

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JÉSSICA DAIANE KOPSEL

VIABILIDADE DE INVESTIMENTO: NIR ONLINE EM ESMAGADORA DE SOJA

CURITIBA-PR

2024

JÉSSICA DAIANE KOPSEL

VIABILIDADE DE INVESTIMENTO: NIR ONLINE EM ESMAGADORA DE SOJA

Artigo apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Especialista, MBA em Gestão Estratégica do Agronegócio, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Wagner da Fonseca

CURITIBA-PR

2024

RESUMO

Gerenciar e controlar a qualidade dos produtos é fundamental para a viabilidade econômica de diversos segmentos industriais, como por exemplo, as esmagadoras de soja que tem como desafio produzir produtos dentro da especificação e que satisfaçam os clientes. Para a tomada de decisão o tempo não pode ser demorado, pois atrasos podem impactar diretamente na margem do negócio. Por isso, avaliar os parâmetros de qualidade, de forma rápida, como com a utilização de NIR online mostra-se muito mais vantajoso do que acompanhar o processo pelos métodos tradicionais existentes. Os resultados obtidos demonstram a viabilidade para instalação do NIR online, desde que a qualidade da matéria-prima utilizada atenda a especificação técnica. Além da necessidade de mudança de cultura de parte dos operadores, para que deixem de controlar de forma manual e usufruam os benefícios oferecidos pela tecnologia.

Palavras-chave:

Farelo de soja, NIR e parâmetros de qualidade

ABSTRACT

Managing and controlling the quality of products is essential for the economic viability of several industrial segments, such as soybean crushers, which have the challenge of producing products within the specification and that satisfy customers. For decision-making, time cannot be delayed, as delays can directly impact the margin of the business. Therefore, evaluating quality parameters quickly, such as using online NIR, is much more advantageous than following the process by existing traditional methods. The results obtained demonstrate the feasibility for installing the NIR online, as long as the quality of the raw material used meets the technical specification. In addition to the need for a change in culture on the part of operators, so that they stop manually controlling and enjoy the benefits offered by technology.

Keywords:

Soybean meal, NIR and quality parameters

SUMÁRIO

1. Introdução	06
2. Referencial Teórico	08
3. Diagnóstico e Descrição da Situação-Problema	10
4. Proposta técnica para solução da Situação-Problema	13
5. Conclusão	18
6. Referências Bibliográficas	19

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação/Problemática:

Nos últimos anos a produção industrial do mundo tem passado por várias mudanças. As cadeias produtivas foram transformadas para modelos mais colaborativos, onde máquinas e pessoas trabalham no mesmo cenário (JAMRUS et al., 2020). Com a utilização dos conceitos de Indústria 4.0 (tecnologias emergentes como inteligência artificial, robótica e internet das coisas (IoT)) os modelos de negócio tem a tendência de gerar positivos impactos globais (CHIEN et al., 2020). Segundo estimativas o mercado deve estar cada vez mais apto por mudanças tecnológicas (IMRAN et al., 2018).

Dentre os diversos segmentos industriais, destaca-se as indústrias de esmagamento de soja que operam basicamente com *commodities*, tendo como linha estratégica a redução de custos (FRAGA, 2005). Para alcançar este objetivo é fundamental a utilização de tecnologias (Indústria 4.0), de modo a elevar o nível de automação, e possibilitar o monitoramento de dados em tempo real, rápida tomada de decisão, adaptabilidade e uma maior eficiência dos processos (ANEJA et al., 2019; CHIEN et al., 2017b).

Na maioria das indústrias são utilizados procedimentos padrões para determinação dos componentes do farelo, estes métodos são trabalhosos e demorados (TREVISOLI, 2018). Desta forma, é necessário que as esmagadoras façam uso de tecnologias para ter controle de qualidade eficiente para volume de amostras cada vez maior (THOMAS et al, 2007). Para isso, a aplicação de métodos ópticos, tais como a espectroscopia na região do infravermelho próximo, podem trazer benefícios importantes para a indústria (TREVISOLI, 2018).

A espectroscopia no infravermelho (NIR) tem sido utilizada com sucesso pela indústria para análise de parâmetros físico-químicos. A análise NIR permite uma avaliação rápida de vários parâmetros, não invasividade, não destruição da amostra, não necessidade de preparo de amostra e não geração de resíduos. (Togersen et al, 1999; TREVISOLI, 2018).

1.2 Objetivo Geral do trabalho:

Avaliar viabilidade técnica e econômica de instalação de NIR online, para mensuração de parâmetros da qualidade de farelo de soja tostado, em uma Indústria de esmagamento de soja, localizada na Região dos Oeste do Paraná.

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.

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

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

1.3 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

Impulsionado pelo desenvolvimento e utilização de tecnologias a indústria está passando por transformações nunca antes vistas (JAMRUS et al., 2020). Estas trouxeram vários benefícios, como aumento de produtividade, flexibilidade aos processos, fabricação de produtos de forma mais eficiente e a integração entre recursos, máquinas e pessoas (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013).

Essa evolução dos sistemas industriais, desde a mecanização do trabalho ocorrida no século XVIII até a automação da produção nos dias atuais representa a Indústria 4.0. Identificar os avanços atuais advindos da Indústria 4.0 é fundamental para a sobrevivência no mercado (Cañas, 2021). Utilizando estrutura integrada, sistemas de automação da produção, sistema de informação como ERP (Enterprise Resource Plannig) e MES (Manufacturing Execution System) o acesso às informações de processo ocorre em tempo real, e a reação pode ser mais rápida, melhorando o produto, relacionamento com os clientes, redução de desperdícios e custos e aumentando os lucros (ALKAYA, 2015).

Dentre os diversos segmentos industriais pode-se destacar as esmagadoras de soja, que vem enfrentando diversos desafios para a produzir farelo de soja e óleo dentro dos padrões de qualidade e atendimento à especificação de clientes (SANTOS, 2016). Neste segmento ainda existem lacunas entre ERP e o chão de fábrica, o que leva a atrasos na tomada de decisões e pode impactar a qualidade dos produtos (ALKAYA, 2015).

De cordo com Paladini, (2010) empresas, produtos ou serviços que não tem qualidade estão fora do mercado. Portanto é relevante gerenciar e controlar a qualidade. No caso de esmagadoras de soja o preço pago aos produtos (farelo e óleo) tem relação direta com a qualidade físico-química dos produtos (THOMAS et al, 2007).

Para o farelo de soja, a uniformidade da proteína bruta, percentual de óleo e valor nutricional são de extrema relevância (PÍPOLO ET AL. (2015). De acordo com Montgomery (2009) qualidade e variabilidade são inversamente proporcionais. A qualidade aumenta, quando a variabilidade das características do produto diminui.

No farelo de soja a composição química pode variar em função do solo onde a soja foi cultivada, condições climáticas, etapas de processamento e armazenamento (PÍPOLO ET AL. (2015).

O processamento do farelo de soja inicia-se no recebimento dos grãos de soja que são secos e limpos. A soja sem casca é condicionada e laminada para a obtenção de flocos. Após ocorre a expansão para melhorar a eficiência da extração com solvente. O óleo é extraído com o com solvente hexano, que depois é evaporado. O farelo sem o solvente é

tostado, seco e resfriado, sendo moído na sequência (GOLDFLUS, 2001). De acordo com Willians (2005), para o processo de extração ser considerado eficiente, o farelo que sai do extrator, deve apresentar um teor de óleo menor que 1%.

Diante da importância dos padrões de qualidade, monitorar a qualidade físico-química dos produtos é fundamental. Ao mesmo tempo, se requer que os métodos de controle de qualidade dos produtos atendam a demanda, e em tempo real, e, por isso, há a necessidade de utilizar métodos analíticos sofisticados. (TREVISOLI, 2018). Como os métodos tradicionais de análises físico – químicas são trabalhosos, requerem mão-de-obra qualificada, são caros e demorados o uso de técnicas como a espectroscopia no infravermelho próximo (NIR) oferece alternativa simples, rápida e econômica. Com essa tecnologia não é necessário preparar a amostra e pode-se acompanhar os resultados on-line e em tempo real. Para medições on-line, tem-se como pré-requisito a adequação da construção do espectrômetro para integração de processos. O dispositivo precisa ser compacto o suficiente para esse propósito e o controle remoto via internet ou sondas de fibra óptica. Dependendo das condições de aplicação, o dispositivo precisa ser à prova de explosão, à prova d'água e fácil de limpar. Além disso, deve suportar ambientes de processo adversos, como temperaturas altas ou baixas, vibrações e poeira (POREP et. al.,2015).

Se bem aplicada, a espectroscopia do NIR fornece informações qualitativas e quantitativas oriundas da interação das ondas eletromagnéticas com os constituintes da amostra. A interação ocorre medindo a luz absorvida pela amostra, a absorção é medida pela diferença entre a quantidade de luz emitida pelo equipamento e a quantidade de luz refletida pela amostra (PASQUINI, 2003).

Para avaliação simultânea de diversos parâmetros, devido a características de espectro do NIR, métodos de calibração multivariada devem ser usados para obtenção de informações quantitativas, ou seja, a determinação matemática entre os espectros gerados e valores obtidos em laboratório de referência (SIMAS, 2005).

Novas tendências acompanhadas de ferramentas como o NIR online mostram-se fundamentais para alcançar eficiência produtiva e redução de custos na indústria 4.0. Porém sabe-se que devido aos custos de investimento há a necessidade de avaliar a viabilidade econômica para sua implantação (LIMA, 2015). De acordo com Kreuz et al. (2008) para tomar decisões acerca de investimento, é necessário avaliar alternativas e atendimento à especificação técnica. Segundo Bernardi 2017, apesar do elevado número de pesquisas sobre a utilização de NIR online para análise de ingredientes poucos estudos tem avaliado a viabilidade da implantação no processo.

3. DIAGNÓSTICO E DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA

3.1 Descrição geral da cooperativa

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

A Copagril 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 Copagril 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

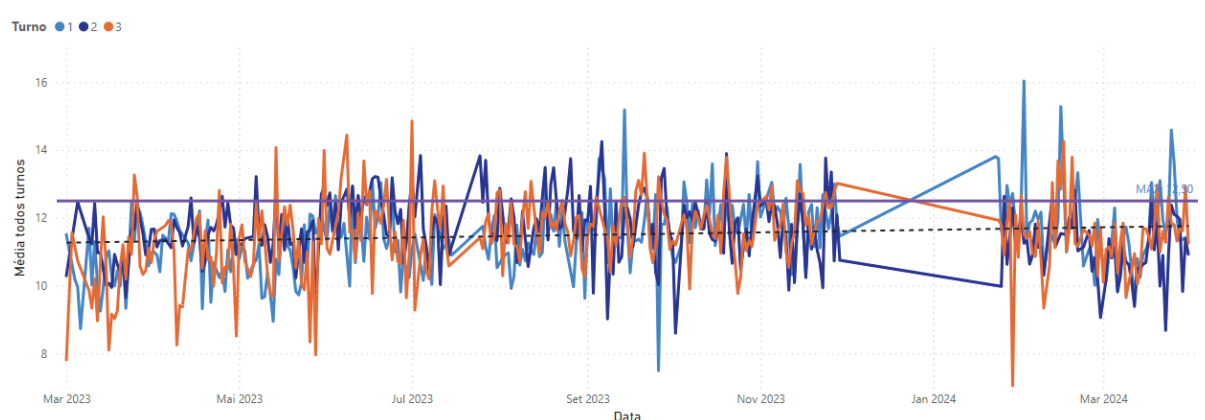
Inicialmente foi realizado *Brainstorming* com os membros da equipe e identificado que na Unidade Industrial de Soja da Copagril existem algumas oportunidades de melhoria. Dentre elas, devido aos impactos que podem ser gerados em toda a cadeia produtiva, optou-se por buscar solução para reduzir a variabilidade 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 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 são comercializados com preços abaixo do mercado, ou se enviados aos clientes causam a insatisfação por conta da qualidade dos produtos recebidos.

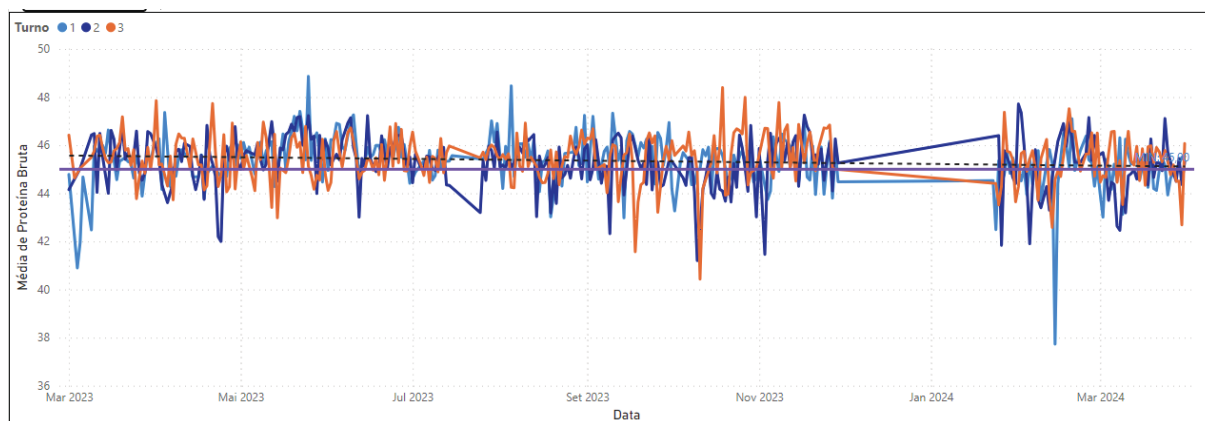
Nas imagens 1, 2 e 3 pode-se verificar as oscilações de parâmetros de qualidade do farelo de soja tostado:

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



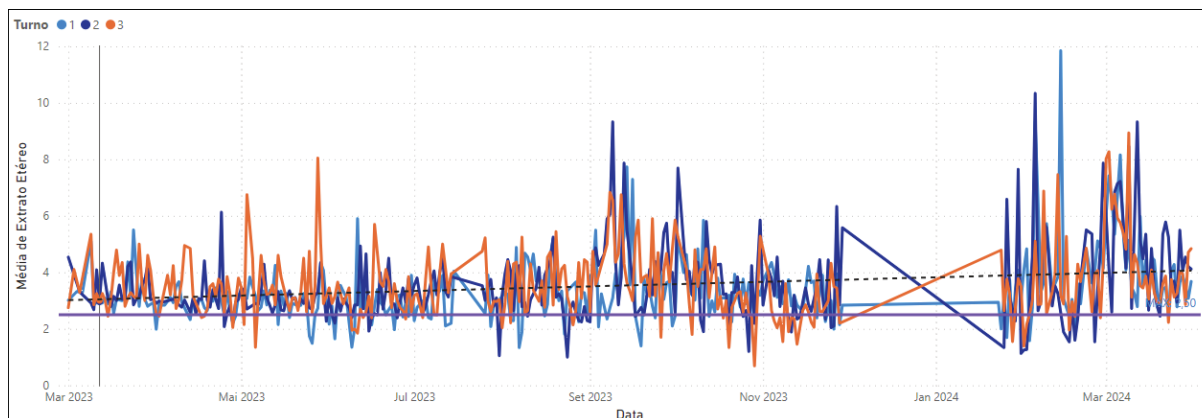
(Fonte: Copagril, 04/2024)

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



(Fonte: Copagril, 04/2024)

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



(Fonte: Copagril, 04/2024)

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. Além disso, 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 (instrumentista).

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 às 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.

Tabela 1. Recursos para implantação

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
		Mão de obra dos empregados que fazem as análises via úmida R\$ 42.600,00	Preço óleo soja (ton) R\$4.000,00
			Serão utilizadas as curvas do NIR (atual) de bancada
Total			
R\$1.100.000,00	R\$1.361.209,1**	R\$427.500,00**	
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. São necessários investimentos para redução do extrato etéreo (troca de rolos laminadores, rever equipamentos com vazamento de hexano)...			

Levantar mais informações sobre sistema de automação – integração.

Legenda:

*Software de operação ISIsScan Nova. - Mosaic Solo SW. - Software de interface de processo PDx. Aplicativo móvel para visualização de resultados e aquisição de amostras de referência

Classificação IP 69.

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.

Especificação de vibração máxima de 0,5 grs a 10 - 150 Hz. - Precisão do comprimento de onda < 0,5 nm.

ProFoss 2 Compound Feed solution

Compressed Air Cooling Kit (– Incluindo Kit de Resfriamento de Ar Comprimido

Incluindo conjunto de filtro de ar)

Kepware KEPServerEX license (SW+license)

Weld flange Assembly (Incluindo flange de solda, janela de safira, grampos e blank (60038396)).

**Valores anuais

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 previsto 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.

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.

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

Com o intuito de acompanhar as inovações apresentadas no mercado tecnológico do seguimento do agronegócio é de suma importância se adaptar e implementar os novos moldes produtivos para se alcançar os padrões da Indústria 4.0. A implementação do NIR online e sua integração ao sistema de automação, corresponde com esse interesse. Interesse qual, se justifica pelo aumento significativo dos níveis de qualidade e ajustes fáceis e eficientes no processo de extração do óleo e produção de farelo, com o objetivo de buscar resultados uniformes e contínuos, que iram alavancar as receitas anuais. Com essa implantação podemos observar, controlar e ajustar continuamente os parâmetros de qualidade do farelo permitindo intervenções e ações imediatas no processo de produção, impedindo que oscilações ocorra por longos períodos, garantindo produtos mais uniformes. Com a utilização dessa tecnologia irá aumentar a satisfação dos clientes relacionadas à qualidade, juntamente com a otimização nos tempos de carregamento do farelo, que de via, também dera o benéfico de reduzirá a carga de trabalho dos laboratoristas do setor da qualidade e dos operadores da linha de produção.

Os benefícios de uma operação mais ágil e eficiente, possibilita uma resposta mais rápida as variações nas matérias-primas e no âmbito de produção. Além disso, ao transformar o extrato etéreo apresentado no farelo de soja em óleo degomado, podemos valoriza o produto final, contribuindo para a rentabilidade do investimento, que apresenta um tempo de nove meses e meio para o retorno do investimento, um período relativamente curto.

Contudo, é crucial reconhecer e amenizar os riscos associados a implantação, como a viabilidade do investimento frente à qualidade da matéria-prima, potenciais falhas no equipamento, falha de comunicação com a integração dos sistemas e resposta dos equipamentos da linha de produção. Medidas preventivas e corretivas foram mapeadas para cada um desses riscos, incluindo planos de viabilidade detalhados, análises de contra prova, plano de manutenção, inspeção regular do equipamento e sistema, juntamente com treinamento adequado dos operadores pois poderá tem resistência aos novos modos de operações.

Dessa forma, a aderir uma abordagem integralizada para implementar essa solução, a empresa está posicionada para alcançar melhorias significativas em eficiência, qualidade e competitividade no mercado.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALKAYA, E.; BOGURCU, M; ULUTAS, F.; DEMIRER, G.N. Adaptation to climate change in industry: improving resource efficiency through sustainable production applications. **Water Environment Research**, v.87, n.1, p.14–25, 2015.

ANEJA, AP; KUPKA, K; MILITKY, J; KADI, N. Textile Industry 4.0 – Preparing for Digital Future. **Anais do 19º AUTEX** 11–15, 2019.

Bernardi, A.; Lima, J.D. de.; Oliveira, G.A.; Trentin, M.G. Investment analysis in corn segregation: a case study in feed factory for broiler chickens. **Custos e Agronegócio on line**, v. 13, n. 4, Oct/Dec. 2017.

CHIEN, C; HONG, T; GUO, H. A Conceptual Framework for “Industry 3.5” to Empower Intelligent Manufacturing and Case Studies. **Procedia Manufacturing**, v. 11 2009–2017.

CHIEN, C; TSENG, M; TAN, R; TAN, K; VELEK, O. Industry 3.5 for Sustainable Transition and Total Resource Management. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 152, p. 1-2, 2020.

ELLITAN, L; ANATAN, L. Achieving Business Continuity in Industrial 4.0 and Society 5.0. **International Journal of Trend in Scientific Research and Development**, v.4, n.2, p. 235–239, 2020.

FRAGA, G. J. e M, N. H. **A Indústria de Esmagamento na região de expansão da soja: uma releitura dos índices HHI E CR4**. VIII Encontro de Economia da Região Sul - ANPEC SUL, 2005.

TOGERSEN, G., ISAKSSON, T., NILSEN, B.N., BAKKER, E.A., HILDRUM, K.I. On-line NIR analysis of fat, water and protein in industrial scale ground meat batches. **Meat Science**, v. 51, n. 1, p. 97-102. 1999.

CAÑAS, H., MULA, J., DÍAZ-MADROÑERO, M., CAMPUZANO-BOLARÍN, F. Implementing Industry 4.0 principles, **Computers & Industrial Engineering**, v.158, 2021.

HUANG, H. et al. Near infrared spectroscopy for on/in-line monitoring of quality in foods and beverages: **A review. Journal of Food Engineering**, v. 87, n. 3, p. 303–313; 2008.

IMRAN, M; UL HW; UL HA. Influence of Industry 4.0 on the production and service sectors in Pakistan: Evidence from textile and logistics industries. **Social Sciences**, v.7, n.12, p. 1-21, 2018.

JAMRUS T; WANG HK; CHIEN CF. Dynamic coordinated scheduling for supply chain under uncertain production time to empower smart production for Industry 3.5. **Computers and Industrial Engineering**, n.142, p 1-9, 2020.

Jan U. Porep, Dietmar R. Kammerer, Reinhold Carle, On-line application of near infrared (NIR) spectroscopy in food production. **Trends in Food Science & Technology** -v. 46, n. 2, 2015.

KAGERMANN, Henning; WAHLSTER, Wolfgang.; HELBIG, Johannes. **Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0**. Final Report, Acatech, 2013.

KREUZ, C.L.; SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Custos de produção, expectativas de retorno e de riscos do agronegócio mel no planalto norte de Santa Catarina**. Custos e @gronegócio on line - v. 4, n. 1 - Jan/Abr. - 2008.

LIMA, J.D. de; TRENTIN, M.G.; OLIVEIRA, G.A.; BATISTUS, D.R.; SETTI, D. A systematic approach for the analysis of the economic viability of investment projects. **International Journal of Engineering Management and Economics**, v. 5, n. 1-2, p. 19-34, 2015.

MONTGOMERY, D.C. **Introdução ao controle estatístico de qualidade**. Rio de Janeiro: LTC; 2009.

PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade: teoria e prática**. 2. ed. São Paulo: Altas, 2010.

PASCHEK, D; MOCAN, A; DRAGHICI, A. Industry 5.0 – The Expected Impact of Next Industrial Revolution. **Management Knowledge Learning International Conference**, 125–132, 2019.

PASQUINI C., 2003, "Near Infrared Spectroscopy: Fundamentals, Practical Aspects and Analytical Applications". **Journal of Brazilian Chemical Society**, v.14, n.2, 198 – 219, 2021.

RIBANI, M.; BOTTOLI, C. B.; COLLINS, C. H.; JARDIM, I. C. S. F.; MELO, L. F. C. **Validação em métodos cromatográficos e eletroforéticos**. Química Nova, 2004.

SANTOS, L. E. G. **Perda da qualidade do grão de soja no Brasil em função dos altos teores de acidez e clorofila**. 2016. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2016.

SIMAS, R.C. **Determinação de proteína bruta e aminoácidos em farelo de soja por espectroscopia de infravermelho próximo**. 2005. 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

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

TREVISOLI, T. R. **Aplicação de espectroscopia de infravermelho próximo para classificação de amostras de farelo de soja**. 2018. 59 f. Dissertação (Mestrado em Inovações Tecnológicas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2008.