja esperada para o ano de 2021, o preço pago pelos produtores para obter o produto também será elevado, repetindo o cenário vivido no ano de 2020 de alta dos preços. Por isso, é importante se atentar ao fornecimento destes alimentos aos animais, uma vez que a alimentação tem grande impacto no custo de produção da atividade pecuária.

Deste modo, é de suma importância que o fornecimento de alimentos proteicos para os bovinos seja racional e de forma a se aproveitar o máximo possível do perfil de aminoácidos que aquele produto está oferecendo, a fim de se reduza os gastos com a alimentação e maximize os ganhos com a dieta. As três fontes de proteína que o animal possui são: a proteína microbiana, advinda do rúmen; a proteína dietética, advinda da dieta e por fim, a proteína endógena, advinda das secreções intestinais e descamação do tecido gastrintestinal (MEDEIROS; MARINO, 2015). A degradação ruminal da proteína bruta advinda da dieta, nos ruminantes, afeta a fermentação ruminal e também a absorção de aminoácidos no intestino delgado (MARCONDES et al., 2009). Essa ação dos micro-organismos no rúmen para degradar toda fração proteica proveniente de fonte dietética, é chamada de proteína degradável no rúmen (PDR). Ao passo que, toda a fração proteica do alimento que, passar intacta pelo rúmen, ou seja, sem sofrer ação dos micro-organismos, chegará no intestino delgado para ser absorvida, é chamada de proteína não degradável no rúmen (PNDR).

A concentração e qualidade da proteína da dieta podem influenciar no consumo de matéria seca. Reduzir o teor de PB da dieta abaixo de 7% da matéria seca (MS) pode reduzir a degradação da fração fibrosa, resultando num menor consumo de matéria seca (CMS) devido a lenta passagem dessa porção fibrosa pelo rúmen. Porém, trabalhar com níveis elevados de nitrogênio na dieta, acima do recomendado, também é prejudicial, pois vai começar a ter excesso de liberação de amônia pelo rúmen, podendo levar à uma toxidez (FERNANDES et al., 2009).

Para se obter um maior aporte proteico na porção inicial do intestino delgado (duodeno), utiliza-se a fonte proteica de forma protegida. Pois assim, é possível garantir que o animal receberá um perfil de aminoácidos previamente qualificado e quantificado, atendendo às suas exigências nutricionais. Uma vez que, quando o alimento passa pelo rúmen, seu perfil de aminoácidos é alterado devido à degradação dos microrganismos ali presentes. Assim, com o fornecimento da proteína protegida, é possível limitar a degradação dessas fontes proteicas por parte dos microrganismos existentes no rúmen, e promover um maior aproveitamento por parte da digestibilidade intestinal.

As formas de se obter uma proteína protegida são: a primeira, é aquela que é resistente ao ataque microbiano no rúmen; e a segunda, é aquela que passa para o intestino delgado diretamente, sem se misturar completamente com o conteúdo ruminal, evitando assim que haja degradação por parte dos microrganismos ali presentes (CAVASSIN, 2000). Uma vez que há carência de informações sobre os teores de proteína não degradável no rúmen dos alimentos com proteína

protegida, o objetivo do presente estudo visou comparar dois tipos de proteína protegida, como o farelo de soja tratado com lignossulfonato e os grãos secos de destilaria, e o farelo de soja normal. Destes alimentos, avaliou-se a taxa de degradação ruminal e a taxa de digestibilidade intestinal, a fim de contribuir com a quantidade de informações existentes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

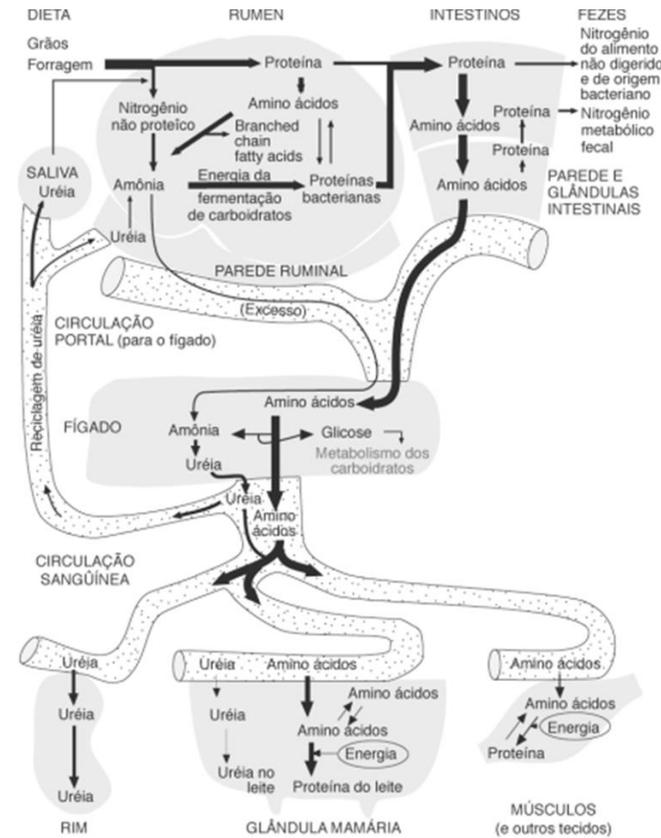
2.1 Metabolismo proteico nos ruminantes

O ruminante tem sua exigência proteica pré-estabelecida e para suprir essas demandas, há duas formas: ou via micro-organismos ruminais ou via dieta. Essas proteínas advindas da dieta, são degradadas no rúmen pela atuação dos micro-organismos ali presentes, que irá digeri-las até chegar em aminoácidos (AA). Estes aminoácidos, mais tarde, serão sintetizados pelas bactérias para serem aproveitadas em suas próprias proteínas, gerando aminoácidos que serão utilizados para crescimento e multiplicação das bactérias (PIRES, 2015).

Para o crescimento microbiano acontecer, é necessário nitrogênio, e suas principais fontes são: a proteína dietética e o nitrogênio não proteico. A ureia é considerada uma fonte de nitrogênio não proteico, e quando chega no rúmen sofre o processo de hidrólise através da enzima urease e libera amônia. A proteína da dieta pode ser dividida em proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína não degradável no rúmen (PNDR). Esta PDR é composta por proteína verdadeira e nitrogênio não proteico (SALAZAR; CORTINHAS; FREITAS JR., 2008). Deste modo, a PDR é degradada no rúmen até chegar na fração amônia, e será incorporada ao micro-organismos e os alfa-cetoácidos (produzidos pela degradação dos carboidratos), dando origem a proteína microbiana (NEUMANN et al., 2006; ANJOS; CARDOSO, 2018).

Como resultado principal da ação dos micro-organismos presente no rúmen, tem-se a amônia, que, pode ser resultado de uma conversão tanto de AA quanto de NNP (nitrogênio não proteico). A proteína verdadeira então, sofre o processo de degradação quando chega no rúmen, e é transformada na fração de aminoácidos. Estes por sua vez serão deaminados em N (nitrogênio) e amônia (NH₃), podendo ser incorporados a proteína microbiana ou degradado novamente pelos próprios micro-organismos ruminais, resultando na produção de ácidos graxos voláteis (AGV) (SALAZAR; CORTINHAS; FREITAS JR., 2008).

Figura 1 – Representação esquemática sobre o metabolismo proteica em ruminantes.



FONTE: Wattiaux (2002).

Atualmente, muito tem se estudado para maximizar a eficiência da utilização da proteína da dieta, uma vez que o seu custo é bastante alto quando comparado aos outros ingredientes utilizados nas dietas de ruminantes (NEVES, 2018). E essa melhor utilização é observada devido ao melhor desempenho do animal e suas menores perdas de nitrogênio (N) (SANTOS et al., 1998). Para essa síntese microbiana ocorrer no rúmen é necessário que haja a disponibilidade de energia e nitrogênio (SALAZAR; CORTINHAS; FREITAS JR., 2008). E também, ainda durante o processo de síntese, as bactérias podem utilizar as fontes de nitrogênio não proteico, como amônia, e também os aminoácidos (KOZLOSKI, 2011). O metabolismo proteico então é composto pela degradação ruminal com a transformação de parte das proteínas em peptídeos, aminoácidos (AA) e amônia (SALAZAR; CORTINHAS; FREITAS JR., 2008).

Quando há excesso de inclusão de proteína na dieta ou energia para fermentação limitada, há um excesso de produção de amônia no rúmen que não é totalmente utilizado e então, gera um aumento na concentração de amônia e não é toda essa amônia que será convertida em proteína

microbiana. A amônia excedente, será absorvida pelo epitélio ruminal e levada até o fígado, local onde ocorre a produção de ureia. A ureia, é transportada no sangue, podendo voltar via saliva, ou através do epitélio ruminal, ou ser excretada pela urina (SALAZAR; CORTINHAS; FREITAS JR., 2008). Quando a ureia retorna para o rúmen, ela pode ser reaproveitada pelos micro-organismos, servindo como fonte de nitrogênio (BACH; CALSAMIGLIA; STERN, 2005). A assimilação de amônia pelos micro-organismos ruminais tem correlação direta com suas respectivas taxas de crescimento. Assim, é possível que a amônia seja removida do ambiente ruminal, ou através do fluido ruminal, que irá incorporá-la à matéria microbiana, ou pela absorção do epitélio ruminal, e por fim, pode ocorrer também pelo fluxo para o abomaso (NOLAN; DOBOS, 2005). A proteína microbiana é capaz de suprir as exigências da proteína metabolizável de bovinos de corte em até 100%, oscilando de 50% (sistema de produção intensivo) a 100% (sistema de produção extensivo). Além de ser considerada proteína de boa qualidade, por apresentar um bom perfil de aminoácidos e boa digestibilidade, em torno de 80% (PIRES, 2015).

Já a PNDR, fornece ao animal o segundo maior aporte de aminoácidos (SALAZAR; CORTINHAS; FREITAS JR., 2008). Ela passa pelo rúmen sem influências dos micro-organismos, e somente no intestino delgado será fracionada em AA, para então ser absorvida (WATTIAUX, 2002). Sempre que a produção de proteína microbiana é alterada, resultado de uma alteração na dieta por exemplo, a quantidade e qualidade da PNDR que chega no intestino delgado é afetada (SALAZAR; CORTINHAS; FREITAS JR., 2008).

Sendo assim, o processo de fornecimento de aminoácidos no intestino delgado, se deve ao fato de que a proteína degradável no rúmen sofre toda ação das enzimas proteolíticas e então se transformam em peptídeos, aminoácidos, amônia e proteína microbiana. A proteína não degradável no rúmen sofre ação das enzimas intestinais que irão transformá-las em aminoácidos, para então serem absorvidas pelo epitélio intestinal, na porção duodenal (SOUZA, 2019). Outro fator importante para a digestibilidade intestinal das proteínas não degradáveis no rúmen, é que, há alta correlação entre as características das fontes de PNDR com sua digestibilidade (SOUZA, 2019).

2.1.1 Degradação ruminal proteica

Para que a degradação ruminal proteica ocorra faz-se necessário alguns processos, sendo eles a solubilização, hidrólise extracelular, o transporte para o interior das células (RUSSEL et al.,

1992). O passo inicial para que ocorra a degradação ruminal das proteínas, consiste que as bactérias se fixem ao rúmen para que possam se alimentar das partículas do alimento, para então iniciar a ação das proteases microbianas ligadas às células (BROCK; FORSBERG; BUCHANAN-SMITH, 1982). Os micro-organismos presente no rúmen são os mais diversos, estima-se que cerca de 30 a 50% dos micro-organismos ali presentes são responsáveis pela ação proteolítica (PRINS; VAN RHEENEN; VAN'T KLOOSTER, 1983). As bactérias em maiores quantidades no rúmen que tem função proteolítica são *Butyrivibrio fibrisolvens* e *Prevotella ruminicola* (SALAZAR; CORTINHAS; FREITAS JR., 2008).

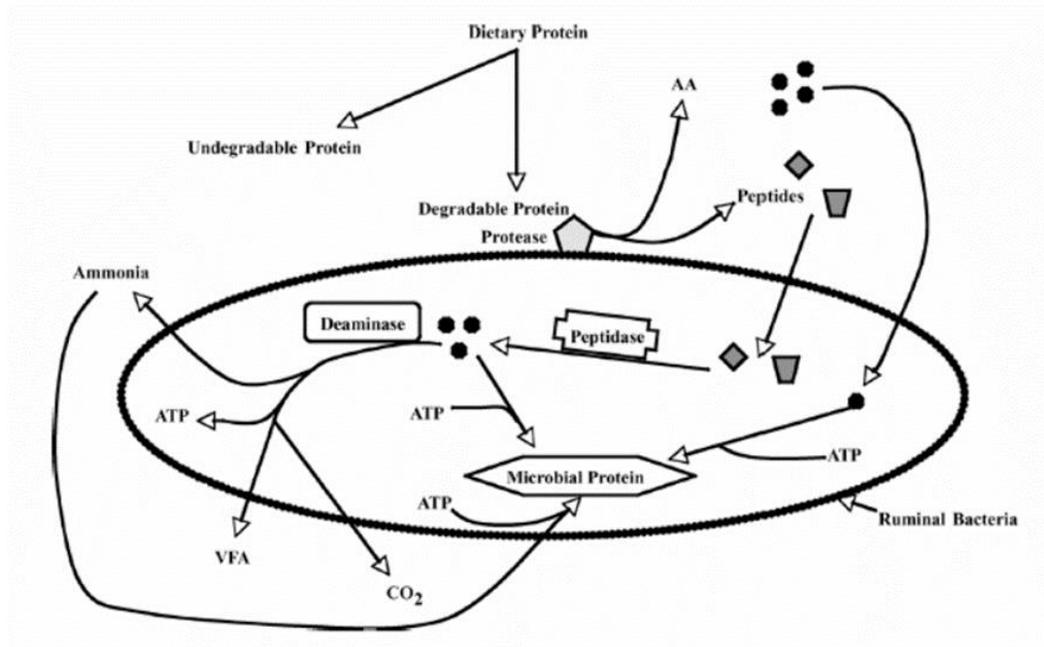
As bactérias presentes no rúmen, protozoários ciliados e alguns fungos anaeróbicos, detém da atividade proteolítica, bem como possuem uma variedade de diferentes tipos de enzimas proteolíticas (WALLACE, 1996). Sabe-se que para a degradação proteica acontecer de forma completa, é necessária atuação de diferentes proteases, pois seus números de ligações são variados. Assim, a taxa de degradação ruminal proteica pode depender da atividade proteolítica como um todo, além do tipo de proteína influenciar (BACH; CALSAMIGLIA; STERN, 2005).

Para que ocorra a degradação ruminal, e se tenha eficiência na síntese proteica dois fatores são considerados importantes, como a disponibilidade e sincronização entre a energia disponível e os compostos nitrogenados (APAJALAHTI et al., 2019). Pode-se considerar que as proteínas possuem rápida e extensiva degradação ruminal, com isso, é de suma importância se atentar à quantidade de energia disponível para aquele sistema. Pois, uma vez que a energia é limitante, provavelmente, a síntese de proteína será limitada também, além dos carboidratos fibrosos apresentarem características da taxa de digestão lenta (PINA et al., 2010). Por conseguinte, o fornecimento de carboidratos não fibrosos em quantidades moderadas tende a aumentar o fluxo de nitrogênio microbiano para o abomaso (PINA et al., 2010). Importante salientar que, este fato ocorre desde que não haja limitação de nitrogênio no rúmen. Logo, os principais compostos responsáveis pela síntese microbiana no rúmen são, a proteína bruta e os carboidratos. A proteína bruta e os carboidratos são responsáveis pela formação de nitrogênio amoniacal, através de sua fermentação, aminoácidos, esqueletos de carbono e energia na forma de ATP, todos destinados para o crescimento microbiano (PINA et al., 2010). No âmbito de disponibilidade de energia e não limitação de nitrogênio presente no rúmen, o processo que irá ocorrer é a transaminação dos aminoácidos ou captação dessa proteína para utilização da síntese proteica de maneira direta (SALAZAR; CORTINHAS; FREITAS JR., 2008). Porém, se a energia é limitante, por exemplo,

os aminoácidos podem ser deaminados e seus esqueletos de carbonos serão fermentados a ácidos graxos voláteis (SALAZAR; CORTINHAS; FREITAS JR., 2008).

A figura abaixo ilustra a degradação proteica e seus produtos finais.

Figura 2 – Representação esquemática da degradação proteica e seus produtos finais.



FONTE: Bach et al. (2005).

A concentração dos produtos oriundos da degradação proteica ruminal, tem relação com a interação com substratos presente no rúmen. Fato esse devido ao aproveitamento dos substratos simultaneamente pela população microbiana, admitindo um balanço ideal de nutrientes (SALAZAR; CORTINHAS; FREITAS JR., 2008). Caso não haja esse balanço, pode ocasionar a perda de nitrogênio e comprometimento de alguns micro-organismos.

É sabido então, que, a degradação proteica no rúmen é devido à ação de enzimas proteolíticas e a disponibilidade de energia no rúmen. Porém, há alguns outros fatores que podem interferir nesse processo. Devido ao fato de as atividades enzimáticas da degradação proteica depender de inúmeros outros fatores, como citado anteriormente, se torna importante a atenção para outras ações enzimáticas durante a degradação. De acordo com Tomankova; Kopecny (1995) as amilases apresentaram efeito positivo sobre a degradação ruminal, fato que fora confirmado, pois Assoumani et al. (1992), já haviam comprovado um aumento de 6 a 20% na degradação

proteica quando adicionado amilase ao rúmen. (SALAZAR; CORTINHAS; FREITAS JR., 2008) também verificaram o aumento da degradação proteica quando adicionaram de 42,4 a 53,1% de celulases na digestão proteolítica *in vitro*.

O pH ruminal também é considerado um importante fator na degradação proteica (NRC, 2001). Pois a queda do pH pode impactar negativamente na degradação ruminal. Valores baixos de pH podem ser prejudiciais aos micro-organismos, além de resultar na baixa digestibilidade de componentes fibrosos (VERBIC, 2002). Uma vez que se é possível monitorar, estimar, o pH ruminal, é possível melhorar a degradação além de se monitorar também, a saúde do animal, prevenindo contra doenças metabólicas como laminite e acidose (ALLEN, 1997). O pH ideal para o rúmen ter um ótimo funcionamento da atividade proteolítica é entre 5,5 e 7,0 (BACH; CALSAMIGLIA; STERN, 2005).

O motivo pelo qual a atividade microbiana do rúmen é prejudicada quando há uma queda no pH ruminal se deve ao fato da disponibilidade de energia para esses micro-organismos, pois a energia que seria destinada ao seu crescimento é desviada para a manutenção do pH interno destes organismos, ocasionando a perda da utilização de energia para a síntese microbiana (STROBEL; RUSSELL, 1986).

Os compostos nitrogenados também são imprescindíveis para a síntese microbiana (VERBIC, 2002). A velocidade e quantidade de proteína que é degradada no rúmen influencia diretamente a quantidade de proteína microbiana sintetizada no rúmen e define também a quantidade total de proteína não degradável no rúmen que chega no intestino delgado (PINA et al., 2010). A proteína degradável no rúmen (PDR) tem a função de atender as exigências nutricionais de compostos nitrogenados dos micro-organismos existentes no rúmen e também pelo nitrogênio metabólico endógeno. Esse nitrogênio metabólico endógeno é obtido através da oxidação de aminoácidos nos tecidos e órgãos, que retorna para o rúmen ou via sangue ou via saliva (PINA et al., 2010).

De acordo com Pina et al. (2010) o máximo aporte proteico advindo da proteína microbiana ocorre quando se utiliza dietas com 10 – 13% de PDR na MS para vacas em lactação. Porém, é importante analisar outros fatores como nível de produção da lactação desse animal, qual seu estágio fisiológico, qual a categoria animal, dentre outros. A disponibilidade do nitrogênio também é alterada quando há uma maior proporção em relação à matéria orgânica verdadeira degradada no rúmen. A eficiência microbiana é diminuída, então, se a disponibilidade de nitrogênio ruminal é

alta quando comparado à quantidade de matéria orgânica verdadeira degradada no rúmen, a quantidade de síntese microbiana pela utilização do nitrogênio diminui (GRISWOLD et al., 1996). Pode-se notar então que, a energia para realizar o crescimento microbiano é mais limitante do que o próprio excesso de nitrogênio que não fora utilizado pelos micro-organismos ruminais (PINA et al., 2010).

A capacidade dos micro-organismos ruminais de se alimentarem de nitrogênio não proteico para benefício próprio, ou seja, seu crescimento, acaba por definir a utilização de nitrogênio não proteico nas dietas como um fator importante. Os micro-organismos responsáveis pela fermentação ruminal de carboidratos fibrosos, precisam como substrato para seu crescimento somente amônia, ao passo que, aqueles micro-organismos que degradam carboidrato não fibroso, necessita de aminoácidos pré-formados (RUSSEL et al., 1992). Outras fontes nitrogênio, que não amônia, são importantes para o animal, uma vez que estas propiciam um ambiente para adequada digestão ruminal da fibra, além de promoverem uma maior síntese microbiana (GRISWOLD et al., 1996). Por outro lado, a proporção de amônia varia de acordo com a fonte de nitrogênio utilizada, tendo sua contribuição mínima de nitrogênio para o crescimento microbiano através da amônia de 26%, quando se utilizava concentrações elevadas de peptídeos e aminoácidos, ao passo que quando se atingiu 100%, a única fonte de nitrogênio fora a amônia (WALLACE, 1996).

A taxa de passagem também pode ser considerada um fator importante que afeta a síntese microbiana. O crescimento microbiano pode ser afetado positivamente pelo aumento no consumo da matéria seca (VERBIC, 2002), uma vez que houve aumento da síntese microbiana em 20%, quando a taxa de passagem se elevou de 0,02 para 0,08h⁻¹ (ALDERMAN; BLAKE, 1995).

A diluição do líquido ruminal tem influência direta na taxa de replicação microbiana, quando ambas são iguais, é o momento em que ocorre o máximo de síntese microbiana (ORSKOV; REEDS; KYLE, 1987). Os ruminantes, ao aumentarem a quantidade produzida de saliva, aumentam também por conseguinte, o tamponamento e a diluição do conteúdo ruminal. Esta diluição do conteúdo ruminal irá atuar na concentração dos ácidos ruminais, fazendo com que eles sejam menores em dietas à base de forragem quando comparado ao concentrado (PINA et al., 2010).

2.1.2 Digestibilidade intestinal proteica

A proteína não degradável no rúmen é uma das fontes de fornecimento de aminoácidos para o animal. Aproximadamente 59% da proteína que chega ao intestino delgado é proveniente da proteína microbiana (CLARK; KLUSMEYER; CAMERON, 1992). A proporção de proteína microbiana que é classificada como proteína verdadeira é de 60%, ao passo que a digestibilidade da mesma no intestino delgado é de 100%

A quantidade de proteína e sua digestibilidade de cada fração proteica que chegam ao intestino delgado, irão determinar a quantidade de aminoácidos absorvidos pelo epitélio intestinal para a manutenção do organismo do animal (BRANCO et al., 2006). Por isso, é importante conhecer a exigência nutricional do animal, e neste caso, conhecer as exigências de aminoácidos, a fim de que se evite a oferta em excesso de proteína na dieta (BONOMETTI et al., 2011). O excesso de proteína na dieta aumenta a excreção de ureia na urina, aumenta o gasto energético do animal para sintetizar e excretar a ureia (BONOMETTI et al., 2011).

A exigência de proteína metabolizável dos ruminantes são atendidas em sua maioria pela proteína produzida no rúmen pelos micro-organismos, chamada de proteína microbiana, além da proteína dietética que passa pelo rúmen sem sofrer o processo de degradação e a proteína endógena (PEREIRA et al., 2008). De toda proteína que chega no intestino delgado, 50% é advinda da proteína microbiana, sendo considerada então uma fonte proteica de excelente qualidade. Todavia, a proteína dietética que não é degradada no rúmen possui o perfil de aminoácidos e a sua digestibilidade variável, ou seja, oscila tais características de acordo com sua fonte proteica (BRODERICK, 1995). A proteína microbiana tem sua composição relativamente constante, sendo assim, a única alternativa para se aumentar o aporte de aminoácidos, é o aumento de fontes de proteína não degradáveis no rúmen (PEREIRA et al., 2008). Porém é importante salientar que estudos mostraram queda no desempenho animal, quando se substituiu fontes proteicas de alta degradação para fontes proteicas de baixa degradação (PEREIRA et al., 2008). Os motivos pelos quais isso acontece é que há uma redução na síntese de proteína microbiana em função da maior inclusão de proteína não degradável no rúmen, contendo perfis mais pobres em aminoácidos, além de possuírem menor digestibilidade intestinal (CLARK; KLUSMEYER; CAMERON, 1992; SCHWAB, 1996).

2.2 Farelo de Soja

O farelo de soja é o principal alimento utilizado como fonte proteica na alimentação animal (EMBRAPA, 2017). É um produto obtido através da extração dos óleos do grão de soja. Podendo sofrer processos de prensagem mecânica, extração contínua por solventes, ou ambos. Sendo assim, durante o processo de prensagem, há uma elevação na temperatura, ocasionando perdas de nutrientes, reduzindo sua qualidade nutricional, ou seja, seu perfil de aminoácidos é acometido. Esse fato resulta na menor biodisponibilidade dos aminoácidos para os animais. Ao passo que, quando esse processo da obtenção da extração dos óleos do grão de soja acontece através da extração por solventes, não há perda de qualidade nutricional, pois não há elevação na temperatura.

Ainda assim, é importante que haja elevação na temperatura, mesmo que mínima, para que se obtenha maior teor de proteína não degradável no rúmen (PNDR), fazendo com que seja possível se atender às exigências de proteína metabolizável (THIAGO; SILVA, 2003). Vale ressaltar que o farelo de soja contém inibidores de enzimas digestivas e alergênicas, como a sojina, por exemplo (GONÇALVES; BORGES; FERREIRA, 2009).

Estes processos industriais que o farelo de soja passa até ser obtido, faz com que o produto seja mais caro quando comparado aos outros alimentos proteicos, fazendo com que eles sejam os alimentos de maior impacto financeiro (RIBEIRO; MACEDO JUNIOR; SILVA, 2014). Então, o custo com concentrados, independentemente do sistema de produção, é altíssimo (NEVES, 2018). O custo, por exemplo, com a alimentação para produção de bovinos de corte pode chegar em até 80% (FORTALEZA et al., 2009). Com isso, é de suma importância ter total conhecimento sobre a composição bromatológica dos alimentos fornecidos aos ruminantes.

O farelo de soja possui, em média, 88,87% para matéria seca e 51,41% de proteína bruta (%MS) e o teor de proteína bruta oscila de acordo com o teor de inclusão das cascas de soja, cujo objetivo é a redução de custo (ZAMBOM et al., 2008). Porém, o efeito colateral disto é que há redução na qualidade nutricional do alimento.

No mercado há três tipos de farelo de soja, eles se diferem com base no teor de proteína bruta (PB). O farelo obtido através da adição de casca de soja tem 44% de PB. Já o farelo de soja que é descascado, contém 48% de PB. E por último, o farelo de soja com teor de 46% de PB, cujo a casca já está no grão (BRASIL, 1988; GERBER et al., 2006).

2.3 Farelo de soja tratado

O processo de se tratar o farelo de soja podendo ser quimicamente ou termicamente, faz com que aumente o nível de proteína que será digerida no intestino delgado, então ela se torna protegida. Ou seja, os micro-organismos presente no rúmen possui dificuldade para degradá-la, assim se torna possível atender às exigências de perfil de aminoácidos do animal.

Logo, o farelo de soja tratado com lignossulfonato de cálcio tem por objetivo de seu tratamento dificultar a degradação da proteína microbiana no rúmen. O lignossulfonato é um produto advindo da indústria da polpa de madeira e contém alto teor de xilose, açúcar da madeira. Este fato de dificultar o acesso das proteínas microbianas ruminais degradarem o farelo de soja, aparentemente não reduz a digestibilidade da proteína (MANSFIELD; STERN, 1994).

2.4 Grãos secos de destilaria

A indústria de produção do etanol através do milho tem crescido bastante no ano de 2021. De acordo com a Forbes (2021) há um aumento de 58% da produção de etanol de milho no ano de 2021. Assim, a pecuária enxergou uma oportunidade no aproveitamento de seus subprodutos, dentre eles o DDG (dried distiller's grains, grão destilado seco).

Os grãos de destilaria, ou também mais conhecidos como DDG (Dried Distillers Grains) ou WDG (Wet Distillers Grains) são coprodutos originados no processamento do milho durante a produção do etanol. A produção de DDG é relativamente pequena frente às demandas do mercado, para cada uma tonelada de milho processada, são produzidos em média, 300 kg de DDG. Para a safra 2020/2021 é esperado uma produção de 1,8 milhões de toneladas de DDG (GARCIA, 2020).

O milho pode ser processado de duas formas na destilaria: a moagem úmida e a seca. No processamento da moagem seca, o que representa cerca de 70% da produção do etanol, possuem seis etapas principais. Moagem, cozimento, liquefação, sacarificação, fermentação e separação. O DDG o resultado do processo de secagem do grão de destilaria úmido (GARCIA, 2020).

No âmbito da bovinocultura de corte, a utilização de DDG têm apresentado ótimos resultados. Sua composição bromatológica é excelente, pois fornece valores energéticos superiores aos do milho (Loy et al., 2003) com o teor de proteína bruta de 30% e desse teor de proteína bruta, mais de 50% é considerado proteína não degradável no rúmen (PNDR) (BENTON et al., 2006). E

no âmbito dos minerais, ele apresenta elevadas concentrações de fósforo, fazendo com que não se faça necessária a suplementação nas dietas à base de forragem.

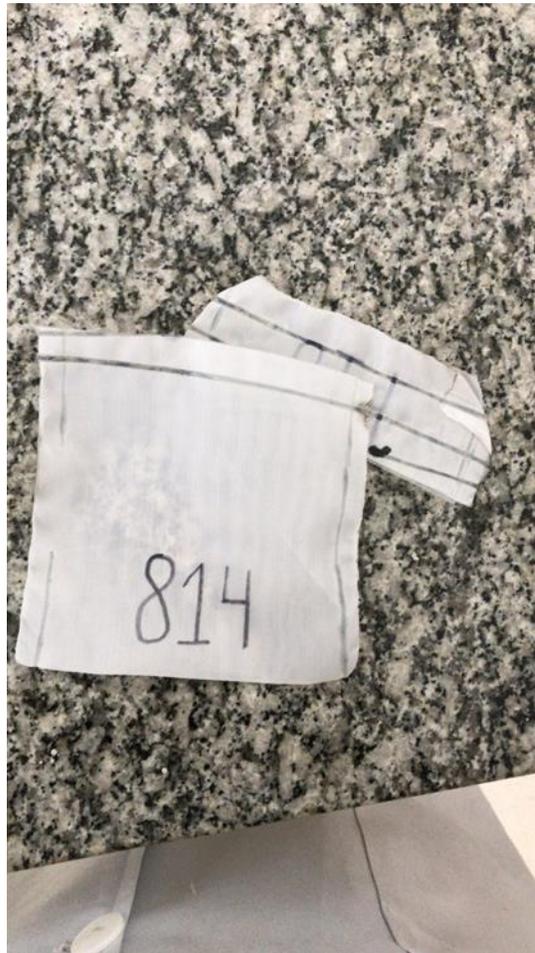
De acordo com Pegoraro et al. (2017) ao se avaliar as frações proteicas do DDG, observou que 42% de sua fração C está indisponível para fermentação ruminal, por outro lado, 2% está na fração A e os 56% restantes pertence à fração B. Com isso, os grãos secos de destilaria de alta proteína com fermento conseguem atender muito bem à demanda de proteína metabolizável do animal. Ou seja, o DDG hoje é considerado um alimento com altíssimo teor de proteína, com menor teor de fibra digestível (GARCIA, 2020).

Esses grãos secos de destilaria de alta proteína com fermento são alimentos provenientes da produção de etanol de milho, sendo considerado um tipo de DDG. É um farelo de glúten de milho ou sorgo enriquecido com leveduras. Este alimento pode ser utilizado em substituição ao farelo de soja, uma vez que apresenta maior valor de proteína não degradável no rúmen (PNDR) quando comparado ao farelo de soja. Os valores nutricionais no DDG são bastante variáveis, devido à época do ano, solo, cultivar do milho e adubação (RONDON, 2017).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento ocorreu na fazenda CETP – Campo Experimental Três Pontas, da EPAMIG – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, localizada no município de Três Pontas – MG. Utilizou-se duas vacas holandesas canuladas no rúmen, consumindo dietas a base de silagem de milho para três rodadas da incubação in situ. Utilizou-se sacos de nylon (fibra de poliéster, Marantex, São Paulo) de 10 x 20 cm com 5 gramas da fonte proteica (Figura 3 e Figura 4). Os sacos de nylon continham 25mg de proteína para cada cm² (Figura 5).

Figura 3 – Sacos de nylon já confeccionados que serão incubados ainda sem os alimentos em seu interior.



FONTE: Do Autor (2021).

Figura 4 – Sacos de nylon pronto para serem preenchidos com alimentos proteicos.



FOTO: Do Autor (2021).

Figura 5 – Sacos de nylon devidamente preenchidos com os alimentos e amarrados para serem incubados.



FONTE: Do Autor (2021).

Os sacos de nylon foram incubados em oito intervalos de horários diferentes: 0,2,4,8,12,16,24 e 48 horas, na quantidade de seis sacos por horário, por vaca, por alimento. Os alimentos utilizados foram: farelo de soja (FS), farelo de soja tratado com lignossulfonato (FSTL) e grãos secos de destilaria (GSD).

Os sacos foram incubados nas vacas (Figura 6), e removidos de acordo com os tempos 0,2,4,8,12,16,24 e 48 horas (Figura 7 e Figura 8).

Figura 6 – Sacos de nylon momentos antes de serem incubados.



FONTE: Do Autor (2021).

Figura 7 – Remoção dos sacos de nylon do rúmen das vacas.



FONTE: Do Autor (2021).

Figura 8 – Remoção dos sacos de nylon do rúmen das vacas.



FONTE: Do Autor (2021).

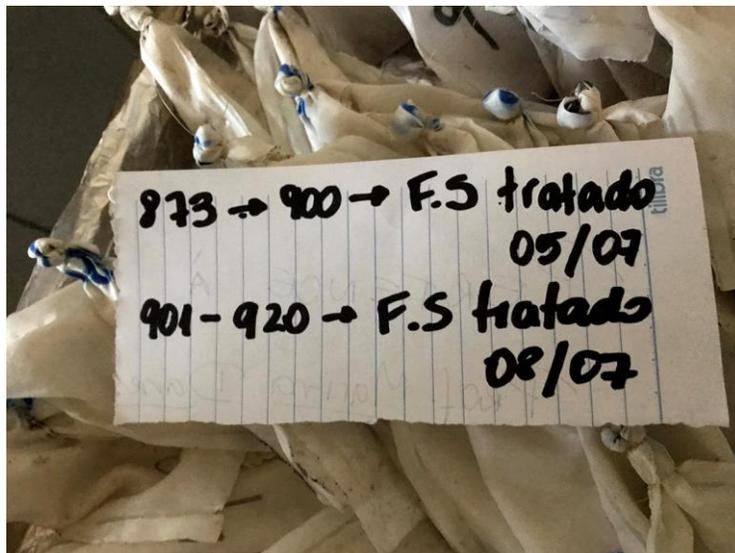
Depois de retirados do rúmen, estes sacos foram colocados em uma caixa térmica contendo gelo e posteriormente, ao chegar no Laboratório de Pesquisa Animal localizado no departamento de zootecnia da UFLA em Lavras – MG, foram lavados na máquina de lavar no ciclo rápido com duração de 19 minutos. Após lavados, os sacos foram para a estufa de 65°C durante 72 horas (Figura 9 e Figura 10).

Figura 9 – Sacos de nylon na estufa de 65°C.



FONTE: Do Autor (2021).

Figura 10 – Sacos de nylon sendo separados para então serem abertos e realizar as análises.



FONTE: Do Autor (2021).

Realizou-se a pesagem de todos os sacos lavados, e posteriormente realizou-se a amostra composta dos resíduos, separando por alimento, horário e vaca. Posteriormente, realizou-se as análises de matéria seca, cinzas e proteína bruta pelo método de Kjeldahl (ZENEBO; PASCUET; TIGLEA, 2008), demonstrado nas figuras abaixo.

Figura 11 – Local onde os sacos de nylon foram pesados.



FONTE: Do Autor (2021).

Figura 12 – Momento da realização da análise de cinzas das amostras.



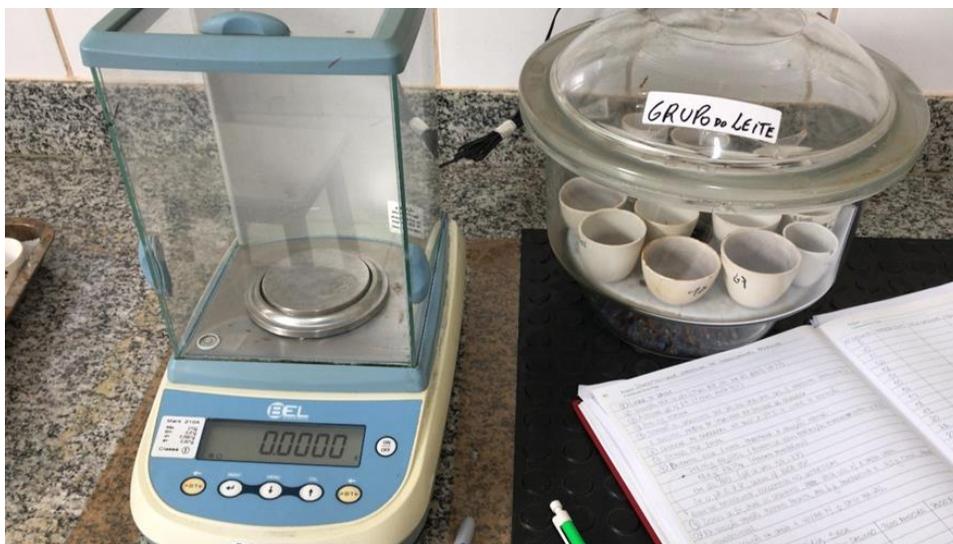
FONTE: Do Autor (2021).

Figura 13 – Equipamento responsável por realizar a análise de cinzas (MUFLA).



FONTE: Do Autor (2021).

Figura 14 – Pesagem dos cadinhos para calcular a quantidade de cinzas das amostras.



FONTE: Do Autor (2021).

Figura 15 – Local onde ocorre a realização da análise de proteína bruta das amostras na primeira etapa (digestão), chamadas de capelas.



FONTE: Do Autor (2021).

Figura 16 – Realização da análise de proteína bruta das amostras da primeira etapa (digestão).



FONTE: Do Autor (2021).

Figura 17 – Realização da análise de proteína bruta das amostras da primeira etapa (digestão).



FONTE: Do Autor (2021).

Figura 18 – Realização da análise de proteína bruta das amostras da primeira etapa (digestão).



FONTE: Do Autor (2021).

Figura 19 – Realização da análise de proteína bruta das amostras da primeira etapa (digestão).



FONTE: Do Autor (2021).

Figura 20 – Realização da análise de proteína bruta das amostras da primeira etapa (digestão).



FONTE: Do Autor (2021).

Figura 21 – Realização da análise de proteína bruta das amostras da segunda etapa (destilação).



FONTE: Do Autor (2021).

Figura 22 – Realização da análise de proteína bruta das amostras da segunda etapa, fazendo a titulação.



FONTE: Do Autor (2021).

As análises de proteína foram realizadas em triplicata, e as análises de matéria seca e cinzas, foram realizadas em duplicata (Figura 23).

Figura 23 – Anotação de todos os dados obtidos das análises realizadas.

Continued from Page _____

Nº CADINHO	AMOSTRA/TEMPO	PESO CADINHO	PESO AMOSTRA ^{10g}	PESO FINAL
9	SP 16h	45,6462	1,0041	46,5342
10	FX 12h G1	37,8747	0,4652	38,2947
11	FX 12h G2	23,5916	0,3442	23,9022
12	FX 12h G3	45,9187	0,4413	46,3166
13	FX 16h G1	37,3960	0,2279	37,5945
14	FX 16h G2	44,8221	0,1862	44,9901
15	FX 48h G2	40,0127	0,0471	40,0537
16	FS 12h G1	38,8240	0,1617	38,9647
17	FS 12h G2	44,7551	0,1047	44,8481
18	FS 12h G3	35,3061	0,0796	35,3793
19	FS 16h G1	45,1749	0,1772	45,3346
20	FS 16h G2	34,2102	0,1462	34,3437
21	FS 16h G3	39,5636	0,1329	39,6829
22	FST 12h G1	39,1910	0,2894	39,4470
23	FST 12h G2	43,5025	0,0657	44,1501
24	FST 12h G3	34,3646	0,4177	34,7415
25	FST 16h G1	42,9130	0,2986	43,1885
26	FST 16h G2	40,4595	0,2542	40,6920
27	FST 16h G3	35,4585	0,2411	35,6807
28	SP 12h G1	35,3447	0,3038	35,6234
29	SP 12h G2	38,1088	0,2723	38,3552
30	SP 12h G3	36,3272	0,9207	37,1631
31	SP 16h G1	48,5197	0,2902	48,7779
32	SP 16h G2	34,8844	0,2618	35,1215
33	SP 16h G3	43,1502	0,1948	43,3266
34		30,5955		
35		35,8046		
36		39,2697		

Continued on _____

Read and Understood By _____

Signed _____

28/2/2020

FONTE: Do Autor (2021).

Para avaliação da digestibilidade da proteína, foi utilizada a técnica dos três estágios no tempo de 16 horas de incubação, desenvolvida por (CALSAMIGLIA; STERN, 1995).

A determinação das frações proteicas ocorreu da seguinte maneira. A fração A foi determinada por todo N solúvel em água, que saiu dos sacos no momento da lavagem na máquina do tempo 0h. Assumiu-se então que é completamente degradável no rúmen. A fração B é a fração

potencialmente degradável, e foi calculada pela diferença total de N – fração A – fração C. E a fração C foi determinada por todo resíduo de N no tempo de 48h. Assumindo que é a fração 100% não degradável no rúmen. A taxa da degradação ruminal efetiva da proteína bruta foi calculada pela fórmula: $A + B \times [kd / (kd + kp)]$ e assumiu que a taxa de passagem (kp) é de $5\%h^{-1}$.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para a fração A foram esperado, apresentando o teor de proteína em porcentagem similar ($P>0,14$) entre o farelo de soja com 13,7% de proteína bruta, o farelo de soja tratado com lignossulfonato com 14,6% de proteína bruta e o grãos secos de destilaria 17,8% de proteína bruta. No entanto, o farelo de soja tratado com lignossulfonato com 13,4% de proteína bruta e os grãos secos de destilaria 38,0% de proteína bruta tiveram uma maior ($P<0,01$) fração C avaliando o teor proteína bruta em porcentagem quando comparado com o farelo de soja com 3,3% de proteína bruta (Tabela 1).

A fração B (% de proteína bruta) também apresentou diferença entre as fontes proteicas ($P<0.01$). O farelo de soja teve o melhor valor (83.0), seguido do farelo de soja tratado com lignossulfonato (71.7) e por último os grãos secos de destilaria (43.1) (Tabela 1). Espera-se que as fontes proteicas protegidas apresentem um menor valor na fração B, uma vez que, elas estão protegidas, e essa proteína deve passar intacta pelo rúmen para serem absorvidas no intestino delgado. Em contra partida, Reynal; Broderick (2005) encontraram valor menores para farelo de soja tratado com lignossulfonato (61.5) e também para o farelo de soja (68.8). Já MANSFIELD; STERN, (1994) encontraram valores ainda menores, o farelo de soja apresentando o maior valor seguido do farelo de soja tratado com lignossulfonato (55 e 48.8 respectivamente).

Apesar da grande diferença na fração B, o farelo de soja tratado com lignossulfonato e os grãos secos de destilaria apresentaram resultados similares na taxa de degradação (kd), com valores de 4.6 e 4.4% h-1 respectivamente, cujo foram menores quando comparado com o farelo de soja (8.5% h-1, $P<0.01$) (Tabela 1). Mansfield; Stern (1994) obtiveram a taxa de passagem maior para as dietas que continham farelo de soja tratado com lignossulfonato com valor de 13.4% h-1 enquanto que para as dietas que continham farelo de soja, a taxa de passagem foi menor 12.9% h-1.

Tabela 1 – Teores de proteína bruta dos alimentos proteicos nas frações A,B e C da proteína.

Alimentos proteicos	Fração		
	A	B	C
Farelo de soja	13.7	83 ^a	3.3 ^c
Farelo de soja tratado com lignossulfonato	14.6	71.7 ^b	13.4 ^b
Grãos secos de destilaria	17.8	43.1 ^c	38 ^a
P	>0.14	<0.01	<0.01

FONTE: Do Autor (2021).

Os resultados da cinética foram esperados, uma vez que as fontes proteicas protegidas não devem sofrer degradação ruminal, para então poderem ser absorvidas no intestino delgado. Os valores da cinética, os grãos secos de destilaria tiveram o menor resultado ($P<0.01$), a degradação ruminal efetiva (37.8% de proteína bruta), seguido pelo farelo de soja tratado com lignossulfonato (47.8% de proteína bruta), e o farelo de soja apresentou o maior resultado (65.7% de proteína bruta) (tabela 2). Stern; Mi (1993) concluíram que o valor da degradação proteica ruminal do farelo de soja tratado com lignossulfonato foi de 39%. Reynal; Broderick (2005) constataram que para níveis de inclusão mais altos com farelo de soja tratado com lignossulfonato, a degradação ruminal chegou em 65,0% enquanto que para a dieta que não continha farelo de soja tratado com lignossulfonato, apenas farelo de soja 65,2%. Mansfield; Stern (1994) constataram que para dietas que continham farelo de soja tratado com lignossulfonato, a degradação ruminal foi de 65,7%, e para dietas a base de farelo de soja apenas, a degradação ruminal foi de 55,0%. Portanto, aumentar a inclusão de fontes que irão prover a proteína não degradável no rúmen é uma forma de prover a melhora no desempenho das vacas (AWAWDEH et al., 2007).

Tabela 2 – Taxa de passagem e degradação ruminal efetiva de proteína bruta dos diferentes alimentos.

Alimentos proteicos	Kd (% h ⁻¹)	Degradação ruminal efetiva (%)
FARELO DE SOJA	8.5 ^b	65.7 ^c
FARELO DE SOJA TRATADO COM LIGNOSSULFONATO	4.6 ^a	47.8 ^b
GRÃOS SECOS DE DESTILARIA	4.4 ^a	37.8 ^a
P	<0.01	<0.01

FONTE: Do Autor (2021).

Porém, no âmbito da digestibilidade da proteína, os grãos de destilaria apresentaram o menor valor, o que não era esperado. Pois, a proteína protegida deve ser absorvida no intestino delgado, e não passar por ele também sem absorvida, fazendo com que seja excretado via fezes, uma vez que essa proteína possui alto custo de produção. Mas quando se avalia os resultados obtidos para o farelo de soja protegido, o resultado obtido está próximo do esperado, garantido que houve a proteção dessa proteína e que a mesma é passível de ser absorvida no intestino delgado. Os resultado para a digestibilidade da proteína bruta não degradada no rúmen foi similar para o farelo de soja e o farelo de soja tratado com lignossulfonato (média de 63.1%) e o menor valor ($P < 0.01$) foi para os grãos secos de destilaria (50.7%). Dian et al. (2021) também encontraram valor muito próximo para a digestibilidade dos grãos secos de destilaria (50.09). Mansfield; Stern (1994) encontraram valores para a digestibilidade um pouco menores, para o farelo de soja tratado com lignossulfonato (34%) a digestibilidade foi ainda menor quando comparado com a digestibilidade do farelo de soja (41%). Não houve diferença da digestibilidade da proteína não degradável no rúmen comparando as formas de se proteger o farelo de soja, estando na média entre 87%. Este fato ocorreu porque havia mais proteína não degradável no rúmen em metade dos ingredientes, quando comparado aos outros alimentos, levando então a um equilíbrio de nitrogênio (AWAWDEH et al., 2007). O NRC (2001) atribui um único valor para a digestibilidade intestinal de 93% para o farelo de soja tratado. A digestibilidade dos grãos secos de destilaria, de acordo com Rondon (2017), apresentou um maior valor (66.5). Este fato ocorreu devido à alta inclusão de energia na dieta fornecida aos animais (RONDON, 2017).

5 CONCLUSÃO

Ambas as fontes alternativas proteicas demonstraram fornecer mais proteína não degradável no rúmen quando comparado ao farelo de soja. Sobretudo os grãos secos de destilaria quando comparado ao farelo de soja tratado com lignossulfonato. Porém, a menor digestibilidade intestinal da proteína do grão seco de destilaria em relação as outras duas fontes, farelo de soja e farelo de soja tratado com lignossulfonato, pode comprometer os benefícios em se utilizar nas dietas altos valores de inclusão de proteína não degradável no rúmen, fazendo com que seja menos aproveitado a proteína pelo animal e tenha mais proteína sendo excretada via fezes pelo organismo do animal.

REFERÊNCIAS

- ALDERMAN, G.; BLAKE, J. S. The energy and protein requirements according to AFRC (1993) of high genetic merit dairy cows. **BSAP Occasional Publication**, v. 19, n. 19, p. 99–101, 1995.
- ALLEN, M. S. Relationship between Fermentation Acid Production in the Rumen and the Requirement for Physically Effective Fiber. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 7, p. 1447–1462, 1997.
- ANJOS, A.; CARDOSO, J. **Avaliação dos derivados de purina urinários em comparação com purinas duodenais para estimativa da síntese de proteína microbiana ruminal em ovinos**. 2018.
- APAJALAHTI, J. et al. Conversion of Branched-Chain Amino Acids to Corresponding Isoacids - An in vitro Tool for Estimating Ruminant Protein Degradability. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 6, n. September, p. 1–11, 2019.
- ASSOUMANI, M. B. et al. Refinement of an enzymatic method for estimating the theoretical degradability of proteins in feedstuffs for ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v. 39, n. 3–4, p. 357–368, 1992.
- AWAWDEH, M. S. et al. Ruminal degradability and lysine bioavailability of soybean meals and effects on performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 10, p. 4740–4753, 2007.
- BACH, A.; CALSAMIGLIA, S.; STERN, M. D. Nitrogen metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 88, n. S, p. E9–E21, 2005.
- BENTON, J. R. et al. **Digestibility of Undegradable Intake Protein of Feedstuffs**. Nebraska Beef Report, p. 23–26, 2006.
- BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal, SP: Funep, 2011.
- BONOMETTI, I. C. S. et al. Exigência e absorção de aminoácidos em bovinos. **Pubvet**, v. 5, n. 7, 2011.
- BRANCO, A. F. et al. Digestibilidade intestinal verdadeira da proteína de alimentos para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1788–1795, 2006.
- BRASIL. Estabelece os padrões mínimos, das diversas matérias primas empregadas na alimentação animal. **Diário Oficial da União**, v. Portaria n, p. 29–30, 1988.
- BROCK, F. M.; FORSBERG, C. W.; BUCHANAN-SMITH, J. G. Proteolytic activity of rumen microorganisms and effects of proteinase inhibitors. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 44, n. 3, p. 561–569, 1982.

BRODERICK, G. A. **Quantifying forage protein quality**, 1995.

CALSAMIGLIA, S.; STERN, M. D. A three-step in vitro procedure for estimating intestinal digestion of protein in ruminants. **Journal of animal science**, v. 73, n. 5, p. 1459–1465, 1995.

CAVASSIN, É. **Efeito da proteína protegida de soja sobre o desempenho de cordeiros em confinamento**. 2000. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná, 2000.

CLARK, J. H.; KLUSMEYER, T. H.; CAMERON, M. R. Microbial Protein Synthesis and Flows of Nitrogen Fractions to the Duodenum of Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 8, p. 2304–2323, 1992.

DIAN, P. H. M. et al. Composição Bromatológica E Digestibilidade in Vitro De Grãos Secos De Destilaria Com Solúveis. **Ars Veterinaria**, v. 37, n. 3, p. 112, 2021.

EMBRAPA. **Alimentos para Gado de Leite**. Belo Horizonte: FEPMVZ-Editora, 2017. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteCerrado/importancia.html>>. Acesso em 20 de Out. 2021.

FARIA JR, W. G. et al. Grão de sorgo na alimentação de gado de leite. GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.; FERREIRA, P. D. S. F. **Alimentos para gado de leite**. Belo Horizonte: FEPMVZ, p. 282-304, 2009.

FERNANDES, J. J. R. et al. Farelo de soja em substituição à ureia em dietas para bovinos de corte em crescimento. **Ciência Animal Brasileira**, v. 3, n. 1996, p. 373–378, 2009.

FORTALEZA, A. P. S. et al. Degradabilidade ruminal In Situ dos componentes nutritivos de alguns suplementos concentrados usados na alimentação de bovinos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 2, p. 481, 2009.

GARCIA, S. **Por dentro do cocho: O que precisamos saber quando falamos em DDG?** Agroceres Multimix, Ago. 2020. Disponível em: <<https://agroceresmultimix.com.br/blog/por-dentro-do-cocho-o-que-precisamos-saber-quando-falamos-em-ddg/>>. Acesso em 7 Set. 2021.

GERBER, L. F. P.; PENZ JÚNIOR, A. M.; RIBEIRO, A. M. L. Efeito da composição do farelo de soja sobre o desempenho e o metabolismo de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1359–1365, 2006.

GRISWOLD, K. E. et al. Effect of Form of Nitrogen on Growth of Ruminal Microbes in Continuous Culture. **Journal of Animal Science**, v. 74, n. 2, p. 483–491, 1996.

IBGE. **Panorama do Agro**. CNA Brasil, 2020. Disponível em: <<https://www.cnabrasil.org.br/cna/panorama-do-agro#:~:text=O valor bruto da>>

produção, 250% 2C8 no segmento pecuário. &text=O segundo lugar no ranking, %2C7 bilhões% 2C em 2020.>. Acesso em 20 de Out. 2021.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 3 ed. Editora: UFSM, 2011.

LOY, T. et al. Value of Dry Distillers Grains in High-Forage Diets and Effect of Supplementation Frequency. **Nebrasaka Beef Cattle Reports**, v. 1, n. 1, p. 8–10, 2003.

MANSFIELD, H. R.; STERN, M. D. Effects of Soybean Hulls and Lignosulfonate-Treated Soybean Meal, on Ruminal Fermentation in Lactating Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 4, p. 1070–1083, 1994.

MARCONDES, M. I. et al. Degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta de alimentos para bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 11, p. 2247–2257, 2009.

MEDEIROS, S. R. de; GOMES, R. da C.; BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações**. Brasília: Embrapa, 2015. 22 p.

NEUMANN, M. et al. Utilização do farelo de soja centrifugado visando à produção do superprecoce. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 586–593, 2006.

NEVES, M. **Como reduzir os custos dos alimentos concentrados e aumentar a eficiência da fazenda?** EducaPoint. 2018. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/colunas/educapoint/video-por-que-formular-dietas-para-os-bovinos-107541n.aspx>>. Acesso em 10 maio 2021.

NOLAN, J. V.; DOBOS, R. C. Nitrogen transactions in ruminants. In: DIJKSTRA, J.; FORBES, J. M.; FRANCE, J. **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**, 2005.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle: 2001**. National Academies Press, 2001.

ORSKOV, E. R.; REEDS, P. J.; KYLE, D. J. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. **The Journal of Agricultural Science**, v. 109, n. 1, p. 7–12, 1987.

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

PEREIRA, E. S. et al. Determination of intestinal digestibility of feeds by three-steps technique. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 2, p. 431–440, 2008.

PINA, D. S. et al. Degradação ruminal da proteína dos alimentos e síntese de proteína microbiana. **Exigências Nutricionais de Zebuínos Puros e Cruzados - BR CORTE**, p. 193, 2010.

PIRES, P. G. S. Metabolismo nitrogenado: diferenças entre ruminantes e monogástricos1. **Seminário de Bioquímica do Tecido Animal**, p. 1–10, 2015.

POPOV, D. S. **Brasil pode fechar 2021 com recorde na exportação e estoque um pouco maior**. Canal Rural, 2021. Disponível em: <<https://www.canalrural.com.br/projeto-soja-brasil/soja-brasil-pode-fechar-2021-com-recorde-na-exportacao-e-estoque-um-pouco-maior/>>. Acesso em 15 jun. 2021.

PRINS, R. A.; VAN RHEENEN, D. L.; VAN'T KLOOSTER, A. Th. Characterization of microbial proteolytic enzymes in the rumen. **Antonie van Leeuwenhoek**, v. 49, n. 6, p. 585–595, 1983.

REYNAL, S. M.; BRODERICK, G. A. Effect of dietary level of rumen-degraded protein on production and nitrogen metabolism in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 88, n. 11, p. 4045–4064, 2005.

RIBEIRO, P. R.; MACEDO JUNIOR, G. L.; SILVA, S. P. Aspectos Nutricionais Da Utilização Da Proteína Pelos Ruminantes. **Veterinária Notícias**, v. 20, n. 2, p. 1–14, 2014.

ECKSTEIN, E. I. **Alternativas de fontes proteicas na alimentação de ruminantes em substituição ao farelo de soja**. 2017. 54 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2017.

RUSSEL, J. B et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal Fermentation. **Journal of animal science**, v. 71, n. 5, p. 3551–3561, 1992.

SALAZAR, D. R.; CORTINHAS, C. S.; FREITAS JR., J. E. Sincronismo energia - proteína: assimilação de nitrogênio e síntese de proteína microbiana em ruminantes. **PUBVET**, v. 2, 2008.

SANTOS, F. A. P. et al. Effects of Rumen-Undegradable Protein on Dairy Cow Performance: A 12-Year Literature Review. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n. 12, p. 3182–3213, 1998.

SCHWAB, C. G. **Amino acid nutrition of the dairy cow: Current status**, 1996. p. 184–198.

SOUZA, E. M. S. **Predição da digestibilidade intestinal de Proteína em ruminantes**. 2019. 31 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Mato Grosso, 2019.

STERN, D. M.; MI, E.; S., C. **54th Minnesota Nutrition Conference & National Renderers Technical Symposium**. 1993, p. 95–126.

STROBEL, H. J.; RUSSELL, J. B. Effect of pH and Energy Spilling on Bacterial Protein Synthesis by Carbohydrate-Limited Cultures of Mixed Rumen Bacteria. **Journal of Dairy Science**, v. 69, n. 11, p. 2941–2947, 1986.

THIAGO, LRL de S.; DA SILVA, José Marques. Soja na alimentação de bovinos. **Embrapa Gado de Corte-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2003. p. 6. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104635/1/Soja-na-alimentacao-de-bovinos.pdf>>. Acesso em 20 de Nov. 2021.

TOMANKOVA, O; KOPECNY, J. Prediction of feed protein degradation in the rumen by an enzymatic method with bromelain. **Zivocisna Vyroba - UZPI**, v. 40, n. 1, p. 25–29, 1995.

VERBIC, J. **Factors affecting microbial protein synthesis in the rumen with emphasis on diets containing forages**. n. April, p. 1–6, 2002.

WALLACE, J. R. Ruminal Microbial Metabolism of Peptides and Amino Acids. In: **Conference: Altering Ruminant Nitrogen Metabolism to Improve Protein Utilization**, 1996. p. 1326S-1334S.

WATTIAUX ZAMBOM, M. A. et al. Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 23, n. 0, p. 937, 2002.

ZENEBON, O.; PASCUET, S.N.; TIGLEA, P. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf>. Acesso em 20 de Nov. 2021.