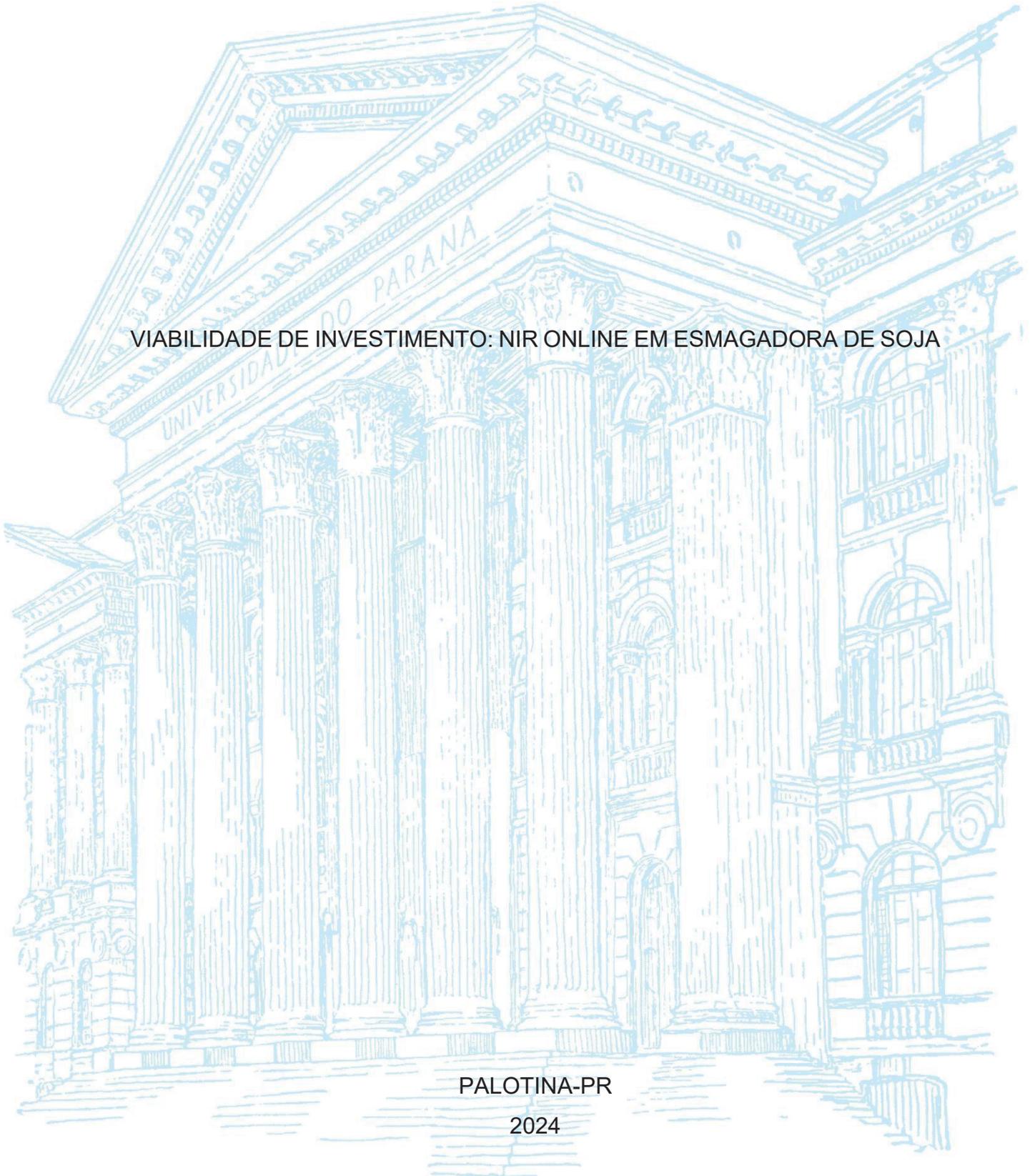


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUIZ EDUARDO DOS REIS

VIABILIDADE DE INVESTIMENTO: NIR ONLINE EM ESMAGADORA DE SOJA



PALOTINA-PR

2024

LUIZ EDUARDO DOS REIS

VIABILIDADE DE INVESTIMENTO: NIR ONLINE EM ESMAGADORA DE SOJA

Artigo apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Especialista, Curso de Gestão Estratégica do Agronegócio, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Wagner da Fonseca

PALOTINA-PR

2024

RESUMO

A soja é considerada na formulação de rações como uma matéria prima de grande importância e é utilizada como base na dieta de animais de produção, fornecendo fração proteica e grande quantidade de energia. A qualidade do grão é essencial para o processo produtivo, visto que as variações nas condições ambientais e de processamento podem alterar a composição química do farelo. A aplicação de métodos que fazem a avaliação do grão traz vantagens consideráveis para a indústria, mitigando de forma considerável os prejuízos no processo produtivo. A Near Infrared Spectroscopy (NIRS) é uma espectroscopia vibracional que faz a análise da amostra de forma não destrutiva e com alta precisão, podendo ser aplicada em diversas áreas produtivas, incluindo na determinação da composição dos alimentos como uma ferramenta analítica de avaliação. O objetivo do presente trabalho foi avaliar viabilidade e ganhos com a instalação de NIR online, para mensuração de parâmetros da qualidade de farelo de soja tostado (umidade, proteína bruta, proteína solúvel, extrato etéreo e fibras), em uma Indústria de esmagamento de soja, localizada na Região dos Oeste do Paraná. Foi realizada uma análise de dados de resolução de uma situação-problema na Unidade Industrial de Soja da Cooperativa Agroindustrial Copagril, onde identificou-se uma dificuldade na disponibilidade de mão-de-obra qualificada e baixo uso de tecnologias. Sendo assim, desenvolveu-se uma proposta de viabilidade para instalação de equipamento tecnológico NIRS online, que poderia permitir o acompanhamento dos parâmetros de qualidade em tempo integral, garantindo um melhor controle do produto e diminuindo a necessidade de colaboradores para execução. Concluiu-se que a utilização do Nir's é viável desde que a matéria prima seja de qualidade, compensando os investimentos e custos incorridos.

Palavras-chave: Farelo de soja, Nir's, parâmetro de qualidade.

ABSTRACT

Soybean is considered in feed formulation as a raw material of great importance and is used as a base in the diet of production animals, providing protein fractions and a large amount of energy. The quality of the grain is essential for the production process, as variations in environmental and processing conditions alter the chemical composition of the bran. The application of methods that evaluate grain brings considerable advantages to the industry, specifically mitigating losses in the production process. Near Infrared Spectroscopy (NIRS) is a vibrational spectroscopy that analyzes samples non-destructively and with high precision, and can be applied in various production areas, including determining the composition of foods as an analytical evaluation tool. The objective of the present work was to evaluate evaluations and gains with the installation of online NIR, to measure quality parameters of toasted soybean meal (moisture, crude protein, soluble protein, ether extract and fibers), in a soybean crushing industry, located in the Western Region of Paraná. An analysis of data was carried out to resolve a problem situation at the Soya Industrial Unit of Cooperativa Agroindustrial Copagril, where there was a difficulty in the availability of skilled labor and low use of technologies. Therefore, a forecast proposal was developed for the installation of online NIRS technological equipment, which could allow full-time monitoring of quality parameters, ensuring better control of the product and providing the need for collaborators for execution. It is concluded that the use of NIRs is viable as long as the raw material is of good quality, compensating for the investments and costs incurred.

Keywords: Soybean bran, Nir's, quality parameters

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	6
1.1 Apresentação/Problemática:	6
1.2 Objetivo Geral do trabalho:	7
1.3 Objetivos específicos do trabalho:.....	7
1.4 Justificativas do objetivo:	7
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	8
2.1 Produção animal e qualidade de matéria prima	8
2.2 Soja	8
2.3 NIRS (Near Infrared Spectroscopy)	9
3. DIAGNÓSTICO E DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA.....	10
3.1 Descrição geral da cooperativa.....	10
3.2 Diagnóstico da situação-problema.....	11
4. PROPOSTA TÉCNICA PARA A SOLUÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA.....	13
4.1 Desenvolvimento da proposta	13
4.2 Plano de implantação:.....	13
4.3 Recursos:	15
4.4 Viabilidade Econômico-Financeira:	15
4.5 Resultados esperados:.....	17
4.6 Riscos ou problemas esperados e medidas preventivo-corretivas:.....	17
5. CONCLUSÃO.....	18
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação/Problemática:

Em razão de suas propriedades nutritivas e quantidade de energia aliada a qualidade proteica, a soja é uma matéria-prima de grande importância para formulações de rações para animais (CAFÉ et al., 2000; FREITAS et al., 2005).

As variações nas condições ambientais e de processamento (temperatura e tempo de secagem, umidade, tostagem) podem alterar a composição química do farelo, implicando na modificação de seu valor nutricional (TREVISOLI, 2018). É de suma importância no processo a avaliação da qualidade do grão, possibilitando rastreabilidade e melhorando a confiabilidade, permitindo a tomada de decisões assertivas e mitigando de forma considerável os prejuízos associados ao processo produtivo (RIBANI, 2004).

Desta forma, se faz necessário o desenvolvimento de ferramentas metodológicas que possam aprimorar a aplicação de métodos analíticos, visto que, de acordo com HAGE e CAR (2012), as análises podem ser divididas em três categorias: Métodos clássicos (análise gravimétrica e titulação), Métodos instrumentais (técnicas espectroscópicas, eletroquímicas, etc.) e Métodos de separação (catação, extração, cromatografia, etc.).

Segundo Trevisoli (2018), a aplicação de métodos instrumentais, como a espectroscopia infravermelho (NIR), traz vantagens consideráveis para as indústrias, como a não destruição da amostra, não necessidade ou mínimo preparo de amostra, não-invasividade, não geração de resíduos e rapidez na apuração de resultados. Entretanto, por se fundamentar em mensurações indiretas, resultando em espectros impossíveis de observar a olho nu, o NIR necessita de calibração para se obter as informações analíticas (Blanco e Villarroya, 2002, Huang et al., 2008, Siesler, 2008).

1.2 Objetivo Geral do trabalho:

Avaliar viabilidade e ganhos com a instalação de NIR online, para mensuração de parâmetros da qualidade de farelo de soja tostado (umidade, proteína bruta, proteína solúvel, extrato etéreo e fibras), em uma Indústria de esmagamento de soja, localizada na Região dos Oeste do Paraná.

1.3 Objetivos específicos do trabalho:

Desenvolver estudo sobre o funcionamento do NIR online, local para instalação, integração de dados com sistema de automação e seus benefícios.

Realizar análise financeira através de cálculo de *payback* levando em consideração os ganhos esperados com a instalação do NIR online e o investimento na aquisição.

Avaliar a possibilidade de utilizar tecnologia para diminuir o déficit no quadro de funcionários na área de produção e laboratório da esmagadora.

Avaliar a possibilidade e viabilidade de integrar o sistema de automação com o NIR *online*, construção de malhas no DT (Dessolventizador Tostador), e realizar ajustes de processo de modo automático (substituir alguns ajustes de processos manuais).

1.4 Justificativas do objetivo:

Monitorar em tempo real os parâmetros de qualidade em indústria de esmagamento de soja é primordial, já que o valor nutricional do farelo pode variar devido à matéria-prima e condições de processamento (umidade, tempo e temperatura de secagem/tostagem), o não monitoramento pode gerar prejuízos financeiros consideráveis (RIBANI, 2004).

Portanto, é necessário utilizar ferramentas tecnológicas que possam contribuir para ajustes de processo em tempo real, redução de oscilação de parâmetros de qualidade, melhor confiabilidade dos resultados para parâmetros de qualidade, busca de tecnologias para solucionar o déficit de mão-de-obra na produção e laboratório de modo que as ações tenham impacto direto nos resultados financeiros da Unidade.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Produção animal e qualidade de matéria prima

A produção animal é um dos segmentos mais importantes na economia brasileira. Segundo a ABPA, no ano de 2022, a produção de carne de frango e suíno geraram juntas um valor de produção de R\$144 bilhões e 20 milhões de toneladas, representando cerca de 13,5% do VBP (Valor bruto de produção) no agronegócio do país.

É de suma importância que os processos sejam constantemente otimizados, de forma a melhorar as técnicas e reduzir os custos, entre eles a nutrição, visto que, de todos os custos gerados no processo de produção, a nutrição é responsável por cerca de 80% (ABPA, 2022).

2.2 Soja

O Brasil é o principal produtor mundial de soja. De acordo com o levantamento da CONAB da safra 2022/2023, a produção nacional da oleaginosa atingiu 154.609,5 mil toneladas, cerca de 0,4% maior do que no ano anterior. Desta quantidade, são 41 131,2 mil toneladas de farelo de soja produzido (CONAB, 2024).

De toda produção de soja no Brasil, cerca de 45% é destinada à exportação, 10% ficam retidas nos armazéns, e o restante vai para o processamento, sendo a parte majoritária com extração por solvente. Da parte processada, é obtido aproximadamente 20% de óleo de soja degomado e 80% farelo de soja (TEIXEIRA, 2022).

Na formulação das rações dos animais de produção, o milho e o farelo de soja são utilizados como base da dieta (MACIEL et al., 2020). A soja fornece a fração proteica, sendo cerca de 70% de todo o componente (DALL'AGNOL, 2016). Regularmente é balanceado de forma criteriosa e baseado na necessidade de PB (Proteína Bruta) do animal, e ainda, representando o maior custo de fornecimento e formulação (SANTOS, 2017).

Dentro do processo produtivo, tem-se desenvolvido metodologias de análise química de matéria prima e propriedades do produto que garantam a qualidade da alimentação fornecida e máxima expressão do potencial genético dos animais (TEIXEIRA, 2022). De acordo com HAGE e CAR (2012), as análises podem ser

divididas em três categorias: Métodos clássicos (análise gravimétrica e titulação), Métodos instrumentais (técnicas espectroscópicas, eletroquímicas, etc.) e Métodos de separação (catação, extração, cromatografia, etc.). Em decorrência do crescimento constante do mercado e do volume amostral, faz-se necessário que estas técnicas sejam realizadas de forma rápida e com pouca demanda de preparo, não sendo destrutivas ou invasivas e que tenham pouca ou nenhuma produção residual, contribuindo com o desenvolvimento sustentável e o meio ambiente (THOMAS et al., 2007).

2.3 NIRS (Near Infrared Spectroscopy)

NIRS é um tipo de espectroscopia vibracional que utiliza a energia de fótons ($h\nu$) na faixa de energia de $2,65 \times 10^{-19}$ para $7,96 \times 10^{-20}$ J, que corresponde à faixa de comprimento de onda de 750 a 2.500 nm (números de onda: 13.300 a 4.000 cm^{-1}) (PASQUINI, 2003). Esta técnica faz a análise dos espectros que decorrem da interação entre a matéria orgânica (suas ligações moleculares, especificamente N-H, O-H e C-H, que são fortemente absorvidas por infravermelho) e a radiação eletromagnética, e a registra, de forma a gerar uma amostra que atua como uma "impressão digital", contendo uma gama de informações sobre a composição química e física do produto e suas moléculas orgânicas (MANLEY et al., 2008; WOODCOCK et al., 2008; KATSUMOTO et al., 2001).

A espectroscopia NIR é considerada um recurso tecnológico físico, que requer mínima preparação da amostra, não destrutiva e de alta precisão. O equipamento de espectroscopia inicialmente calibrado pode operar com treinamento mínimo e, ainda, é adequado para utilização de forma online (WOODCOCK et al., 2008). Esta metodologia pode ser aplicada em diversas áreas como da agricultura, indústria alimentícia, indústria de combustíveis, farmacêutica, têxtil, cosméticos, etc., e têm sido frequentemente utilizadas na determinação da composição dos alimentos como uma ferramenta analítica de avaliação (BAKER, 1995; KAWANO et al., 1993).

O NIRS pode ser aplicado de forma *off-line*, com as análises das amostras realizada de forma descontínuas em um laboratório, de forma *at-line*, com a utilização do instrumento localizado próximo à linha de processo, também de forma *on-line*, sendo a análise não diretamente no fluxo de produção mas com circuito de recirculação ou sistema automatizado integrado ao processo, de forma a apresentar

as amostras ao equipamento de análise, e na forma *in-line*, com análise direta na própria linha do processo.

Huang e colaboradores (2008) revisaram as aplicações do NIRS on-line e in-line na produção e controle de qualidade na indústria de alimentos e bebidas, bem como na produção de grãos, e determinaram que os principais fatores para análise de qualidade da matéria prima foram: quantificação de umidade, matéria seca, amido, proteína e glúten. Segundo os autores, esta técnica é amplamente aceita no mercado como uma das mais promissoras para controle de processos e qualidade que atua de forma não destrutiva, gerando poucos resíduos, parâmetros físicos e químicos precisos e confiáveis.

Long, Engel e Siemens (2008) realizaram experimentos para a determinação de concentração de proteína em grãos na colheita do trigo, primeiramente foi executado no laboratório com amostras testes coletados nas colheitadeiras e, posteriormente o espectrômetro NIR foi instalado na rosca de saída de uma colheitadeira, com o objetivo de mensurar teor protéico do trigo em um fluxo contínuo de grãos. As amostras realizadas *at-line* e *in-line* foram comparadas, demonstrando a correlação alta das concentrações de proteína, concluindo que a espectroscopia NIR fornece resultados confiáveis sob condições de campo.

3. DIAGNÓSTICO E DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA

3.1 Descrição geral da cooperativa

A Cooperativa Agroindustrial Copagrill foi fundada por um grupo de produtores rurais da Região Oeste do Paraná no dia 9 de agosto de 1970.

A Copagrill é uma organização feita por e para produtores, pautada nos valores e nos princípios cooperativistas e com o propósito de transformar a realidade produtiva e econômica de produtores rurais.

Em 2024 a Copagrill chega à marca de mais de 6 mil associados, e 1500 empregados, uma estrutura de 22 Lojas, 18 unidades de recebimento de grãos e destas, 15 também de armazenagem, 7 Supermercados, 4 Postos de Combustíveis, 2 Fábricas de Rações, 1 Unidade Industrial de Soja, 1 Transportadora, 1 Loja de Máquinas e Implementos, 1 Centro de Distribuição, 1 Unidade Industrial de Biomassa, 1 Estação Experimental e o Centro Administrativo.

O escopo deste trabalho limita-se à Unidade Industrial de Soja, localizada em Marechal Cândido Rondon, Paraná. Esta Unidade foi fundada no ano de 1970, e adquirida pela Copagril em 2020. Após investimentos no final do ano 2023, hoje são processadas 1200 toneladas/dia, tendo como produtos finais farelo de soja tostado, óleo degomado e casca.

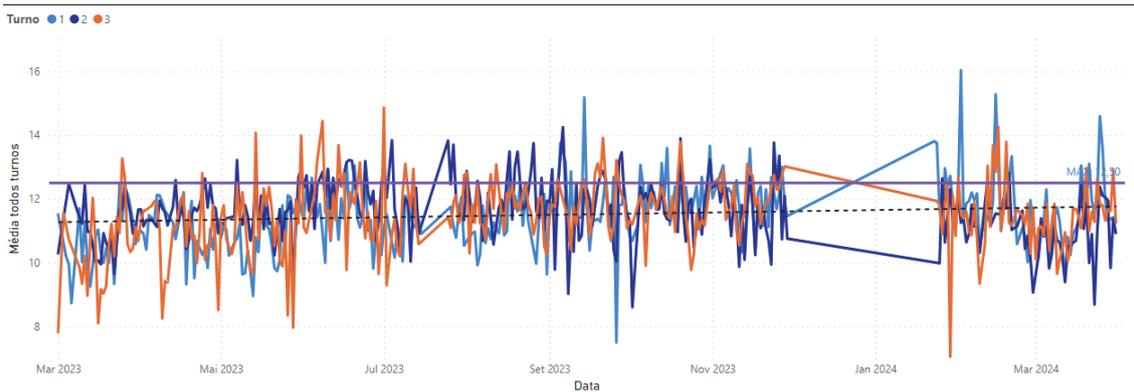
3.2 Diagnóstico da situação-problema

Inicialmente foi realizado *Brainstorming* com os membros da equipe e identificado que na Unidade Industrial de Soja da Copagril existem algumas oportunidades de melhoria. Dentre elas, devido aos impactos que podem ser gerados em toda a cadeia produtiva, optou-se por buscar solução para reduzir a variabilidade e tempo de medição nos parâmetros de qualidade do farelo de soja e consequentemente agilidade nos ajustes de processo de produção. Além disso, nesta Unidade ainda há baixo uso de tecnologias para acompanhamento de parâmetros de qualidade na produção de farelo de soja, ou seja, os ajustes de processo são realizados de forma manual, e também há dificuldade para contratação de mão-de-obra, gerando déficit no quadro funcional.

Os parâmetros de qualidade são mensurados a cada uma hora (utilização de NIR de bancada) pela área do laboratório da Unidade, porém como a matéria-prima oscila muito, nesta faixa de uma hora, pode ocorrer a passagem de produtos que não atendem a especificação técnica. Os ajustes de processo são realizados após conhecimento dos resultados das análises, ou seja, o tempo de tomada de ação acaba sendo mais demorado, e nesta faixa de uma hora sem medição não se conhece as características dos produtos, que podem estar oscilando constantemente. Ao não monitorar a qualidade dos produtos em tempo real, muitas vezes são produzidos farelos que não atendem a especificação técnica, que em alguns casos precisam ser comercializados com preços menores, ou se enviados aos clientes causam a insatisfação por conta da qualidade dos produtos recebidos.

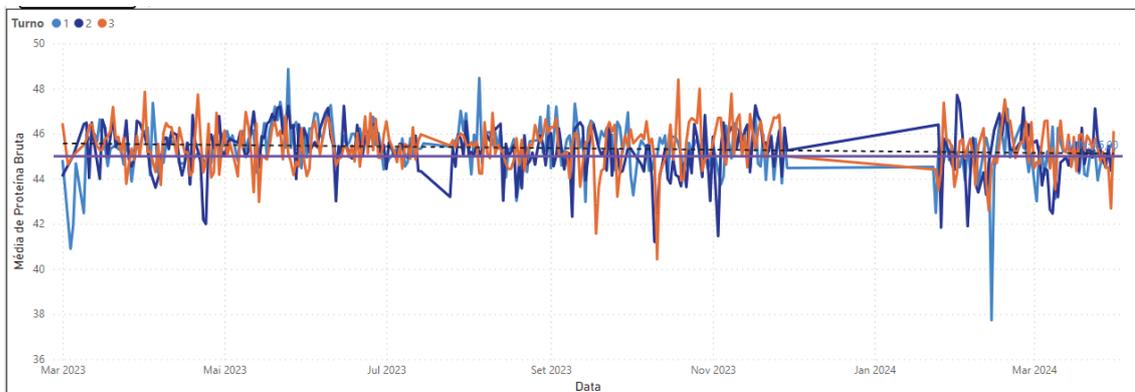
Nas figuras 1, 2 e 3 pode-se verificar as oscilações de parâmetros de qualidade do farelo de soja tostado:

Imagem 1. Umidade - Farelo de Soja Tostado 03/23 à 03/24.



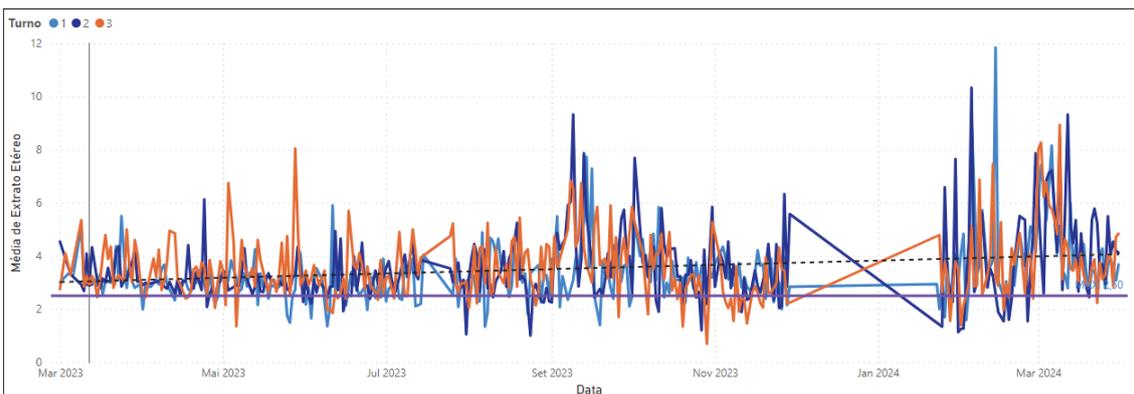
Fonte: Copagril 2024

Imagem 2. Proteína Bruta - Farelo de Soja Tostado 03/23 à 03/24.



Fonte: Copagril 2024

Imagem 3. Extrato Etéreo - Farelo de Soja Tostado 03/23 à 03/24.



Fonte: Copagril 2024

Atualmente como a mensuração dos parâmetros de qualidade é realizada a cada uma hora, se houver oscilação de padrões neste intervalo de medição, o farelo produzido neste período não é segregado no armazém, e os ajustes de processo são realizados apenas de hora em hora, portanto o tempo para tomada de ação acaba

sendo demorado, o que acarreta em oscilações de qualidade de produtos acabados, gerando devoluções, reclamações e insatisfação de clientes.

4. PROPOSTA TÉCNICA PARA A SOLUÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA

4.1 – Desenvolvimento da proposta

Inicialmente foi identificado o seguinte problema: na Unidade Industrial de Soja da Cooperativa ainda há baixo uso de tecnologias para acompanhamento de parâmetros de qualidade para farelo de soja (em tempo integral), também há dificuldade para contratação de mão-de-obra, tanto na área de produção como no laboratório. Para o problema relatado acima, desenvolveu-se uma proposta de análise de viabilidade para instalação de equipamento tecnológico (NIR em linha) que permite acompanhamento dos parâmetros de qualidade do farelo em tempo integral e juntamente com a integração com o Sistema de automação pode-se realizar ajustes de processo de forma automática, possibilitando a redução de mão-de-obra para adequações manuais e laboratorista fazendo as análises de hora em hora, além de ajudar na estabilidade dos padrões de qualidade.

Para o desenvolvimento desta solução levou-se em consideração os empregados e os principais beneficiários da solução são os próprios empregados e também os clientes, visto que com a implementação da solução há possibilidade de entregar produtos mais uniformes e em consequência mais uniformes. Além disto, foram considerados alguns riscos de implementação e os recursos que a cooperativa precisa dispor para a implementação.

4.2 - Plano de implantação:

Para a operacionalização deste projeto, foram desenvolvidas as ações necessárias para planejamento, execução e acompanhamento da solução.

A primeira etapa compreende identificar no mercado esmagadoras de soja que façam a utilização de NIR online, na sequência realizar agendamento de visitas. Na visita a estas Unidades (esmagadoras) identificar equipamentos utilizados, pontos fortes e fracos do sistema utilizado, ponto de instalação, comportamento do sistema ao integrar com o sistema de automação. O levantamento das características será feito em visitas presenciais e servirá para aumentar o nível de conhecimento e auxiliar

na tomada de decisão e avaliação de equipamentos existentes no mercado. A equipe responsável por esta atividade será a de produção e qualidade da esmagadora.

Na sequência avaliar com a empresa responsável pela automação da esmagadora a possibilidade e quais características o NIR deve apresentar para integrar os dados com o sistema de automação existente. Esta etapa será realizada pelas áreas de produção, qualidade e eletrotécnica.

Após conhecimento destas características as equipes de qualidade e produção já podem definir o ponto de instalação do equipamento e elaborar a especificação técnica do NIR online.

Ao receber a especificação técnica do NIR online a área de Compras poderá realizar a cotação com as empresas existentes no mercado.

As propostas recebidas serão avaliadas tecnicamente, de modo a identificar se atendem às características que constam na especificação técnica. A responsabilidade para essa atividade é das áreas de Qualidade e Produção.

Para as propostas que atendem a especificação técnica as áreas de qualidade e produção devem realizar a avaliação da viabilidade econômica e cálculo do *pay-back*.

Na sequência apresentar para Comitê de investimento as propostas, viabilidade econômica e cálculo de *pay-back*, para aprovação para aquisição do NIR online e integração com sistema de automação e definição da melhor proposta comercial. Esta atividade será realizada pelas áreas de qualidade e produção.

Após definido o NIR a ser adquirido a área de Compras deverá realizar o pedido do NIR online e solicitação de serviço para o sistema de automação integrar com o NIR online.

As áreas de produção e qualidade vão receber o NIR online e acompanhar a instalação técnica e integração com o sistema de automação.

Na última etapa, a área da qualidade deverá realizar os ajustes de curva do equipamento, e avaliação crítica dos resultados.

E as áreas de eletrotécnica e produção vão acompanhar e avaliar se o sistema de automação está configurado de forma adequada e realizando os ajustes conforme os resultados no NIR online.

4.3 - Recursos:

Após analisar as ações necessárias, parte-se para o levantamento dos recursos. A tabela abaixo apresenta os principais recursos levantados.

RECURSOS PARA IMPLANTAÇÃO
Contratação de empresa que forneça NIR Online
Aquisição do NIR Online
Contratação da empresa de automação
Treinamento da equipe de produção e laboratório
RECURSOS PARA MANUTENÇÃO
Licença do software
Análises físico-químicas

4.4 – Viabilidade Econômico-Financeira:

VIABILIDADE ECONÔMICA DO PROJETO INTEGRADOR			
DESCRIÇÃO DO PROBLEMA: Baixo uso de tecnologias para mensuração de parâmetros de qualidade para farelo de soja e dificuldade para contratação de mão-de-obra.			Elaborado em: 22/03/2024
SOLUÇÃO PROPOSTA: Utilizar equipamento tecnológico (NIR em linha) que permita a entrega de resultados de forma mais rápida, além de realizar ajustes de produção, por meio do alinhamento com Sistema de automação.			
PRAZO DE ANÁLISE: 8 anos			
INVESTIMENTO	RECEITAS	CUSTOS	OBSERVAÇÕES
Aquisição e instalação NIR online- R\$600.000,00*	Ganho aumentando umidade do farelo (10%) - R\$377.754,55	Manutenção anual do NIR online – R\$ 5.000,00	Média atual Proteína Bruta 45,09
Integração do NIR com sistema de automação (horas empresa terceirizada integrando e construindo malha do DT) -R\$500.000,00	Ganho reduzindo o extrato etéreo do farelo (10%) - R\$839.454,55	Licença anual NIR online – R\$ 5.500,00	Média Atual Umidade 11,37
	Redução do quadro de empregados – 2 empregados – R\$144.000,00	Análises via úmida para ajustes de curva de NIR – custos dos reagentes R\$14.400,00/ano	Média Atual Extrato Etéreo 4,21
		Anualidade sistema de automação – R\$360.000,00	Preço farelo soja (ton) R\$1.800,00 Preço óleo soja (ton) R\$4.000,00

		Mão de obra dos empregados que fazem as análises via úmida R\$ 42.600,00	Serão utilizadas as curvas do NIR (atual) de bancada
Total			
R\$1.100.000,00	R\$1.361.209,1**	R\$427.500,00**	
<p>Ponderações: Proteína bruta da soja que está sendo utilizada pela esmagadora está com média de 34%, bem abaixo de 37% que é o padrão de mercado. Dessa forma não se consegue aumentar a umidade do farelo.</p> <p>São necessários investimentos para redução do extrato etéreo (troca de rolos laminadores, rever equipamentos com vazamento de hexano).</p> <p>Levantar mais informações sobre sistema de automação – integração.</p> <p>Legenda:</p> <p>*Software de operação ISIScan Nova. - Mosaic Solo SW. - Software de interface de processo PDx. Aplicativo móvel para visualização de resultados e aquisição de amostras de referência</p> <p>Classificação IP 69.</p> <p>Faixa de temperatura ambiente de operação -5-40°C (23 - 104°F). Entre temperatura ambiente de 40°C a 65°C é necessário utilizar ar comprimido para refrigeração.</p> <p>Especificação de vibração máxima de 0,5 grs a 10 - 150 Hz. - Precisão do comprimento de onda < 0,5 nm.</p> <p>ProFoss 2 Compound Feed solution</p> <p>Compressed Air Cooling Kit (– Incluindo Kit de Resfriamento de Ar Comprimido Incluindo conjunto de filtro de ar)</p> <p>Keppure KEPServerEX license (SW+license)</p> <p>Weld flange Assembly (Incluindo flange de solda, janela de safira, grampos e blank (60038396)).</p> <p>**Valores anuais</p>			

No quadro acima encontramos as informações trabalhadas na parte de viabilidade econômica.

Para implementar a solução proposta é necessário adquirir o NIR online, bem como todo processo para sua instalação e utilização correta. Para otimização desta ferramenta é importante a integração com o sistema de automação, dessa forma é necessário a contratação da empresa de automação para interligar o equipamento com a automação.

Após instalado, o equipamento vai contribuir para a uniformidade de parâmetros físico-químicos dos produtos acabados. Será possível aumentar a umidade do farelo, reduzir o extrato etéreo e reduzir o quadro de empregados. Aumentando a umidade, porém respeitando o limite máximo previsto em legislação pode-se melhorar o rendimento, já que o produto vai estar mais pesado. Já o extrato etéreo, quando retirado do farelo, porém cumprindo o revisto em legislação, será

transformado em óleo degomado, que tem valor de venda superior ao do farelo. Dessa forma o investimento se pagará após nove meses e meio.

4.5 - Resultados esperados:

Com a implantação da solução espera-se os seguintes benefícios: i) redução de oscilações de parâmetros de qualidade; ii) tomada de ações/ajustes de processo em menor tempo; iii) maior satisfação de clientes; iv) redução dos tempos de carregamento do farelo; v) redução de carga de trabalho no laboratório e produção.

Com a implementação do NIR *online* será possível acompanhar os parâmetros de qualidade do farelo em tempo integral, hoje o monitoramento ocorre de hora em hora, porém nessa janela de tempo podem ocorrer oscilações de qualidade que podem passar despercebidas. Se o NIR *online* for integrado com o sistema de automação é possível, por exemplo, construir malhas no equipamento Dessolventizador Tostador (DT) de modo que o sistema faça os ajustes necessários de acordo com os resultados expressos pelo NIR *online*, ou seja o tempo para tomada de ações é reduzido e o produto final será mais padronizado. Com produtos padrões os clientes ficam mais satisfeitos, reduzindo o número de reclamações relacionadas a parâmetros de qualidade. Também com produtos padrões é possível reduzir o tempo de carregamento de farelo, visto que todo o farelo que está naquele local apresenta determinado padrão de qualidade, não sendo necessário mapear o armazém antes dos carregamentos e também não há necessidade de realizar as análises de qualidade carga a carga. Neste caso há redução de demanda de análises para o laboratório (análises de carregamento e análises de hora em hora de processo). A área de produção não precisará realizar a coleta de amostras a cada hora.

4.6 - Riscos ou problemas esperados e medidas preventivo-corretivas:

Analisando de maneira integrada todas as ações e soluções apresentadas, foram levantados alguns riscos potenciais do projeto que podem comprometer o resultado do projeto, bem como as ações para mitigação. Dentre os riscos e ações apresentados, podemos listar:

- Não viabilidade – elaborar plano de viabilidade e considerar também qualidade da matéria-prima (soja);

- Aparelho apresentar defeitos – realizar a manutenção preventiva do equipamento e manter parceria com o fornecedor.
- Falha no ajuste de curvas do equipamento – realizar avaliação dos laboratoristas que fazem as análises na via primária para os ajustes de curva, avaliar a frequência de ajustes de curvas, treinar laboratoristas.
- Operador não cumprir os procedimentos – conscientizar e treinar operadores demonstrando os benefícios da implementação do sistema.
- Falha na integração de dados (NIR x sistema de automação) - Antes de contratar a empresa, fazer uma pesquisa com alguns clientes que já utilizam o sistema em outras empresas ou cooperativas. Realizar a manutenção preventiva do equipamento e manter parceria com o fornecedor.

5. CONCLUSÃO

É de grande importância o processo de avaliação da qualidade do grão, pois permite uma rastreabilidade, melhorando a confiabilidade e possibilitando a tomada de decisões. Após levantar os investimentos, custos e as receitas este projeto se mostrou viável desde que a matéria-prima (soja) utilizada esteja com boa qualidade (proteína bruta acima de 37%). Nesta condição, e por permitir melhor controle para o problema apresentado, verificando os benefícios e receitas, compensa o investimento e custos incorridos. Porém se a matéria-prima não estiver de acordo com a especificação técnica são necessários novos estudos para avaliar a viabilidade. Além disso, outros investimentos na planta são necessários para ajustar os resultados de extrato etéreo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPA. Relatório anual de produção – 2022. Disponível em: <<https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2023/01/abpa-relatorio-annual-2022.pdf>>. Acesso em: 27 jan. 2024.

ACOMP. Safra brasileira de grãos, v.8 – Safra 2023, n. 4 – Quarto levantamento, Brasília, Janeiro 2024. Disponível em: (<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>) Acesso em: 27 de jan. de 2024.

BAKER, D.; Cereal Food. World; 1995.

Blanco, M., & Villarroya, I. (2002). NIR spectroscopy: a rapid-response analytical tool. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 21, 240e250.

CAFÉ M. B.; SAKOMURA, N. K.; JUNQUEIRA O.M.; CARVALHO, M.R.B.; DEL BIANCHI, M. Determinação do Valor Nutricional das Sojas Integrais Processadas para Aves. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, Campinas, v.2 n.1, 2000.

DALL'AGNOL, AMÉLIO. A Embrapa Soja no contexto do desenvolvimento da soja no Brasil: histórico e contribuições. Brasília, DF: Embrapa 2016. Disponível em: Acesso em: 27 de jan. de 2024

FREITAS, E. R.; SAKOMURA, N. K.; NEME, R.; SANTOS, A. L.; FERNANDES, J. B. K. Efeito do Processamento da Soja Integral sobre a Energia Metabolizável e a Digestibilidade dos Aminoácidos para Aves. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.34, n.6, p.1938-1949, 2005

HAGE, Davis S., CARR, James D. Química analítica e análise quantitativa 1.ed. São Paulo, Pearson Prentice Hall, 2012.

Huang, H., Yu, H., Xu, H. e Ying, Y. (2008). Espectroscopia de infravermelho próximo para on/in-line monitoramento da qualidade em alimentos e bebidas: uma revisão. *Revista de Engenharia de alimentos*, 87 ,303 a 313.

Katsumoto, Y., Jang, JH, Berry, RJ e Ozaki, Y., 2001. Métodos modernos de pré-tratamento em espectroscopia NIR. *Análise de infravermelho próximo 2*: 29-36.

KAWANO, S.; FUJIWARA, T.; IWAMOTO, M. Non-Destructive NIR Quality Evaluation of Fruits and Vegetables in Japan. *Japanese Journal of Forensic Science and Technology*. 62th Ed., 465.; 1993.

Long, DS, Engel, RE e Siemens, MC (2008). Medindo a concentração de proteína em grãos tração com espectroscopia de refletância no infravermelho próximo em linha. *Revista de Agronomia*, 100,247e252.

MACIEL, F. A.; DIAS, K. D. G.; GASPAROTTO, P. H. G.; DANTAS FILHO, J. V.; CAVALI, J. Produção de leite de vacas da raça Girolando alimentadas com dietas com e sem caroço de algodão (*Gossypium hirsutum* L). *Tekhne e Logos*, v.11, n.3, 2020.

Manley, M., Downey, G., Baeten, V., 2008. Espectro técnica escópica: espectroscopia no infravermelho próximo (NIR). Em: Técnicas modernas de autenticação de alimentos. 1 ed., Amsterdã; Boston: Elsevier/Academic Press. Págs. 65-115.

Pasquini C., 2003. Espectroscopia no infravermelho próximo: diversão aspectos fundamentais, práticos e aplicação analítica. J Braz Chem Soc, 14 (2): 198-219

RIBANI, M.; BOTTOLI, C. B.; COLLINS, C. H.; JARDIM, I. C. S. F.; MELO, L. F. C.; Química Nova, 27th Ed, 771; 2004

SANTOS, H. N. Concentração plasmática de N Ureico e glicose e excreção de ureia em vacas leiteiras alimentadas com farelo de amendoim em substituição ao farelo de soja da dieta. Trabalho de conclusão de curso, UFP, Areia-PB, 2017.

Siesler, H. W. (2008). Basic principles of near-infrared spectroscopy. In D. A. Burns, & E. W. Ciurczak (Eds.), Handbook of near-infrared analysis (pp. 7e19). Boca Raton: CRC

TREVISOLI, Thayse Renata et al. **Aplicação de espectroscopia de infravermelho próximo para classificação de amostras de farelo de soja**. 2018. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

THOMAS, J. A; SULZBACH, M. T; HOFER, E. Avicultura: Uma Alternativa De Renda Ao Setor Agropecuário. Unioeste - Campus Mal. Cândido Rondon; Ciências Sociais Aplicadas Em Revista. v. 7 n. 13; p. 65-82; 2007.

VIANA, Valdomiro Teixeira. Comparativo entre os métodos nitrogênio de Kjeldahl e NIRS para análise de proteína bruta em farelo de soja. 2022.

Woodcock, T., Downey, G., O'Donnel, CP, 2008. Aposto alimentos e bebidas de melhor qualidade: o papel da espectroscopia no infravermelho próximo. J. Especificações de infravermelho próximo. 16: 1-29