

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**JOBERTSON DA SILVA**

**COMPARAÇÃO ENTRE A METODOLOGIA OFICIAL E UMA METODOLOGIA  
ALTERNATIVA PARA DETERMINAÇÃO DE ATIVIDADE UREÁTICA EM FARELO  
DE SOJA**

**CAMPO MOURÃO**

**2021**

**JOBERSON DA SILVA**

**COMPARAÇÃO ENTRE A METODOLOGIA OFICIAL E UMA METODOLOGIA  
ALTERNATIVA PARA DETERMINAÇÃO DE ATIVIDADE UREÁTICA EM FARELO  
DE SOJA**

**Comparison between the official methodology and an alternative methodology  
for determining ureatic activity in soybean meal**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação,  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Tecnólogo em Alimentos da Universidade Tecnológica  
Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Miguel Angel Aparicio Rodríguez.

**CAMPO MOURÃO**

**2021**

**JOBERSON DA SILVA**

**COMPARAÇÃO ENTRE A METODOLOGIA OFICIAL E UMA METODOLOGIA  
ALTERNATIVA PARA A DETERMINAÇÃO DE ATIVIDADE UREÁTICA EM  
FARELO DE SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação,  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Tecnólogo em Alimentos da Universidade Tecnológica  
Federal do Paraná (UTFPR)

Data de aprovação: 11/agosto/2021

---

Miguel Angel Aparicio Rodríguez  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

---

Roberta de Souza Leone  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

---

Aline Takaoka Alves Baptista  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

**CAMPO MOURÃO  
2021**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ser o principal pilar da vida, por me permitir viver esse momento e por me enriquecer com sabedoria para que eu soubesse lidar com todas as dificuldades e alcançar o tão almejado objetivo de concluir um ensino superior.

A minha família que é meu bem mais sagrado, em especial ao meu pai José e minha mãe Maria Eunice (em memoriam) que apesar do pouco estudo e todas as dificuldades, sempre acreditaram em mim, seus incentivos e motivação foram cruciais para que eu chegasse até aqui. A minha esposa Patricia de Souza por todo o amor, companheirismo, motivação e paciência, foi a pessoa que me acompanhou de perto nessa jornada, me apoiando e incentivando a bater cada meta, até atingir o presente objetivo.

A Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Roberta de Souza Leone membro da banca examinadora, mas que iniciou este estudo como orientadora, mas por motivos de força maior não pôde ir até o final, porém foi fundamental para o desenvolvimento com suas ideias, sugestões e incentivos. E agradeço imensamente ao Prof. Dr. Miguel Angel Aparicio Rodríguez, que aceitou o desafio de ser meu orientador e dar continuidade no trabalho me orientando da melhor forma possível, com toda sua experiencia no assunto, até a conclusão. E minha gratidão a Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Aline Takaoka Alves Baptista, por aceitar o convite de compor a minha banca examinadora.

A todos os demais professores, por não terem medido esforços em repassar seus conhecimentos e experiencias.

Aos meus amigos, alguns de muitos anos outros que fiz ao longo deste trajeto, que de forma direta e indireta participaram dessa caminhada e tiveram presente me apoiando, tenho um carinho muito grande por todos.

Não posso deixar de expressar minha gratidão pela Coamo Agroindustrial Cooperativa, empresa da qual me orgulho de fazer parte do grupo de colaboradores, aos meus companheiros de serviço e em especial ao grupo de gestores Adolfo Anselmo Hort, Fernando Sulviki, Wagner Pescador e Antônio Donizete, pela motivação, confiança no meu trabalho e por autorizarem minha pesquisa nas dependências da empresa, fornecendo todo o suporte necessário tais como, amostras, a estrutura do laboratório industrial, bem como reagentes e utensílios.

## RESUMO

Devido seu elevado valor nutricional a soja é o grão de maior produção no mundo, fonte de proteína vegetal é o principal ingrediente utilizado na alimentação animal, porém na sua forma *in natura* possui antinutrientes que prejudicam a absorção de nutrientes em animais monogástricos, portanto faz-se necessário um rigoroso processamento térmico para eliminar estes fatores antinutricionais e assim ser útil para tal aplicação. O dessolventizador e tostador (DT) é o equipamento responsável pela transformação da massa de soja desengordurada (Lex) em farelo de soja, que é um subproduto da fabricação de óleo de soja. Para garantir a qualidade do farelo com relação aos antinutrientes, a indústria precisa realizar análises periódicas. O presente estudo, teve por objetivo avaliar a eficácia de um método alternativo em comparação com a metodologia oficial na detecção da atividade da enzima urease utilizada como indicador de presença de fatores antinutricionais no farelo de soja. Ambas as metodologias foram testadas em triplicatas em 40 amostras, das quais continham, 100% lex, 30% farelo 70% lex, 50% farelo e 50% lex, 70% farelo 30% lex e 100% farelo de forma que simulou o processo do DT e a redução dos antinutrientes. O método alternativo demonstrou ótima eficiência comparado com o método oficial, proporcionando agilidade, baixo custo e economia, porém é limitado por não quantificar a atividade ureática e por se tratar de um método não oficial não pode ser utilizado quando há necessidade de emissão de laudos. Porém pode ser bastante útil para liberação de cargas de farelo no recebimento e para simples avaliação durante produção do farelo.

**Palavras-chave:** farelo de soja; atividade ureática; metodologia alternativa; análises físico-químicas; fatores antinutricionais.

## ABSTRACT

Due to its high nutritional value, soy is the largest production grain in the world, a source of vegetable protein is the main ingredient used in animal feed, but in its in nature form it has antinutrients that impair the absorption of nutrients in monogastric animals, so it makes if necessary a rigorous thermal processing to eliminate these anti-nutritional factors and thus be useful for such application. The desolventizer and roaster (DT) is the equipment responsible for transforming the defatted soy mass (Lex) into soy meal, which is a by-product of soy oil production. To guarantee the quality of the meal with respect to antinutrients, the industry needs to carry out periodic analyses. This study aimed to evaluate the effectiveness of an alternative method in comparison with the official methodology in detecting the activity of the urease enzyme used as an indicator of the presence of antinutritional factors in soybean meal. Both methodologies were tested in triplicates on 40 samples, of which they contained 100% lex, 30% bran 70% lex, 50% bran and 50% lex, 70% bran 30% lex and 100% bran in a way that simulated the process DT and the reduction of antinutrients. The alternative method showed excellent efficiency compared to the official method, providing agility, low cost and economy, but it is limited because it does not quantify the urea activity and because it is an unofficial method, it cannot be used when there is a need to issue reports. However, it can be very useful for releasing bran loads upon receipt and for simple evaluation during bran production.

**Key-words:** soybean meal; urea activity; alternative methodology; physicochemical analysis; antinutritional factors.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos .....</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1</b>	<b>A soja .....</b>	<b>10</b>
<b>3.2</b>	<b>Farelo de soja.....</b>	<b>12</b>
<b>3.3</b>	<b>Beneficiamento do farelo de soja .....</b>	<b>13</b>
<b>3.4</b>	<b>Fatores antinutricionais da soja .....</b>	<b>15</b>
<b>3.5</b>	<b>Avaliação da qualidade da soja processada .....</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>19</b>
<b>4.1</b>	<b>Local de realização do trabalho.....</b>	<b>19</b>
<b>4.2</b>	<b>Preparo e padronização de soluções.....</b>	<b>19</b>
4.2.1	Solução ácido fosfórico 0,2n.....	19
4.2.2	Solução hidróxido de potássio (koh) 0,2n.....	19
4.2.3	Solução de ácido acético 3% .....	19
4.2.4	Solução tampão de fosfato pH 7,0 .....	19
4.2.5	Solução tamponada de ureia pH 7,0.....	20
4.2.6	Solução teste urease (método alternativo).....	20
4.2.7	Obtenção e preparo das amostras .....	20
<b>4.3</b>	<b>Análises físico-químicas .....</b>	<b>22</b>
4.3.1	Determinação de atividade ureática pelo método convencional (quantitativo).....	22
4.3.2	Determinação de atividade ureática pelo método alternativo (qualitativo)	23
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>24</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>27</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>28</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*) é um dos mais antigos produtos agrícolas conhecido pela humanidade. Atualmente a soja domina o mercado mundial tanto de proteína vegetal como de óleo comestível. É um dos insumos mais importante para a produção animal uma vez que possui grande quantidade de proteína bruta em sua composição aproximadamente de 30 a 35%, além de 15 a 25% de óleo, 20 a 35% de carboidratos e aproximadamente 5% de cinzas. Pode ser considerada como produto vegetal de maior concentração proteica, também é fonte de minerais, vitaminas, fitoestrógeno, tocoferol e fitosteróis. Foi introduzida no Brasil no início do século XIX, entretanto, a grande produção em nosso país, teve início no final da década de 60. A soja é utilizada como matéria-prima para uma gama de produtos que podem ser de gênero alimentício ou não, porém o principal produto proveniente deste grão é o óleo vegetal refinado utilizado na alimentação humana (RUNHO, 2001; JORGE, 2017).

Durante a produção do óleo de soja, uma grande quantidade de resíduos com um elevado teor proteico é gerada, equivalente a cerca de 70% da soja processada, esse resíduo recebe o nome de farelo de soja. Este farelo para ser comercializado como ingrediente para ração animal precisa ser beneficiado por meio de um criterioso processo, de forma a atender todas as suas características de mercado. Rico em proteína bruta de alto valor, possui um excelente balanço de aminoácidos, o que o faz ser considerado o suplemento proteico vegetal disponível mais adequado e um ingrediente importante na composição das rações para suinocultura, avicultura, e bovinocultura de corte e leite (CARBONE, 2018).

Como mencionado anteriormente, a soja para nutrição animal deve ser processada antes de ser utilizada, principalmente na alimentação de monogástricos. Na soja *in natura* existe alguns fatores antinutricionais, tais como: inibidores de tripsina, inibidores de proteases, hemaglutininas, saponinas, alcaloides, taninos e glicosídeos, que são prejudiciais para o desenvolvimento dos animais, afetando diretamente o sistema digestivo e prejudicando na absorção dos micronutrientes essenciais (JORGE, 2017).

Para garantir a inibição dos fatores antinutricionais presentes na soja crua, as indústrias produtoras de farelo de soja e ração adotam o tratamento térmico entre 100 e 110°C, devido a tais compostos serem termorresistentes. No entanto este tratamento não deve exceder 110°C, pois pode afetar outros nutrientes do farelo,



como por exemplo as proteínas, e por outro lado não pode ser abaixo dos 100°C, pois pode ser ineficiente, de forma que não inative os antinutrientes presentes.

Para avaliar se o tratamento térmico empregado no processamento é adequado, são realizadas algumas análises no farelo, tais como, de índice de atividade ureática, cujo seu resultado é dado em unidades de pH. Esta análise além de determinar a qualidade do processamento, avalia a presença dos fatores antinutricionais. Em farelo que apresenta uma boa qualidade, o índice de atividade ureática deve situar na faixa de 0,05 a 0,25 unidades de pH. Outra análise que geralmente é utilizada em conjunto com a atividade ureática é a solubilidade em Hidróxido de potássio (KOH) que avalia se o farelo foi submetido a processamento térmico deficiente ou excessivo, um farelo com tratamento térmico adequado, deve conter sua solubilidade em KOH entre 80 e 90%, (BELLAVAR; JUNIOR, 1998).

Se tratando de análises laboratoriais, as indústrias procuram principalmente por agilidade, redução de custos e precisão nos métodos empregados. As vantagens são as mais diversas, por exemplo, quanto mais ágeis e confiáveis forem os resultados analíticos, seja de um produto final, matéria-prima ou produto em processo, mais rápidas serão as correções do processo em caso de divergência. Em produtos intermediários ou final, reduz gastos com reprocesso, agiliza a liberação de um lote de produto acabado ou uma carga de matéria-prima na classificação, entre outros. Partindo deste pressuposto que motivou esta pesquisa, o presente estudo teve por objetivo comparar uma metodologia alternativa de determinação de índice de atividade ureática no farelo de soja com a metodologia oficial.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

O objetivo do trabalho foi comparar uma metodologia alternativa com a metodologia oficial de determinação do índice de atividade ureática em farelo de soja.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Analisar em ambas as metodologias, misturas de diferentes proporções de farelo cru e tostado, simulando o processo de tostagem;
- Avaliar a eficiência de uma metodologia alternativa em relação a convencional, por meio de testes comparativos;
- Avaliar a viabilidade e possibilidade de substituição da metodologia oficial pela alternativa, considerando os prós e contras de ambas as metodologias;

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 A soja

Partindo do contexto histórico, a soja é um dos mais antigos produtos agrícolas, eram plantas rasteiras que se desenvolviam na costa leste da Ásia. Até aproximadamente 1894, a produção de soja ficou restrita à China e só foi introduzida na Europa no final do século XV, como curiosidade, nos jardins botânicos da Inglaterra, França e Alemanha. Na segunda década do século XX, o teor de óleo e proteína do grão começa a despertar o interesse das indústrias mundiais, no entanto, as tentativas de introdução comercial do cultivo do grão na Inglaterra, Rússia e Alemanha não obtiveram êxito, uma vez que as condições climáticas não eram favoráveis. No final da década de 60, a soja começa a ser vista no Brasil como um produto comercial devido a dois fatores internos, o primeiro é que na época, o trigo era a principal cultura do sul do Brasil e a soja surge como uma opção de verão, em sucessão ao trigo e o segundo fator é que o Brasil iniciava um esforço para produção de suínos e aves, gerando demanda por farelo de soja. Em 1966, a produção comercial de soja já era uma necessidade estratégica, com produção aproximada de 500 mil toneladas no País (MANDARINO, 2017).

A composição da soja depende dos mais variados fatores, tais como, tipo de cultivar, condições ambientais, localização geográfica e época de plantio. A Tabela 1 mostra a composição aproximada da soja.

**Tabela 1 - Composição do grão da soja**

<b>Componente</b>	<b>Teor (%)</b>
Umidade	14,0
Proteínas	38,0
Lipídeos	18,0
Carboidratos e fibras	25,0
Cinzas e componentes secundários	5,0

**Fonte: MENDES et al. (2004)**

Segundo dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) (2021), atualmente, os líderes mundiais na produção de soja são Brasil, Estados Unidos, Argentina, China, Índia e Paraguai. Na safra 2020/2021, a produção

mundial foi de 362.947 milhões de toneladas em um total de área plantada de 127.842 milhões de hectares, Sendo o Brasil o maior produtor mundial do grão com uma produção de 135,409 milhões de toneladas em 38,502 milhões de hectares de área plantada e com uma produtividade de 3.517 kg/ha. O Mato Grosso do Sul com 35,947 milhões de toneladas, Rio Grande do Sul com produção de 20,164 milhões de toneladas e Paraná com 19,872 milhões de toneladas os maiores estados produtores.

Já os Estados Unidos o segundo maior produtor fechou o mesmo período de safra com 112,549 milhões de toneladas em 33,313 milhões de hectares e com uma produtividade de 3.379 kg/ha.

Apesar de ser uma forma de agregar valor, é de pouco conhecimento no Brasil que a soja é também utilizada em indústrias dos mais diferentes setores, tais como, cosméticos, fármacos, veterinária, adesivos, adubos, formulador de espumas, revestimento, tintas e plásticos. Porém, esse uso diferenciado representa apenas, 7% da destinação final da soja, 44% são exportados in natura e os 49% restante são usados no processamento de biocombustíveis e de óleos e farelos. Da fração usada para processamento, 79% se torna farelo para exportação e consumo doméstico (ração animal) e os 21% restante é óleo também para exportação e consumo doméstico (Alimentação e Biodiesel). A figura 1 ilustra como é utilizada a produção brasileira de soja (CECHINEL, 2014).

Figura 1 - Destino e uso da soja no Brasil



Fonte: CECHINEL (2014)

### 3.2 Farelo de soja

O farelo de soja é obtido a partir da moagem dos grãos de soja, para extração do óleo que é destinado para consumo humano, é um ingrediente de melhor custo benefício, para a composição da ração animal e alimentação de suínos, bovinos, aves, equinos além da linha Pet. (RUNHO, 2001).

O Brasil, atualmente é o maior produtor de soja, segundo maior processador e exportador de farelo de soja, tendo 48% da sua produção de farelo exportada (EMBRAPA,2021; CARBONE, 2018).

De cada 1000 kg de soja processada, cerca de 750 kg é farelo de soja, que é composto por até 49% de proteína bruta, 80% de proteína solúvel 2,5% de óleo residual e 6% de fibras. Devido ao elevado teor de proteínas, garante uma melhor formulação das rações e suplementações animal (CARBONE, 2018).

Na produção do farelo, utiliza-se o solvente orgânico hexano para a extração do óleo, após a extração na massa de soja desengordurada (LEX), há cerca de 30 a 35% de hexano retido. Para possibilitar o uso do farelo em rações e outras finalidades, o farelo precisa de um tratamento térmico para volatilizar este hexano remanescente

e eliminar seus fatores antinutricionais, tóxicos e substâncias de sabor indesejável. O farelo então é seco, resfriado e por fim moído para padronizar a sua granulometria e umidade para que possa ser armazenado a granel ou ensacado (BELLAYER; JUNIOR, 1998).

Durante o processo de extração do óleo, ocorre um aquecimento do farelo de soja, que contribui para aumentar suas qualidades nutricionais. Em primeiro lugar, reduz a degradação ruminal da proteína, aumentando sua eficiência metabólica, visto que 98% da proteína do farelo da soja não degradada no rúmen é digestível no intestino. Um segundo aspecto é que o calor neutraliza fatores antinutricionais do grão de soja, os quais são prejudiciais para animais não ruminantes ou bovinos (THIAGO; SILVA, 2003).

Segundo a Portaria 795/1993 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o tipo de farelo é classificado de acordo com seu percentual de proteínas, sendo tipo 1 farelo 48% de proteínas (Hipro), tipo 2 farelo 46% de Proteínas e o tipo 3 farelo 44% de proteínas (Lowpro) (BRASIL, 1993). O farelo de soja é um alimento de alta aceitabilidade e pode ser usado como fonte única de proteína em rações.

### **3.3 Beneficiamento do farelo de soja**

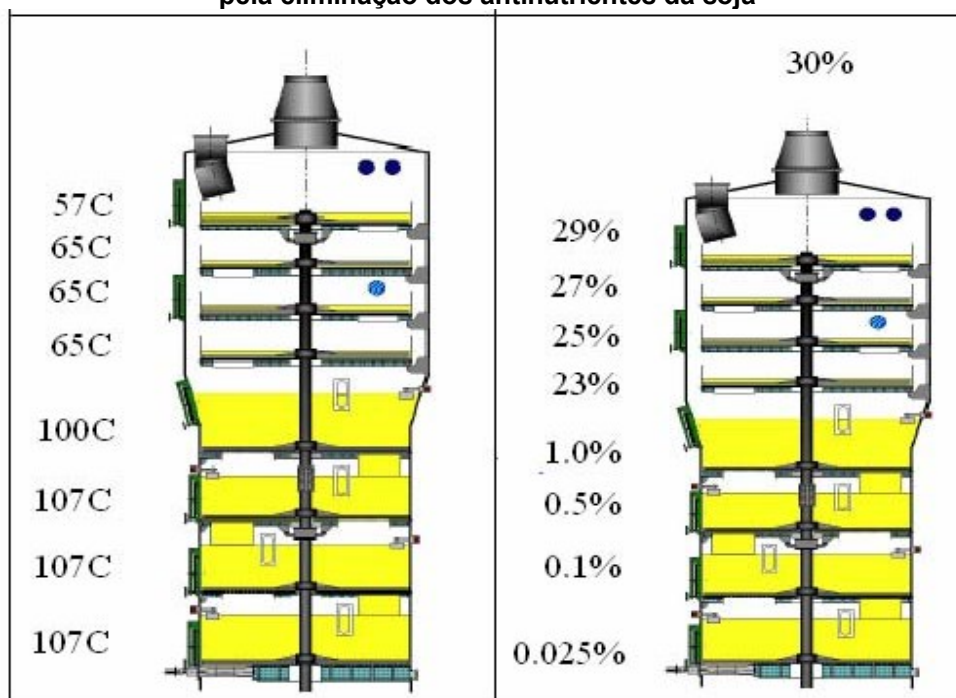
O farelo de soja é um subproduto do processo de extração de óleo. De forma resumida o processamento ocorre da seguinte forma: na primeira etapa chamada de quebra, o grão é transportado através de moinhos de rolos raiados com intuito de reduzir seu tamanho e desprender a casca da polpa. A casca com a polpa quebrada segue para a segunda etapa, o peneiramento onde ocorre a separação entre a casca e a polpa, a casca separada é moída e peletizada (formação de pelets) e comercializada como subproduto também utilizada em rações.

A polpa de soja quebrada segue para a etapa de acondicionamento, onde será cozida de forma a tornar a partícula flácida, facilitando a etapa seguinte, a laminação, aqui o produto obtido é a soja laminada, com espessura máxima de 0,35 mm. A massa laminada segue então para a etapa de expansão, ali é formada a massa expandida, uma massa porosa que facilita e otimiza a extração do óleo. A massa passa por um resfriador de onde sai com uma temperatura média de 55 a 60°C, aqui a soja está preparada, para o processo de extração do óleo.

Na etapa de extração a massa expandida recebe banhos de N-Hexano e nessa etapa é produzido duas frações, a micela (N-hexano + óleo) e a massa extraída ou farelo branco (LEX). O óleo então segue para a destilaria, para a retirada do n-hexano e a fração de óleo para a degomagem, onde passa por uma centrifugação, obtendo o óleo bruto degomado; O LEX proveniente da extração, segue então para o dessolventizador e tostador (DT), que tem a finalidade de eliminar o hexano absorvido pelo farelo e tostá-lo de forma a eliminar os antinutrientes naturais da soja (Como demonstra a Figura 2).

Assim, o farelo é direcionado para o setor de peletização, onde será beneficiado para a utilização como matéria-prima para rações. Na peletização o farelo tostado segue para a etapa de secagem, então é resfriado, moído em moinhos martelo, armazenado e comercializado a granel ou ensacado, para ser utilizado como ingrediente para formulação de rações animal (DORSA, 2000; BELLAVER; JUNIOR, 1998; FREITAS; MANZANO E ESTEVES, 1999).

**Figura 2 - ilustração de um dessolventizador e tostador clássico, equipamento responsável pela eliminação dos antinutrientes da soja**



Fonte: Roque (2015)

A figura 3 ilustra um fluxograma simplificado com as etapas do processo de extração de óleo bruto degomado e produção farelo de soja.

**Figura 3- Fluxograma simplificado do processo de produção de óleo e farelo de soja**



Fonte: Autoria Própria (2020)

### 3.4 Fatores antinutricionais da soja

Como já mencionado anteriormente, devido ao seu elevado teor de proteína e energia, a soja é uma excelente fonte de aminoácidos essenciais favorável principalmente à alimentação de aves e suínos. Apesar da maioria das características benéficas, os grãos contêm uma variedade de fatores antinutricionais que são capazes de causar deficiência na digestibilidade, por meio de uma redução na biodisponibilidade de nutrientes. E por esse motivo a utilização de soja *in natura* na alimentação destes animais deve ser evitada (MENDES *et al.*, 2004).

Segundo Barbosa (2014), as plantas assim como todo ser vivo tem a necessidade de se proteger contra os perigos dos predadores, muitas vezes meios físicos como espinhos, não impedem alguns herbívoros e por isso algumas desenvolveram mecanismos de defesa químicos. Esses mecanismos originam-se nos chamados metabólitos secundários, são substâncias produzidas pela planta, mas que não estão ligadas diretamente ao seu desenvolvimento. E para essas substâncias é utilizado o termo fatores antinutricionais ou antinutrientes.

Monteiro (2003), exemplifica como a natureza utiliza algumas substâncias como meio de defesa das plantas. Segundo o autor, nas savanas africanas há uma espécie de antílope que se alimenta das folhas de acácia, essas folhas possuem



taninos em pequenas quantidades o que não afeta sua qualidade nutricional. No entanto, quando estas árvores são atacadas pelos animais, as folhas liberam o etileno, uma espécie de hormônio vegetal que induz o aumento da produção de taninos nas folhas das árvores vizinhas. Desta forma, em cerca de 30 minutos, a quantidade de taninos encontrados nas folhas é tão grande que de acordo com a quantidade ingerida pelos animais, pode levá-los a morte.

Os principais fatores antinutricionais que devem ser levados em consideração são, os Inibidores de Proteases, principalmente a tripsina e quimiotripsina, que inibem a digestão proteica; as lectinas, que se combinam com as células da parede do intestino causando interferência na absorção de nutrientes; fatores alérgicos, que reduzem a absorção de nutrientes e causam efeitos prejudiciais as microvilosidades do intestino delgado e ainda existem os polissacarídeos não-amiláceos solúveis (PNAS), que causam diminuição no desenvolvimento dos animais. Estes compostos podem interferir no aproveitamento das proteínas e dos demais nutrientes das dietas pelo animal, além de desencadear efeitos fisiológicos não desejados, resultando em inibição de crescimento, hipoglicemia, flatulência ou danos a tecidos como pâncreas ou fígado (LIMA; MORAIS; COSTA, 2011).

Alguns fatores antinutricionais são termorresistentes e por isso a forma de eliminar ou reduzir a níveis aceitáveis estes antinutrientes em farelo de soja é por meio de processamento térmico (BRITO; ALBINO e ROSTAGNO, 2006).

### **3.5 Avaliação da qualidade da soja processada**

As análises laboratoriais servem como um guia para o formulador, permitindo conhecer o verdadeiro valor do alimento adquirido e obter uma ração que atinja metas técnicas e econômicas de uma criação. Portanto, ajudam os compradores a definir quais são os fornecedores que detêm os melhores produtos no mercado. O controle da qualidade de todas as matérias-primas utilizadas nas rações é fundamental para monitorar a qualidade dos nutrientes, que são atribuídos a cada ingrediente. O Farelo de Soja, assim como todos os outros ingredientes devem sempre ser analisados para avaliar as suas características nutricionais e também a qualidade de seu processamento (LIMA; MORAIS; COSTA, 2011).

A composição nutricional do Farelo de Soja deve ser avaliada por meio de análises bromatológicas como a Umidade, Proteína Bruta, Fibra Bruta, residual de

óleo, cinzas, entre outros que têm o objetivo de monitorar o seu padrão nutricional. Para monitorar a qualidade do processamento a qual se submete o farelo de soja, existem algumas análises específicas, como a Atividade Ureática e Proteína Solúvel que determinam a qualidade e disponibilidade dos nutrientes no farelo, que podem ser afetados pelo processamento térmico inadequado do grão de soja, influenciando diretamente em seu valor nutricional. Portanto, o monitoramento por meio de análises bromatológicas, tem o objetivo de evitar que farelo de soja de baixa qualidade seja utilizado nas rações, evitando perdas no desempenho animal e em resultados econômicos na produção (RUNHO, 2001).

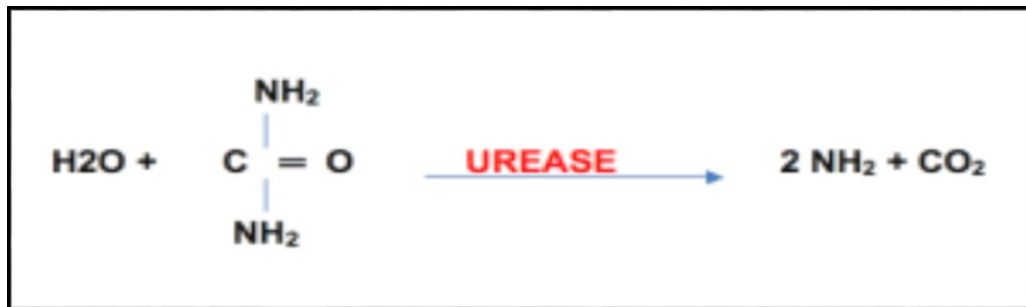
Com as exigências de mercado, as indústrias de alimentação animal, buscam produzir alimentos de melhor qualidade nutricional possível, que garanta o melhor desempenho na produção e assim se destaque em relação a concorrência. Para isso é preciso manter a melhoria contínua do processo produtivo, desde o recebimento de matéria-prima, até a entrega do produto ao consumidor final. O recebimento deve ser criterioso com relação a qualidade, porém deve ser ágil, de forma que não afete a produção (DURAYSKI, 2017).

As indústrias que utilizam farelo de soja como matéria-prima em formulações, realizam o controle de qualidade deste produto/ingrediente com ênfase na avaliação dos fatores antinutricionais. O método analítico quantitativo e oficial utilizado, segundo a American Oil Chemists 'Society (AOCS) (2009) é denominado “determinação da atividade ureática”. Sua metodologia consiste em determinar a redução na atividade da enzima urease, presente na soja. A correlação entre os antinutrientes e a urease, é que ambos são termorresistentes, portanto com a inativação da enzima urease teoricamente os fatores antinutricionais estariam destruídos. De uma maneira geral essa análise determina se o farelo de soja recebeu processamento térmico suficiente para inativar os fatores antinutricionais presentes no grão de soja (BELLAVIER; JUNIOR, 1998). Segundo Butolo (2002) o grão de soja cru apresenta atividade ureática de 2,0 a 2,5 unidades de pH. Com o resultado dessa análise é possível observar que atividade ureática com valor de pH variando de 0,01 até no máximo de 0,15, indicam que o farelo passou por um adequado processamento térmico, objetivando a destruição dos fatores antinutricionais (RUNHO, 2002). No entanto a portaria 795/1993, que regulamenta as características do farelo de soja, estabelece como aceitáveis variações de pH na faixa de 0,05 até 0,25 (BRASIL, 1993).

Um método alternativo de avaliar a atividade ureática é o “teste qualitativo de

urease”, que tem por finalidade verificar a eficiência dos processamentos da soja integral por um processo simples e rápido. Assim como na metodologia oficial essa análise parte do princípio de que quando ocorre a hidrólise da ureia pela ação da enzima urease, há liberação de amônia, tornando o meio alcalino (como ilustra a Figura 4). Assim utiliza-se de uma solução que tem como base o indicador de pH Vermelho de Fenol, que torna o meio avermelhado em condições de pH alcalino. Podendo concluir que quanto mais pigmentada a amostra, quando em contato com o reagente, maior o indicativo da presença da enzima urease, que serve como indicador da presença dos fatores antinutricionais na amostra (JORGE, 2017; NASCIMENTO E LIRA, 2013).

Figura 4 – Reação de hidrólise da ureia pela enzima urease



Fonte: Marques (2016)

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Local de realização do trabalho**

Este trabalho foi desenvolvido no laboratório físico-químico de uma cooperativa agroindustrial do estado do Paraná.

### **4.2 Preparo e padronização de soluções**

As soluções utilizadas neste estudo para a metodologia oficial foram preparadas e padronizadas conforme a AOCS – The American Oil Chemists Society – 2009. Method Ba 9-58 – Atividade Ureática.

Já a metodologia alternativa foi realizada de acordo com a instrução de trabalho IT-FQ-014 utilizada no laboratório físico-químico da GT Food Group, baseado no teste de avaliação qualitativa de urease da Nutron.

#### **4.2.1 Solução ácido fosfórico 0,2 N**

Solução utilizada para baixar o pH durante a padronização. Para elaborar foi dissolvido 4 ml de ácido fosfórico concentrado em 1000 ml de água destilada homogeneizado e reservado a solução em um balão volumétrico de 1000 ml.

#### **4.2.2 Solução hidróxido de potássio (koh) 0,2 N**

Foi pesado 12 g de hidróxido de potássio, diluído em 1000 ml de água destilada e reservado a solução em balão volumétrico de 1000 ml.

#### **4.2.3 Solução de ácido acético 3%**

Foram adicionados 30 ml de ácido acético em 1000 ml de água destilada homogeneizado e reservado em balão de 1000 ml.

#### **4.2.4 Solução tampão de fosfato pH 7,0**

Para o preparo da solução Tampão de fosfato pH 7,0 foram pesados exatamente 3,400 g de fosfato monobásico de potássio e dissolvido com 100 ml de água destilada. Em seguida foram pesados 4,350 g de fosfato bi básico de potássio e diluído em 100 ml de água destilada. Transferiu-se as duas soluções para um balão volumétrico de 1000 ml, e foi completado o volume com água destilada e homogeneizado. Em seguida transferiu-se esta solução para um béquer agitando sob temperatura de 30°C. Nestas condições foi ajustado o pH em 7,0 com adição de ácido acético 3% ou hidróxido de potássio 0,2 N.

#### 4.2.5 Solução tamponada de ureia pH 7,0

Foram pesados 15 g de ureia e dissolvido em solução tampão de fosfato pH 7,0, transferiu para um balão volumétrico de 500 ml e foi completado o volume com a solução Tampão de fosfato pH 7,0. Em seguida transferiu-se esta solução para um béquer agitando sob temperatura de 30°C. Nestas condições foi ajustado o pH em 7,0 com adição de ácido acético 3% ou hidróxido de potássio 0,2N.

#### 4.2.6 Solução teste urease (método alternativo)

Foram pesados 0,25 g de indicador de pH vermelho de fenol e dissolvido em 15 ml de solução hidróxido de sódio 0,1N. Adicionou-se 22,5 g de ureia e diluiu esta solução em 500 ml de água destilada. Em seguida transferiu para balão volumétrico de 1000 ml adicionando 17,5 ml de ácido sulfúrico 0,1 N e completou o volume com água destilada. A solução foi armazenada em vidro de cor âmbar e refrigerada.

#### 4.2.7 Obtenção e preparo das amostras

As amostras de farelo de soja, foram fornecidas por uma indústria de produção de óleo e farelo de soja de uma cooperativa agroindustrial do estado do Paraná.

As amostras de farelo de soja foram coletadas em dois pontos distintos do processo de produção, sendo uma na entrada do processo de tostagem, ou seja, antes de passar pelo tratamento térmico e o outra após o tratamento térmico. Para a realização da coleta das amostras foi levado em consideração o tempo de residência

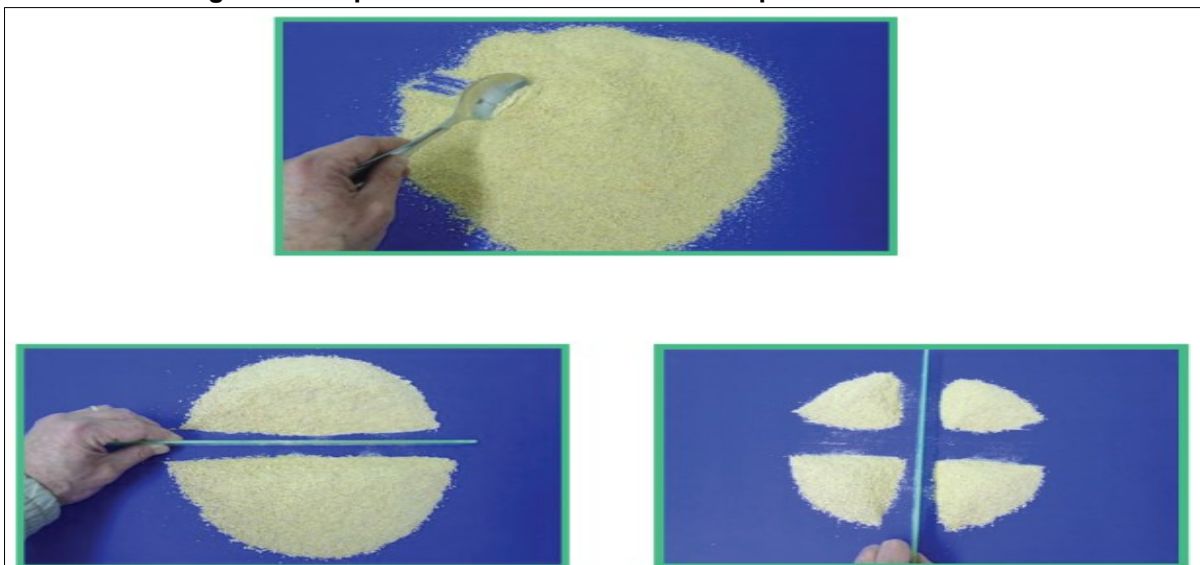
do farelo no interior do equipamento que realiza a tostagem (DT), que é torno de 60 minutos, sendo realizada a coleta de amostras na entrada do equipamento (LEX ou massa extraída) e na saída (farelo tostado), garantindo assim realizar as análises em um mesmo produto, porém antes e depois de sofrer a transformação. Foram coletadas 40 amostras de cada ponto, pesando cerca de 800 g – 1000 g cada.

Para a realização do experimento foi necessário fazer simulações do farelo de forma que este apresentasse diferentes níveis de atividade ureática, como se tivesse sendo coletado durante o processo de dessolventização e tostagem, para isso foram fracionadas as amostras da seguinte maneira:

- Amostra 1: 100% Massa extraída;
- Amostra 2: 100% Farelo tostado;
- Amostra 3: 50% Massa extraída / 50% Farelo tostado;
- Amostra 4: 30% Massa extraída / 70% Farelo tostado;
- Amostra 5 30% Farelo tostado / 70% Massa extraída.

As amostras após fracionadas foram levadas ao laboratório físico-químico, onde foram todas preparadas por meio da técnica de quarteamento manual (conforme ilustra a Figura 5), afim de obter uma amostragem uniforme e representativa. E todas as análises foram realizadas em triplicatas e para a obtenção dos resultados foi levado em consideração a média dos resultados.

**Figura 5 - Esquema ilustrativo da técnica de quarteamento manual**



Fonte: E-book Qualidade da Matéria-Prima ([201-?])

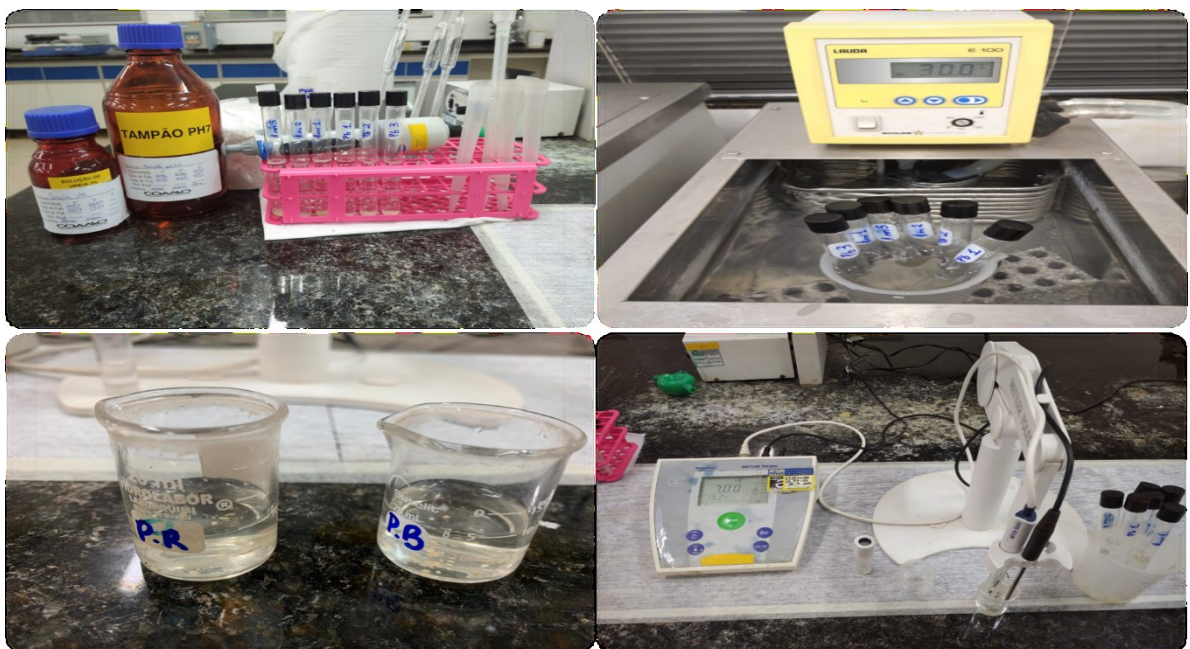
### 4.3 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas foram todas realizadas no laboratório físico-químico da própria indústria de produção de óleo e farelo que cedeu as amostras, onde foi realizado os testes de atividade urease convencional (quantitativo) e o método alternativo (qualitativo) em todas as amostras.

#### 4.3.1 Determinação de atividade ureática pelo método convencional (quantitativo)

Para cada amostra foram necessários dois tubos de ensaio, um para o branco e outro para o teste. Foram pesadas 0,2g de amostra em cada tubo de ensaio, colocado no tubo de branco 10ml da solução tampão de fosfato e no tubo de teste (amostra) 10ml de solução de ureia e levado em banho-maria a 30°C, agitando a cada 5 minutos durante 30 minutos, sendo a última agitação feita aos 25 minutos, mantendo os tubos em repouso nos últimos 5 minutos, para que na hora da leitura não houvesse partículas em suspensão que ocasionam erro na medida do pH. Realizou-se a leitura em PHmetro, calibrado com tampão pH 4,0 e 7,0, sendo o tubo branco lido primeiro e em seguida o tubo do teste contendo uma fração da amostra. A figura 6, ilustra a realização do teste.

**Figura 6 - etapas da determinação de atividade ureática pelo método convencional**



Fonte: Aatoria própria (2021)

Os resultados quantitativos de atividade ureática são dados pela diferença de pH entre o branco e o tubo teste, como na equação 1:

$$\text{Atividade ureática} = | \text{pH teste} - \text{pH branco} | \quad (1)$$

#### 4.3.2 Determinação de atividade ureática pelo método alternativo (qualitativo)

Com as amostras já preparadas, utilizou-se de uma quantidade que cobrisse o fundo de uma placa de petri, em seguida com o auxílio de um borrifador, foi embebecida a amostra com a solução teste urease e colocada em repouso por 5 minutos.

Para a leitura do resultado avaliou-se da seguinte forma:

- Ausência de manchas roxa/rosa = Amostra sem atividade ureática.
- Poucas manchas roxa/rosa = Amostra com pouca atividade ureática.
- Toda superfície da amostra coberta por manchas roxa/rosa = Amostra com grande atividade ureática.

Assim como exemplifica a figura 7:

**Figura 7- Amostras de farelo com solução teste urease na presença e ausência de atividade da enzima urease**



Fonte: Autoria própria (2021)



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como representado na Tabela 2, que ilustra as médias das análises realizadas pelo método convencional, os resultados de atividade ureática encontrados para as amostras de farelo de soja, foram de 0,05, com desvio padrão de 0,01 unidades de pH. Em seu estudo, Lima; Morais; Costa (2011) descrevem como um farelo com correto processamento e não prejudicial aos animais que consumirão, aquele que apresenta atividade ureática, com valores entre 0,05 a 0,30 unidades de pH. A Indústria Americana da Soja recomenda atividade ureática de 0,05 a 0,20, segundo Bellaver & Junior, (1998). Valores estes semelhantes aos da legislação brasileira vigente, a portaria 795/1993, que regulamenta as características do farelo de soja, e que estabelece como aceitáveis variações de pH na faixa de 0,05 até 0,25 (BRASIL, 1993).

Os índices de atividade ureática médios encontrados nas amostras de lex, foram de 2,18 com desvio padrão de 0,03 unidades de pH. Contudo os valores encontrados condizem com os descrito por Butolo (2002), em que coloca a soja crua, ou seja, sem processamento térmico, com índices de atividade ureática entre 2,0 e 2,5 unidades de pH.

**Tabela 2. Resultados entre as médias e desvio padrão das análises da determinação de atividade ureática quantitativa (método oficial)**

<b>Testes</b>	<b>Atividade ureática (<math>\Delta</math> pH)</b>
<b>Lex</b>	2,18 $\pm$ 0,03
<b>70% Lex / 30% Farelo de Soja</b>	1,57 $\pm$ 0,12
<b>50% Lex / 50% Farelo de Soja</b>	0,98 $\pm$ 0,05
<b>30% Lex / 70% farelo de soja</b>	0,25 $\pm$ 0,05
<b>Farelo de soja</b>	0,05 $\pm$ 0,01

Fonte: Autoria própria (2021)

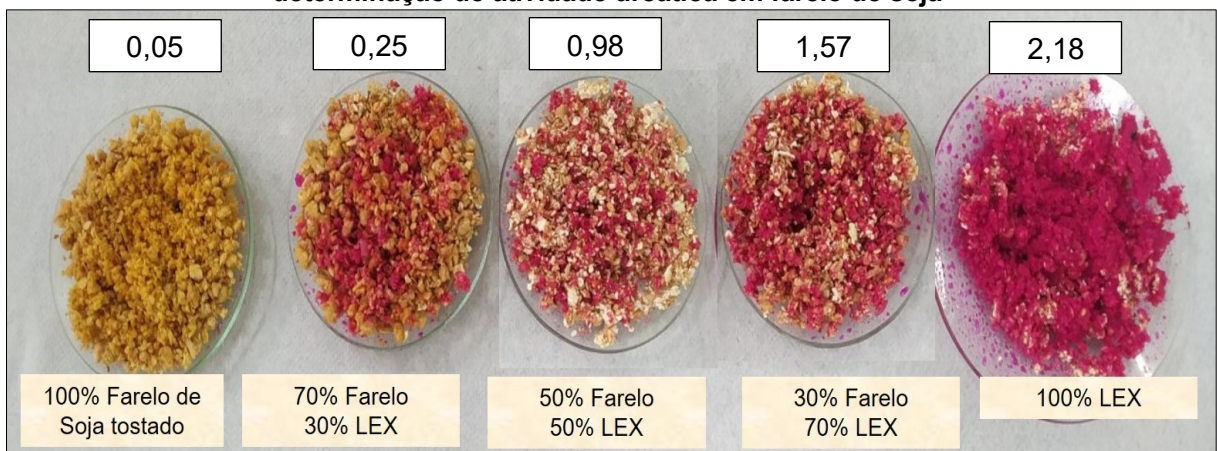
As amostras com proporções simuladas de 50% Farelo e 50% lex e as amostras de 30% farelo e 70% lex, apresentaram médias de 0,98 com desvio padrão de 0,05 e 1,57 com desvio padrão de 0,12 respectivamente. Avaliando estes resultados, foi possível observar que se fossem amostras oriundas de um lote de produto acabado, estas estariam impróprias para serem utilizadas em ração animal,

podendo considera-las como um produto que não teve um processamento adequado de tostagem, contudo não se enquadram nas características exigida pela legislação, pois apresentam valores de atividade ureática acima do permitido pela legislação brasileira (BRASIL, 1993) e também superior aos mencionados como adequados no estudo de Lima; Morais; Costa (2011).

Já as amostras cujo as proporções estabelecidas foram de 70% farelo e 30% lex, apresentaram resultados médios de 0,25 com desvio padrão de 0,05 unidades de pH, resultados estes que se enquadram aos limites estabelecidos pela portaria 795/1993 (BRASIL, 1993), no entanto segundo o estudo de Bellaver & Junior (1998), estaria a cima do recomendado pelas indústria Americana, que exige limites máximos de atividade ureática no farelo de soja de 0,20 unidades de pH. Avaliando esta situação, um produto com estas características poderia sem problemas ser comercializado no mercado interno, por outro lado, poderia ter problemas em caso de exportação para países americanos.

Das mesmas amostras utilizadas para a realização dos ensaios de atividade ureática pelo método oficial, foram realizados os testes qualitativos (método alternativo), dos quais os resultados podem ser observados na figura 8.

**Figura 8 - Resultado da comparação entre o teste quantitativo e o qualitativo para a determinação de atividade ureática em farelo de soja**



**Fonte: Autoria própria (2020)**

Avaliando os resultados obtidos, a princípio observando os extremos, nas amostras que continham 100% de lex, que representa um farelo que não recebeu tratamento térmico nenhum, toda a amostra apresentou coloração avermelhada quando em contato com a solução de ureia e corante vermelho de fenol. A amostra com 100% de farelo de soja tostado, o qual representava um farelo que passou por

um adequado processamento térmico, não apresentou nenhum ponto avermelhado em nenhuma das amostras.

Quando observado as amostras intermediárias (30% farelo/70% lex, 50% farelo/ 50%lex e 70% farelo/30% lex) a pigmentação diminuía, conforme aumentava a concentração de farelo e reduzia a quantidade de lex, ou seja, do ponto de vista do processo simulado, conforme o farelo recebia gradativamente o tratamento térmico, a urease ali presente era desnaturada.

Estudos semelhantes a este foram encontrados na literatura, Jorge, (2017) aplicou a metodologia qualitativa em soja extrusada, trata-se de uma forma de processamento da soja diferente do presente estudo, no processo de extrusão a soja é processada sem a extração do óleo e é submetida a maior temperatura, porem em menor tempo, no entanto os resultados obtidos foram semelhantes e a aplicabilidade do teste rápido se mostrou eficiente.

Durayski (2017), também realizou um estudo comparativo entre ambas metodologias, utilizando dois tipos de farelo, o semi-integral (extrusado) e o farelo tipo 46, por se tratar de farelos com baixos índices de atividade ureática, a autora realizou a contagem dos pontos avermelhados presentes nas amostras e criou uma escala comparativa entre as metodologias. Como o presente estudo utilizou-se farelos com maiores índices, fazendo a simulação do processamento térmico aplicado, não foi possível criar uma escala comparativa, porem foi de grande valia para avaliar a eficiência da análise qualitativa.

Sabendo que agilidade na obtenção de um resultado é de grande importância na indústria, foi avaliado o tempo utilizado entre preparo das amostras, reagentes, utensílios e obtenção do resultado. E foi notável a discrepância entre uma metodologia e outra. Sendo que teste qualitativo levou em média 20 minutos para ser finalizado. Uma vez que não necessita de equipamentos eletrônicos, somente vidrarias e reagentes, além do mais leva 5 minutos para ocorrer a reação. Já o método convencional utilizou em média de 60 minutos até a obtenção do resultado. Uma vez que necessita de leitor de pH, o qual precisa ser calibrado, e as amostras ficam em banho maria cerca de 40 minutos para que ocorra a reação.

## 6 CONCLUSÕES

Após o estudo, foi possível concluir que o método qualitativo, demonstra ótima performance, além de fornecer agilidade na realização da análise, uma vez que o preparo da solução e a obtenção do resultado é rápido quando comparado ao método quantitativo, os reagentes são de baixo custo e não precisa de utilização de energia elétrica, como o banho maria ou pHmetro utilizado na metodologia oficial. Podendo assim substituir a metodologia oficial para determinação de atividade ureática.

No entanto o teste qualitativo apresenta algumas limitações, por se tratar de uma metodologia não oficial e não quantificar a atividade ureática, não pode ser utilizada por exemplo quando há necessidade de emissão de laudos, seja para clientes ou para arquivo da empresa produtora caso venha precisar para futuras rastreabilidade de um lote de farelo. Nesses casos o ideal é utilizar a metodologia convencional.

Sendo assim, sugere-se a utilização do teste qualitativo em um simples acompanhamento do processo de produção de farelo de soja, pela indústria produtora ou pelo cliente que adquire para a produção de rações e deseja realizar uma análise rápida para liberação de cargas de farelo no recebimento de matéria-prima para produção de ração.

Com o intuito de refinar o presente trabalho, sugere-se a realização de um novo estudo semelhante, porém utilizando proporções menores de Lex na mistura com farelo, de forma que seja possível obter resultados mais claros no método qualitativo, podendo assim criar uma escala comparativa com o método convencional. Ou ainda testar algum tipo de sensor que realize uma leitura mais precisa da coloração e envie para um *software* para fazer a interpretação do resultado e comparação com os valores do teste quantitativo.

## REFERÊNCIAS

AGROCERES MULTIMIX. Qualidade da matéria-prima Monitoramento e inspeção de ingredientes para nutrição animal: Monitoramento e inspeção de ingredientes para nutrição animal. **Agroceres multimix**. [S. l.], [201-?]. Disponível em: <https://agroceresmultimix.com.br/ebooks/ebook-materia-prima.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2020.

AOCS - **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society**. 7.ed. AOCS: Champaign, 2009.

BARBOSA, N. C. **Uma revisão Bibliográfica dos Fatores Antinutricionais: Taninos, Inibidores de Proteases e Lectinas**. 2014. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em química) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Anápolis-GO, 2014.

BELLAVER, C.; JUNIOR, P. N. S. Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves. **Embrapa Suínos e Aves**, Concórdia - SC, 1998.

BRASIL. **Portaria n. 795, de 15 de dezembro de 1993**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Norma de identidade, qualidade, embalagem, marcação e apresentação do farelo de soja. Brasília, 15 dez. 1993. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/normativos-cgqv/pocs/portaria-no-795-de-15-de-dezembro-de-1993-oleo-de-soja-bruto-farelo-de-soja/view>. Acesso em: 10 mar. 2020.

BRITO, C.L.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. *et al.* Adição de complexo multienzimático em dietas à base de soja extrusada e desempenho de pintos de corte. **R. Bras. Zootec.**, v.35, n.2, p.457-461, 2006.

BUTOLO, J. E. **Qualidade de Ingredientes na Alimentação Animal**. Campinas – SP: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2002.

CARBONE, L. **Farelo de soja**: melhor fonte de proteína para ração animal. [S. l.], 3 out. 2018. Disponível em: <https://www.3tentos.com.br/triblog/post/13>. Acesso em: 8 jan. 2021.

CECHINEL, C. A soja além do óleo e do farelo. **Revista Globo Rural**, [S. l.], p. 8-9, 23 abr. 2014. Disponível em: <https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/Soja/noticia/2014/04/soja-alem-do-oleo-e-do-farelo.html>. Acesso em: 10 mar. 2020.

DORSA, R. **Tecnologia de Processamento de Óleos e Gorduras Vegetais e Derivados**. 3°. ed. São Paulo - SP: [s.n.], 2000. 276 p.

DURAYSKI, A. P. **Método Alternativo X Método Oficial, Usado na Avaliação da Atividade Ureática em Farelo de Soja Destinado a Nutrição Animal**. 2017. Artigo (Técnico em Química) - Centro Universitário Univates, Lajeado-RS, 2017.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Portal EMBRAPA. **Soja**

**em números (safra 2020/21)**. Brasília: EMBRAPA, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/web/portal/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: 10 jun. 2021.

FREITAS, A. R.; MANZANO, A.; ESTEVES, S.N. Tamanho amostral envolvendo múltiplos caracteres: uma aplicação à digestibilidade em bovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, São Carlos-SP, v. 34, n. 11, p. 199-205, jan. 1999.

JORGE, L. **Nutri&Aves – Eficiência no processamento da soja in natura**: Importância do teste qualitativo de urease. [S. l.], 16 nov. 2017. Disponível em: <https://agrocereasmultimix.com.br/blog/soja-urease/>. Acesso em: 10 nov. 2020.

KAGAWA, A. **Standard table of food composition in Japan**. Tokyo: University of Nutrition for Women, p. 104-105. 1995.

LIMA, M.R; MORAIS, S.A.N.; COSTA, F.G.P. **Atividade Ureática**. 2011. Disponível em: <https://pt.engormix.com/avicultura/artigos/soja-atividade-ureatica-t36889.htm>. Acesso em: 08 jan. 2020.

MANDARINO, J. M. G. **Origem e história da soja no Brasil**. [S. l.]: Blog Embrapa Soja, 5 abr. 2017. Disponível em: <https://blogs.canalrural.com.br/embrapasoja/2017/04/05/origem-e-historia-da-soja-no-brasil/>. Acesso em: 25 out. 2019.

MARQUES, S. **Diagnóstico da infecção por Helicobacter pylori**. [S. l.], 3 out. 2016. Disponível em: <https://endoscopiaterapeutica.com.br/assuntosgerais/diagnostico-infeccao-helicobacter-pylori/>. Acesso em: 30 jun. 2021.

MENDES, W.S *et al.* Composição química e valor nutritivo da soja crua e submetida a diferentes processamentos térmicos para suínos em crescimento. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, Belo Horizonte-MG, v. 56, n. 2, p. 207-213, abr. 2004.

MONTEIRO, M. R. P. Avaliação da Digestibilidade protéica de genótipos de soja com ausência e presença do inibidor de tripsina Kunitz e lipoxigenases. **Braz. J. Food Technol.**, v.6, n.1, p.99- 107, 2003.

NASCIMENTO, A. C.; LIRA, J. P. **Atividade da Uréase Extraída de soja**. 2013. Relatório de aula prática (Engenharia de Alimentos) - Bioquímica, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Garanhuns, 2013.

PUZZI, D. **Abastecimento e Armazenagem de Grãos**. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, Campinas SP, 1996. Pág. 231 - 232.

ROQUE, T. M. V. **Análises das Perdas de Hexano numa Unidade de Extração de Óleos e Bagaços**. 2015. Dissertação (Mestrado em engenharia química) - Técnico Lisboa, [S. l.], 2015. Disponível em: <https://docplayer.com.br/53118261-Analise-das-perdas-de-hexano-numa-unidade-de-extracao-de-oleos-e-bagacos-caso-de-estudo-iberol-engenharia-quimica.html>. Acesso em: 2 mar. 2021.

RUNHO, R. C. **Farelo de Soja: Processamento e Qualidade**. Departamento Técnico de Nutrição e Formulação, Poli Nutri Alimentos, 2001. Disponível em: <http://www.polinutri.com.br/upload/artigo/148.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2020.

THIAGO, L. R. L. de S.; SILVA, J. M. da. **Soja na alimentação de bovinos**. 1. ed. atual. Campo Grande, MS: [s. n.], 2003. 6 p. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104635/1/Soja-na-alimentacao-de-bovinos.pdf>. Acesso em: 9 mar. 2020.