

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ZOOTECNIA

ANA BEATRIZ DE ALMEIDA MOURA

**ANÁLISE DE DIFERENTES VOLUMES DE DESTILADOS NA ANÁLISE DE
PROTEÍNA BRUTA PELO MÉTODO DE KJELDAHL**

RIO LARGO (AL) 2023

ANA BEATRIZ DE ALMEIDA MOURA

**ANÁLISE DE DIFERENTES VOLUMES DE DESTILADOS NA ANÁLISE DE
PROTEÍNA BRUTA PELO MÉTODO DE KJELDAHL**

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado ao Campus de Engenharias e
Ciências Agrárias

- CECA, como requisito de avaliação para a
obtenção do título de Zootecnista, formado
pela Universidade Federal de Alagoas –
UFAL.

Orientador: Prof. Dr. Kedes Paulo Pereira

RIO LARGO (AL) 2023

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana - CRB4 - 1512

M929a Moura, Ana Beatriz de Almeida.

Análise de diferentes volumes de destilados na análise de proteína bruta pelo método de kjeldahl. / Ana Beatriz de Almeida Moura. – 2023.

24f.: il.

Orientador(a): Kedes Paulo Pereira.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Graduação em Zootecnia, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2023.

Inclui bibliografia

1. Análise bromatológica. 2. Nutrição animal. 3. Nitrogenio. I. Título.

CDU: 636.084.4

FOLHA DE APROVAÇÃO

ANA BEATRIZ DE ALMEIDA MOURA

ANÁLISE DE DIFERENTES VOLUMES DE DESTILADOS NA ANÁLISE DE PROTEÍNA BRUTA PELO MÉTODO DE KJELDAHL

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado à Coordenação do
Curso de Graduação em Zootecnia
da Universidade Federal de Alagoas,
para obtenção do Título de Bacharel
em Zootecnia. Apresentado e
aprovado em 23 de fevereiro de
2023.

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 KEDES PAULO PEREIRA
Data: 23/02/2023 11:21:59-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Dr. Kedes Paulo Pereir

(Prof. Orientador – UFAL)

Documento assinado digitalmente
 JUCELANE SALVINO DE LIMA
Data: 23/02/2023 11:27:35-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Dr^a. Jucelane Salvino de Lima

(Professora UFOPA/IBEF)

Documento assinado digitalmente
 FABIO LUIZ FREGADOLLI
Data: 06/03/2023 09:36:38-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Dr. Fabio Luiz Fregadolli

(Professor – Campus de Engenharias e Ciências Agrárias - UFAL)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que me deu coragem para enfrentar a vida e os desafios que me foram propostos.

Agradeço minha mãe Fernanda, por sempre confiar que eu seria capaz de realizar meus sonhos e me apoiar sempre.

A minha irmã Caroline, por acreditar nas minhas decisões durante essa jornada e me ajudar a não desistir.

Ao meu cunhado Vitor, pelas horas de companhia e apoio.

A minha avó Fátima, pelo incentivo.

Agradeço aos meus amigos, e agora, zootecnistas, Edson, Elvira, Emile e Vanuzia, que passamos por toda trajetória juntos, e estamos colhendo os frutos.

A todos os demais colegas e amigos que a zootecnia me fez conhecer, cada um foi importante da sua maneira.

A todos os meus professores que contribuíram para a formação de mais um profissional capacitado para o mercado de trabalho.

Ao Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, que durante todos esses anos foi um local de acolhimento e ensino, me preparou para a vida.

A instituição Universidade Federal de Alagoas pela oportunidade de capacitação e realização de um sonho.

Ao meu professor orientador Dr. Kedes Paulo Pereira, que como zootecnista se tornou uma inspiração, além de toda ajuda prestada durante este trabalho.

À minha banca examinadora, Prof^a. Dr^a Jucelane Salvino, como membro externo (IBEF/UFOPA) e Prof. Dr. Fábio Luiz Fredagolli, como membro interno (CECA/UFAL), que se dispuseram e realizaram seu papel com excelência e contribuíram para o aperfeiçoamento do meu trabalho de conclusão.

Aos estagiários do laboratório Ellen e Gustavo, por ajudar a realizar o experimento.

Por fim, meus sinceros agradecimentos a todos que não foram citados mas que contribuíram para minha graduação.

“Só se pode alcançar um grande êxito
quando nos mantemos fiéis a nós mesmos.”

Friedrich Nietzsche

RESUMO

O estudo teve como objetivo identificar e analisar diferentes volumes de destilado da etapa de destilação, na análise de proteína bruta (PB) com a finalidade de obter redução no tempo, bem como redução do custo de análise. Além de diminuição de resíduos de reagentes químicos. O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição Animal (LABNUTRI) localizado no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA) pelo método de Kjeldahl para determinação do valor de nitrogênio orgânico, sendo assim verificando a PB. Os alimentos analisados foram: farelo de soja, farelo de milho, farelo de sorgo, batata doce in natura e resíduo de cervejaria. O experimento foi dividido em quatro tratamentos com volumes crescentes do destilado: 45, 55, 65, e 75 mL com cinco repetições cada. O volume de 75ml do destilado foi o volume referência em relação aos demais volumes. Não foi observado diferença significativa para os dois primeiros níveis do destilado quando se analisou a análise de proteína da soja, mostrando a paridade e consistência da padronização entre esses dois volumes. No entanto foi observada uma diferença significativa quando se comparou esses valores médios dos tratamentos de 45 e 55 mL do destilado em relação aos volumes de 65 e 75 mL. Conclui-se que em alimentos com alto teor de PB, como farelo de soja, a recomendação é aumentar o volume, contudo para adequar o volume precisa-se de novas pesquisas mantendo a integridade da análise. Pois é necessário maior quantidade de substâncias químicas. No entanto, para alimentos com menor teor de PB o destilado pode diminuir de volume para 45mL.

Palavras-chave: análise bromatológica, nutrição animal, nitrogênio.

ABSTRACT

The study aimed to identify and analyze different volumes of distillate from the distillation stage, in the analysis of crude protein (CP) in order to obtain a reduction in time, as well as a reduction in the cost of analysis. In addition to reducing waste of chemical reagents. The experiment was carried out at the Laboratory of Animal Nutrition (LABNUTRI) located at the Campus of Engineering and Agricultural Sciences (CECA) using the Kjeldahl method to determine the value of organic nitrogen, thus verifying CP. The analyzed foods were: soy bran, corn bran, sorghum bran, in natura sweet potato and brewery residue. The experiment was divided into four treatments with increasing distillate volumes: 45, 55, 65, and 75 mL with five repartitions each. The 75ml volume of the distillate was the reference volume in relation to the other volumes. No significant difference was observed for the first two distillate levels when the soy protein analysis was analyzed, showing the parity and consistency of the standardization between these two volumes. However, a significant difference was observed when comparing these average values of the treatments with 45 and 55 mL of the distillate in relation to the volumes of 65 and 75 mL. It is concluded that in foods with a high CP content, such as soybean meal, the recommendation is to increase the volume, however, to adjust the volume, further research is needed, maintaining the integrity of the analysis. Because more chemicals are needed. However, for foods with a lower CP content, the distillate may decrease in volume to 45mL.

Keywords: chemical analysis, animal nutrition, nitrogen.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tratamentos de volumes de destilados e suas variáveis

LISTA DE ABREVIATURAS

PB: Proteína Bruna

NNP: Nitrogênio Não Proteico

RC: Resíduo de Cervejaria

Sumário

AGRADECIMENTOS	5
1 Introdução	12
2 Revisão de Literatura	14
3 Material e Método.....	18
4 Resultados e Discussão	21
5 Conclusão.....	24
Referências	25

1 Introdução

As análises bromatológicas executam a determinação de qualidade nutricional realizadas através de metodologias estabelecidas há muitos anos e consagradas para a avaliação de alimentos para animais, sendo amplamente utilizadas tanto em instituições de ensino e pesquisa quanto em laboratórios privados ao redor de todo o mundo (EMPRAPA/2017). A determinação de proteínas através do Nitrogênio Total foi proposta por Johann Kjeldahl, químico dinamarquês, que descobriu um processo relativamente fácil e rápido de se determinar nitrogênio em matéria orgânica, se tornando historicamente o método de referência, mesmo sofrendo várias modificações, para determinação do conteúdo de proteínas. (GREENFIELD; SOUTHGATE, 2003; LOPES; SANTANA, 2005).

A disponibilidade de dados confiáveis sobre a composição dos alimentos é essencial. Portanto, é necessário o uso de técnicas analíticas exatas, melhor ainda se forem rápidas e econômicas. A proteína bruta é determinada medindo-se o total de nitrogênio (N) do alimento multiplicado por 6,25 (pois as proteínas têm em média 16% de N no aminoácido). Contudo, a necessidade de se conhecer o teor de proteína dos alimentos é de fundamental importância na nutrição animal, uma vez que esta é a fonte básica de aminoácidos para o metabolismo animal.

As atividades referente as análises dentro dos laboratório geram um volume consideração de resíduos, sendo em sua grande maioria toxicos. Contudo, ações de programas de gerenciamento de resíduos devem estar norteadas para a minimização ou mesmo eliminação de alguns resíduos produzidos nos laboratórios. Uma das estratégias recomendadas para se adequar a esta nova realidade é substituir ou diminuir a quantidade de reagentes, ou ainda, modificar procedimentos (Simeone, 2005). Nos laboratórios das universidades existem dois tipos de resíduos gerados: o ativo, que é gerado rotineiramente nas atividades de ensino e de pesquisa e o passivo, muito comum, que são resíduos estocados sem rótulos (Jardim, 1998). As instituições de ensino superior e técnico, no Brasil, são responsáveis por cerca de 1% dos resíduos químicos gerados (Ashbrook et Reinhardt, 1985 apud Tavares et Bendassoli, 2005).

Contudo, o objetivo deste trabalho é identificar e analisar diferentes volumes de destilado da etapa de destilação, na análise de proteína bruta (PB) com a finalidade

de obter redução no tempo, bem como redução do custo de análise. Além de reduzir resíduos de reagentes químicos.

2 Revisão de Literatura

As proteínas são nutrientes orgânicos nitrogenados presentes em todas as células vivas, garantindo adequado suprimento protéico aos animais, isso significa provê-los de um nutriente essencial para manutenção de sua homeostase, propiciando a produção de carne, leite, ovos de forma eficiente.

Suas funções podem ser consideradas vitais este nutriente está envolvido em diversas, tais como: crescimento e reparo dos tecidos, catálise enzimática, transporte e armazenamento, movimento coordenado, sustentação mecânica, proteção imunitária, geração e transmissão de impulsos nervosos, controle do metabolismo, do crescimento e da diferenciação celular.

Há dois tipos de digestão ocorrendo em todos os animais, com diferenças importantes dependendo do trato gastrointestinal (TGI) dos animais.

A digestão hidrolítica prevalece em animais carnívoros, esses animais têm pouca fermentação e alta dependência de suas enzimas para hidrólise das macromoléculas dos alimentos.

A digestão fermentativa é predominante nos animais herbívoros que possuem um grande local próprio para fermentação em cada uma das partes do trato. Esses animais dependem da fermentação realizada pelos microorganismos presentes no TGI (McDonald, 1995).

A compreensão do metabolismo nitrogenado depende da digestão e absorção do nitrogênio na forma de proteína, peptídeos e aminoácidos; da síntese de proteína; da excreção do nitrogênio (via fezes, via urina e nas interrelações entre os produtos da excreção) e dos mecanismos de controle da biossíntese da proteína (Bergner, 1989).

Há três diferenças na alimentação de ruminantes e não ruminantes que irão determinar o aproveitamento de nitrogênio que pode ser convertido pelos animais.

Existe a possibilidade de digerir e absorver peptídeos e aminoácidos de origem microbiana, bem como a possibilidade de reaproveitar amônia ou uréia resultantes da degradação protéica.

Contudo, a utilização de nitrogênio a partir de proteína microbiana não é tão eficiente em monogástricos quanto em ruminantes, uma vez que nos monogástricos, a produção de proteína de origem da microflora intestinal ocorre após o estômago, impossibilitando a digestão química deste material, condição necessária para a absorção de aminoácidos e peptídeos no intestino delgado (BERGEN & WU, 2009).

Os monogástricos, em sua maioria, aproveitam o nitrogênio pela digestão química no estômago, quebrando a proteína em peptídeos para serem absorvidos no intestino delgado.

Nos ruminantes, acontece semelhantemente no abomaso, porém a diferença ocorre no sistema retículo-rúmen, pois possui uma câmara fermentativa com grande população microbiana para sintetizar as proteínas.

Por outro lado, em relação aos compostos nitrogenados não protéicos (NNP) não são aminoácidos reunidos por vínculos peptídicos e compreendem compostos de purinas e pirimidinas, uréia, biureto, ácido úrico, glicosídeos nitrogenados, alcalóides, sais de amônio e nitratos (Santos et al., 2001).

O uso do NNP tem uma enorme vantagem nos ruminantes que possuem uma capacidade de converter compostos nitrogenados de baixo valor biológico transformando em proteína microbiana com perfil adequado de aminoácidos que conferem alto valor biológico.

Os mamíferos excretam o nitrogênio na forma de uréia. Esta forma de excreção é fundamental para evitar a circulação de amônia pelo sistema circulatório, substância esta tóxica a maioria dos animais (HIDEBRANDT, 2001).

No caso da uréia para ruminantes, sua reciclagem via saliva e fígado é extremamente importante como fonte de nitrogênio não-proteico para síntese de proteína microbiana (PURSER, 1970; OWENS & BERGEN, 1983; TITGEMEYER & LÖEST, 2001; ZANTON & HEINRICHS, 2008).

A uréia devido ao baixo custo se tornou aliada em suprir a demanda de síntese de proteína microbiana. Segundo Kozlosk (2002), as bactérias que degradam fibra utilizam exclusivamente amônia para síntese de suas proteínas e para seu crescimento.

Como a proteína é um dos ingredientes de custo mais elevado nas dietas a substituição por uréia tem sido uma forma eficiente e econômica de sintetizar proteína verdadeira.

Alguns alimentos podem conter boas fontes de proteína para os animais e, em se tratando de ruminantes elas podem ser também atender a demanda da microbiota ruminal. Basicamente as melhores fontes estão nos concentrados protéicos como por exemplo o farelo de soja, farelo de algodão, farelo de trigo, entre outros.

Para quantificar o teor de proteína dos alimentos alguns métodos foram desenvolvidos, porém o método de determinação de nitrogênio total desenvolvido por Johan Gustav Christoffer Thorsager Kjeldahl, em 1883 sempre foi o mais usual.

Com o passar dos anos o método sofreu algumas modificações, porém até hoje é o mais utilizado. Este desenvolve-se em três etapas distintas: digestão da amostra por ação de ácido sulfúrico concentrado, utilizando catalisador para acelerar esta etapa; destilação do nitrogênio e titulação ácida (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1984).

Esse método consiste essencialmente em transformar todo o nitrogênio de uma amostra em sulfato de amônio por digestão com ácido sulfúrico, alcalinizando a solução, e determinando a amônia resultante destilando-a em um volume medido de ácido padrão, e o excesso desta, do qual é determinado por titulação.

O procedimento é reconhecido como baixa probabilidade de erros, suas vantagens são: aplicável a todos os tipos de alimentos; relativamente bem simples; não custa muito caro; bem preciso, pois se trata de um método oficial para a determinação de nitrogênio em proteínas. Bem como suas desvantagens são: mede nitrogênio orgânico total, demorado, utiliza reagentes corrosivos.

Uma das estratégias recomendadas para adequar o método de Kjeldahl à realidade de “química verde”, buscando sustentabilidade, é substituir ou diminuir a quantidade de reagentes utilizada, ou ainda, modificar procedimentos analíticos (SIMEONE, 2005).

Segundo (DELATORRE et al) o gerenciamento de resíduos apresenta como um dos temas ambientais mais complexos, pois é crescente a quantidade de substâncias identificadas como perigosas, sem falar na quantidade, cada vez mais expressiva, de geração desses resíduos. Esse aumento tem exigido soluções cada vez mais eficientes e maiores investimentos por parte de seus geradores. Vale destacar que, a geração desse tipo de resíduo, não é exclusividade da indústria, uma vez que os laboratórios de ensino desde o médio, técnico e universitário também os produzem em elevada diversidade, porém em volumes menores. No entanto, o volume reduzido não pode ser negligenciado, visto que o impacto ocasionado existirá em longo prazo.

Enfatizando a importância para a redução do volume de destilado, que é de corriqueira utilização e ao mesmo tempo é negligenciado. Além disso este tipo de reagente químico prejudicar o meio ambiente.

A adequação da metodologia tem grande importância a princípio para a redução do tempo da análise, mas também pelo desperdício de recursos como energia e água, além de custos com mão-de-obra e reagentes que podem causar algum tipo de contaminação.

De modo que, o objetivo deste trabalho é identificar e analisar diferentes volumes de destilado da etapa de destilação, na análise de proteína bruta (PB) com a finalidade de obter redução no tempo, bem como redução do custo de análise. Além de reduzir resíduos de reagentes químicos.

3 Material e Método

O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição Animal (LABNUTRI) localizado no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA).

A princípio as amostras foram moidas com peneira de 1mm, identificadas e armazenadas em potes de plástico. Os alimentos analisados foram: farelo de soja, farelo de milho, farelo de sorgo, batata doce in natura e resíduo de cervejaria.

O experimento foi dividido em quatro tratamentos com volumes crescentes do destilado: 45, 55, 65, e 75 mL com cinco repetições cada. A escolha de volumes de 10 em 10 mL, teve a razão de evitar desperdício de reagentes, sendo entendido que a amostra experimental de quatro opções foi o suficiente demonstração de resultados.

Inicialmente, foi realizada a análise de matéria seca das amostras extraindo a umidade do alimento para servir como base de unidade dos resultados. As amostras possuíam uma testemunha, ou seja, para cada volume de destilado havia cinco análises, cada uma com uma repetição. O volume 45mL teve 50 análises, 55mL, 65mL e 75 mL, respectivamente também coletaram 50 amostras, totalizando assim 200 análises.

As próximas etapas seguiram usando a método de Kjeldahl propriamente dito, iniciando com a etapa de digestão onde foram pesados 0,2g da amostra, colocadas em tubo específico e identificados e posteriormente adicoinado 7,0 mL da Solução digestora descrita abaixo no tópico (reagentes). A partir deste ponto as amostram foram para o bloco digestor, aquecendo gradualmente em capela de exaustão chegando a 350°C.

A destilação ocoreu após a amostra ser digerida, preparou-se os elenmeyers receptores com ácido bórico. Posicionou-se o tudo e o erlenmeyer no aparelho destilador, e foi adicionado 5mL de hidróxido de sódio. Procedendo a destilação, coletando volume de destilado refrente os tratamentos de 45mL, 55mL, 65mL e 75mL.

A terceira etapa da análise foi a titulação, onde foi adicionado ácido clorídrico aos poucos no elenmeyer, enquanto este permaneceu em agitação e posterioemtne observou-se o momento da virada da cor azul para a primeira tonalidade de rosa, parando com a titulação e anotando o volume gasto.

O volume de 75ml do destilado foi o volume referência em reção aos demais volumes.

As análises seguiram a metodologia para aparatos e reagentes descrita abaixo:
Determinação da Proteína Bruta (PB)

➤ **Aparato**

- Balança analítica
- Tubos de digestão para Micro ou Macro Kjeldahl
- Bloco digestor para Micro ou Macro Kjeldahl
- Destilador para Micro ou Macro Kjeldahl
- Funis de vidro (para Macro digestão)
- Erlenmeyer de 125 ml
- No caso de amostras líquidas, pipetador de 2,0 ml

➤ **Reagentes**

- Solução Digestora
5,0 g de Selenito de Sódio P.A - $\text{Na}_2\text{SeO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
106,95 g de Sulfato de Sódio Anidro PA - Na_2SO_4 ou Sulfato de Potássio Anidro PA
– K_2SO_4
20,0 g de Sulfato de Cobre PA - $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
875 ml de Água Destilada
1000 ml de Ácido Sulfúrico PA - H_2SO_4
- Vermelho de Metila a 0,1%
Dissolver 0,1 g de Vermelho de Metila PA - $\text{C}_{15}\text{H}_{15}\text{N}_3\text{O}_2$
em Álcool metílico PA e aferir em balão volumétrico de 100ml
- Verde de Bromocresol a 0,1%
Dissolver 0,1 g de Verde de Bromocresol PA - $\text{C}_{21}\text{H}_{14}\text{Br}_4\text{O}_5\text{S}$ em Álcool Metílico PA
e aferir em balão volumétrico de 100 ml
- Solução de Ácido Bórico PA a 4%
40,0 g de Ácido Bórico PA - H_3BO_3
600 ml de Água Destilada PA
O ácido bórico deverá ser dissolvido sob aquecimento e agitação
Após dissolvido e frio adicionar:
5,0 ml de Vermelho de Metila a 0,1% - $\text{C}_{15}\text{H}_{15}\text{N}_3\text{O}_2$
15,0 ml de Verde de Bromocresol a 0,1% - $\text{C}_{21}\text{H}_{14}\text{Br}_4\text{O}_5\text{S}$
Aferir em balão de 1000 ml
- Solução de Hidróxido de Sódio
400g de Hidróxido de Sódio PA – NaOH
1000ml de Água Destilada

- Solução de Carbonato de Sódio (Na_2CO_3) a 0,02N

Dissolver 0,265 g de Carbonato de Sódio PA, seco por 2 horas em estufa a 105°C , em um becker com 150 ml de água destilada. Passar essa solução para um balão volumétrico de 250 ml e completar com água destilada

- Solução ácida para titulação do destilado (HCl a 0,02N)

Dissolver 6,67 ml de HCl PA (em pipeta volumétrica), em um becker contendo aproximadamente 3000 ml de água destilada. Após homogeneização e esfriamento, aferir em balão volumétrico de 4000 ml com água destilada.

Essa solução deverá ser padronizada com 10 ml solução de Carbonato de Sódio (Na_2CO_3) a 0,02N, acrescida de duas gotas de alaranjado de metila (metil orange) a 1,0%.

Após a padronização da solução de HCl a 0,02N com a solução de carbonato, determinar a constante do ácido.

O delineamento foi realizado a verificação da normalidade para todas as variáveis do estudo com o teste de Lilliefors ($p < 0,05$), utilizando o pacote estatístico RSTUDIO VERSÃO 2022.12.03 for Windows.

4 Resultados e Discussão

Na tabela 1, estão apresentados os resultados do presente experimento. Não foi observado diferença significativa para os dois primeiros níveis do destilado quando se analisou a análise de proteína da soja, mostrando a paridade e consistência da padronização entre esses dois volumes. No entanto foi observada uma diferença significativa quando se comparou esses valores médios dos tratamentos de 45 e 55 mL do destilado em relação aos volumes de 65 e 75 mL.

Tabela 1: Tratamentos de volumes de destilados e suas variáveis

Alimentos	Volume de destilados (mL)				P
	45	55	65	75	
Farelo de soja	38,43 _a ± 0,64	38,43 _a ± 0,24	45,74 _b ± 1,59	45,25 _b ± 3,85	-
Farelo de milho	±10.40	±10.17	±10.60	±10.15	NS
Sorgo	±12.57	±12.56	±11.58	±11.33	NS
Bata doce in natura	±8.584	±8.15	±7.65	±7.41	NS
Resíduo de cervejaria	±22.48	±23.18	±23.45	±23.42	NS

Possivelmente essa diferença se deu em virtude da grande quantidade de nitrogênio da amostra que impossibilitou a sua total captação no ácido bórico, inviabilizando uma obtenção de destilado com volume menor.

Por outro lado, quando comparado os volumes captados entre 65 e 75 mL do destilado foi observado uma semelhança entre os tratamentos não havendo diferença significativa para ambos os volumes.

Isso mostra, no entanto que em relação ao tratamento controle de 75mL, o volume de 65mL pode ser utilizado sem haver prejuízo a análise de proteína bruta para esse tipo de alimento.

Segundo dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2003), o farelo de soja é a fonte protéica mais usada em rações para animais, tanto monogástricos como poligástricos, e normalmente utiliza-se como um padrão para comparar valor alimentar de outros alimentos protéicos. (SALMAN, 2011), vale ressaltar que a soja e seus coprodutos são classificados como concentrado proteico devido a presença de

↑60% de nutrientes digestíveis totais (NDT) e ↓18% de fibra bruta (FB), além de possuir mais de 20% de proteína bruta (PB).

Esta pode ser a razão que explica a diferenciação entre os tratamentos com a primeira variável o farelo de soja, tendo como média valores entre 44 e 49 de PB, o que pode ter influenciado sua quantificação quando se captou volumes de destilados menores. Não conseguindo atingir a expectativa da redução do volume de destilado para o tratamento de 45mL e 55mL. Contudo, para os tratamentos de 65mL e 75mL observou-se uma estabilidade não havendo diferença significativa.

Para a variável farelo de milho não houve diferença significativa observada em nenhum dos tratamentos de 45mL, 55mL, 65mL e 75mL..

O milho é um alimento palatável, bem digestível, com baixo conteúdo de fibra bruta e maior quantidade de nutrientes digestíveis totais (NDT) por kg em relação aos demais alimentos usados no preparo de rações (VALVERDE, 2001).

Isto significa que independente do volume do destilado capitado entre 45 e 75mL a quantificação da PB acontecerá sem prejuízo a análise.

Desta forma, dada a importância da PB obtida a partir do método de Kjeldhal, faz-se necessária a avaliação dos procedimentos laboratoriais de PB. (SOUZA et al, 2016).

Esse resultado vem corroborar com o entendimento de que alimentos com teores pequenos de PB não necessita de uma quantidade elevada de Ácido bórico para captação da amônia na etapa de destilação, mostrando que dependendo do alimento o analista pode economizar reagentes e soluções além de diminuir o tempo de análise, melhorando a eficiência produtiva no laboratório.

A cultura do sorgo tem potencial para ser utilizada na alimentação de animais, sobretudo nas regiões semi-áridas do Nordeste brasileiro, por ser resistente à seca e a altas temperaturas e por apresentar elevada produtividade (Oliveira et al., 2002; Pitombeira et al., 2002).

Um dos principais constituintes do grão de sorgo é o amido que está presente na faixa de 56-75 % da matéria seca total, sendo o motivo dos 75 % de carboidrato presentes. O teor de fibra alimentar está entre 1,0 – 3,4 %, os açúcares redutores estão entre 0,05 – 0,053 % e as cinzas, 1,3 - 3,3 % (RATNAVATHI; PATIL, 2013).

Referente à quantidade de proteína presente no grão, a média é de 11,4 %, podendo variar de 7 a 15 %. Esta porcentagem sofre influência da genética e do ambiente em que é plantado. As proteínas presentes no sorgo são consideradas de

baixo valor biológico por serem deficientes em alguns aminoácidos, como a arginina, glicina, tirosina, metionina e principalmente lisina (CORREIA et al, 2011).

Em vista disso, por possuir pouco conteúdo de PB, o sorgo não teve diferença significativa. Favorecendo a redução de reagentes por realizar a análise de pelo método de Kjeldhal.

ANDRADE, et al., (2012) salienta que a batata-doce é uma hortaliça que se destaca pela versatilidade no uso, podendo ser empregada tanto na alimentação humana como animal. Seu cultivo é relativamente fácil e barato, o que, juntamente com sua adaptabilidade a variadas condições edafoclimáticas, viabiliza sua produção pelos agricultores familiares.

Na alimentação animal, as raízes são utilizadas essencialmente como fonte de energia, em virtude do baixo teor de proteína. No entanto, as ramas que contêm, em média, 11,4% de proteína na matéria seca também podem ser aproveitadas (Massaroto, 2008).

Os resultados obtidos para milho, sorgo e batata doce, são semelhantes. Estes detem pouco nível de significância se comparar os volumes dos destilados do 45mL ao 75mL. Reduzindo o custo das análises.

O resíduo de cervejaria é um subproduto obtido a partir do malte cervejeiro, que possui valor nutricional heterogêneo, variando de acordo com o tipo de cerveja produzido, com o processamento utilizado pela fábrica, bem como pela origem dos grãos de cevada e a inclusão ou não de outros cereais (VELASCO et al., 2009).

O resíduo de cervejaria pode apresentar maiores concentrações de proteínas e carboidratos que seus cereais originais (CLARK et al., 1987). Brochier e Carvalho (2009) relataram que o RC avaliado apresentou teor proteico de 24,6%, o que caracterizou este resíduo como um suplemento proteico de valor médio.

Avaliando a quantidade de PB do RC observou-se um nível elevado de proteína, no experimento a média foi de 23. Entre todos os alimentos analisados o que mais se aproximou do farelo de soja foi o RC.

No entanto, apesar desse maior percentual em relação aos concentrados energéticos, ele ainda assim foi eficiente na utilização de todos os níveis de destilado, obtendo redução no tempo das análises.

5 Conclusão

Ao analisar o volume de destilado na análise de (PB) de 45mL, 55mL, 65mL e 75mL, constata-se que pode fazer a substituição por volumes de 45mL para amostras com baixos teores proteicos, diminuindo o tempo, reduzindo o custo, além disso evitando possíveis contaminações com reagentes.

Porém em alimentos com alto teor de PB, como farelo de soja, a recomendação é aumentar o volume para 65mL, no entanto para adequar futuros volumes serão necessários novas pesquisas mantendo a integridade da análise. Pois é necessário maior quantidade de substâncias químicas.

Referências

ANDRADE JÚNIOR, V. C. et al., (2012). **Características produtivas e qualitativas de ramas e raízes de batata-doce.** Disponível em:

<
<https://www.scielo.br/j/hb/a/GPChXQWQp5twxDLKgbNgVxb/?format=pdf&lang=pt>
 > acesso em 13 de fevereiro de 2023.

ANTONASSI, B.; SILVA M. C. K. (2017). **A importância do gerenciamento de resíduos perigosos em uma universidade: estudo de caso dos laboratórios dos ensinos de pesquisa.** Sistema & Gestão Revista Eletrônica. Disponível em: <

<https://www.revistasg.uff.br/sg/article/view/914/663> > acesso em 12 de outubro 2022.

ARAUJO, M. A. (2019). **Revisão Bibliográfica: Avaliação do Método de Kjeldahl na determinação de nitrogênio e sua aplicação na análise foliar.**

Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG. Disponível em: <

<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/25454/1/Revis%c3%a3oBibliogr%c3%a1ficaAvalia%c3%a7%c3%a3o.pdf> > acesso em 12 de outubro de 2022.

CUNHA, E. E.; LIMA, J. M. P. (2010). **Caracterização de genótipos e estimativa de parâmetros genéticos de características produtivas de sorgo forrageiro.**

Revista Brasileira de Zootecnia. Disponível em: <

<https://www.scielo.br/j/rbz/a/JtbzXZzWBXmqRg7FQvSRJNG/?format=pdf&lang=pt> > acesso em 13 de fevereiro de 2023.

DELATORRE, A. B. et al., (2018). **GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS: UMA PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO EM LABORATÓRIOS DE ENSINO.**

Disponível em: < <https://saneamentobasico.com.br/wp-content/uploads/2020/05/XII-017.pdf>

> acesso em 13 de fevereiro de 2023.

EMBRAPA (2006). **Adequação da Metodologia Kjeldahl para determinação de Nitrogênio Total e Proteína Bruta.** GALVANI, FABIO.; GAETNER, ELINEY.

Disponível em: <

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/37465/1/CT63.pdf> > acesso em 12 de outubro de 2022.

EMBRAPA (2017). **Análises bromatológicas para determinação da qualidade nutricional de forrageiras – Compêndio de POPs**. BARROCAS, G. E. G. Disponível em: <

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/172200/1/Analise-bromatologicas-para-determinacao-da-qualidade-nutricional.pdf> > acesso em 12 de outubro de 2022.

EMBRAPA (2003). **Soja na Alimentação de Bovinos**. THIAGO, L. R. L. S.; SILVA, J. M. Disponível em: <

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104635/1/Soja-na-alimentacao-de-bovinos.pdf> > acesso em 13 de fevereiro de 2023

FARIA, R. N. (2011). **Utilização de compostos nitrogenados não proteicos na alimentação de vacas em lactação**. Universidade Federal de Goiás, Jataí-GO. Disponível em: <

https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/186/o/RENATA_ANDRADE_FARIA.pdf > acesso em 10 de fevereiro de 2023.

FACCENDA, A. (2015). **VALOR NUTRICIONAL DO RESÍDUO SECO DE CERVEJARIA E SUA UTILIZAÇÃO NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES**. Univerdidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon. Disponível em: <

https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/1565/1/Andressa_Faccenda_2015 > acesso em 14 de fevereiro de 2023.

GABBI, A. M. (2010). **Metabolismo Nitrogenado em Animais**. Programa de Pós-Graduação em ciências veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <

<https://www.ufrgs.br/lacvet/site/wp-content/uploads/2020/11/nitrogenado.pdf> > acesso em 10 de fevereiro de 2023.

LIMA, J. L. N., et al (2020). **REVISÃO: PROPRIEDADES NUTRICIONAIS E APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS DA FARINHA DE SORGO**. Instituto Federal de Santa Catarina, Campus Xanxerê. Disponível em: <

<https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/2295/Lucas%20e%20Jefferson%20-%20REVIS%c3%83O->

[%20PROPRIEDADES%20NUTRICIONAIS%20E%20APLICA%20c3%87%20c3%95ES%20TECNOL%20c3%93GICAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](#) > acesso em 14 de fevereiro de 2023.

MELO, C. M. T. et al., (2020). **Estudo da redução de reagentes na determinação de proteínas em alimentos – método de Kjeldahl**. Disponível em: < <https://periodicos.iftm.edu.br/index.php/inova/article/view/999/450> > 12 de outubro de 2022.

GONÇALVES NETO, A. C., et al (2011). **Aptidões de genótipos de batata-doce para consumo humano, produção de etanol e alimentação animal**. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/pab/a/5frq8fBf3LPhtPwf3KMqbJH/?format=pdf&lang=pt> > acesso em 14 de fevereiro de 2023.

PAIM, C.P.; PALMA, E.C.; EIFLER-LIMA, V.L. (2002). **Gerenciar Resíduos Químicos: Uma Necessidade**. Disponível em: < <https://analiticaqmcresiduos.paginas.ufsc.br/files/2013/10/farmacos-UFRGS.pdf> > 12 de outubro de 2022.

PIRES, P.G.S. (2015) **Metabolismo nitrogenado: diferenças entre ruminantes e monogástricos**. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: < https://www.ufrgs.br/lacvet/site/wp-content/uploads/2015/07/nitrogenado_rumin_mono.pdf > 10 de fevereiro de 2023.

SADER, A.P.O. ; OLIVEIRA, S.G. ; BERCHIELLI, T.T. (2004). **APPLICATION OF KJELDAHL AND DUMAS COMBUSTION METHODS FOR NITROGEN ANALYSIS**. Disponível em: < <https://revistas.ufpr.br/veterinary/article/view/4068/3298> > 12 de outubro de 2022

SOUZA, M. J., et al (2016). **Estudo colaborativo para avaliação dos teores de proteína bruta em alimentos utilizando o método de Kjeldhal**. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/rbspa/a/JQTyQHfJ9WVbSbHsBbW4wXg/?format=pdf&lang=pt> > acesso em 14 de fevereiro de 2023.