

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CYNTHIA KARINE PEREIRA LONKOSKI

RASTREABILIDADE E SEGREGAÇÃO DE SOJA: UM ESTUDO DE CASO DE UMA  
COOPERATIVA

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

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Abib

CURITIBA-PR

2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CYNTHIA KARINE PEREIRA LONKOSKI

RASTREABILIDADE E SEGREGAÇÃO DO SOJA: UM ESTUDO DE CASO DE UMA  
COOPERATIVA

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

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Abib

CURITIBA-PR

2024

## RESUMO

A qualidade dos grãos é influenciada desde o processo produtivo por diversos fatores, como o clima, solo, ataques de pragas entre outros. Como não é possível melhorar a qualidade após a colheita e sim apenas mantê-la, é de suma importância realizar a segregação de produtos de qualidade distintas, com o objetivo de evitar a influência de grãos ruins misturados com os de boa qualidade, bem como seus efeitos na composição química durante o armazenamento. Para avaliar esses quesitos, foram feitos alguns levantamentos para que pudéssemos chegar no final do ano com um soja com de qualidade adequada para esmagamento, sem estar ardido e deteriorado e também fazer a segregação dos grãos que estiverem com maior teor de óleo e proteína para que estes sejam submetidos a processamento.

Pode-se concluir com este estudo que a segregação dos grãos para o armazenamento é viável, pois acarreta melhor conservação da qualidade inicial do produto por maior tempo de armazenamento.

**Palavras chaves: Soja, Rastreabilidade, NIR.**

## **ABSTRACT**

The quality of grains is influenced from the production process onwards by several factors, such as climate, soil, pest attacks, among others. As it is not possible to improve quality after harvest, but only to maintain it, it is extremely important to segregate products of different quality, with the aim of avoiding the influence of bad grains mixed with good quality ones, as well as their effects on chemical composition during storage. To evaluate these questions, some surveys were carried out so that we could arrive at the end of the year with soybeans of suitable quality for crushing, without being burnt or deteriorated, and also to segregate the grains that have a higher oil and protein content so that these are subjected to processing.

It can be concluded from this study that the segregation of grains for storage is viable, as it leads to better conservation of the initial quality of the product for a longer storage period.

**Key words: Soy, Traceability, NIR.**

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	5
1.2 Problemática.....	5
1.3 Introdução.....	5
1.4 Objetivo Geral do Trabalho.....	7
1.5 Objetivo Específico.....	7
1.6 Justificativas do Objetivo.....	7
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	8
2.1 Soja.....	8
2.2 Rastreabilidade.....	8
2.3 Espectroscopia de infravermelho próximo – NIR.....	9
<b>3 DIAGNÓSTICO E DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA</b> .....	11
3.1 Descrição geral da cooperativa.....	11
3.2 Diagnóstico da situação-problema.....	11
<b>4 PROPOSTA TÉCNICA PARA A SOLUÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA</b> .....	13
4.1 Desenvolvimento da proposta.....	13
4.2 Plano de implantação.....	13
4.3 – Recursos.....	19
4.4 – Viabilidade Econômico-Financeira.....	20
4.5 - Resultados esperados.....	21
4.6 - Riscos ou problemas esperados e medidas preventivo-corretivas.....	22
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	23
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	24

## **1 INTRODUÇÃO**

### **1.1 Apresentação/Problemática**

Hoje existe uma grande dificuldade em rastrear o grão de soja desde a sua origem até o produto final, visto que o volume recebido é muito alto, vários produtores que entregam de diversas regiões, e entre as próprias unidades existem os transbordos, onde, acaba dificultando mais ainda rastrear o produto. Outra dificuldade que temos é segregar o grão por qualidade, visto que no auge da safra, temos que receber o volume independente da capacidade de estática, nesse momento é priorizado a satisfação do cooperado em não ficar em filas e ser atendido da melhor forma possível, ficando em segundo plano a realização de análises e investimentos para conseguirmos segregar a matéria prima.

### **1.2 Introdução espaçamento**

A associação entre técnicas de agricultura de precisão com a finalidade de avaliação da distribuição espacial dos componentes da qualidade integradas à rastreabilidade, esta como ferramenta central de gestão de informações na produção de sementes, pode ser utilizada visando: a) criação de mapas de espacialização para os componentes da qualidade fisiológica; b) definição de regiões dentro do campo de produção com sementes de alto e baixo vigor; c) ferramenta de gestão de informações e tomada de decisões; d) transparência na cadeia produtiva; f) disponibilização de informações chaves do processo produtivo aos clientes (GAZOLLA & GADOTTI, 2014).

A associação entre técnicas de agricultura de precisão com a finalidade de avaliação da distribuição espacial dos componentes da qualidade integradas à rastreabilidade, esta como ferramenta central de gestão de informações na produção de sementes, pode ser utilizada visando: a) criação de mapas de espacialização para os componentes da qualidade fisiológica; b) definição de regiões dentro do campo de produção com sementes de alto e baixo vigor; c) ferramenta de gestão de informações

e tomada de decisões; d) transparência na cadeia produtiva; f) disponibilização de informações chaves do processo produtivo aos clientes (GAZOLLA & GADOTTI, 2014).

Nestes processos, a qualidade das medições químicas é primordial, exigindo comparações, rastreabilidade e confiabilidade, já que influenciam em decisões que podem gerar prejuízos financeiros consideráveis (RIBANI, 2004). Na maioria das indústrias, são utilizados procedimentos padrões na determinação e quantificação de componentes geralmente trabalhosos e que oferecem risco ao meio ambiente e ao analista. Desta forma, se faz necessário o desenvolvimento de ferramentas metodológicas que possam aprimorar as formas analíticas, estando mais adequadas aos princípios da “química verde”, impactando o mínimo possível no meio ambiente, sem afetar a eficiência e acurácia das medidas desejadas. Para isso, a aplicação de métodos 11 ópticos, tais como a espectroscopia na região do infravermelho próximo, podem trazer benefícios importantes para a indústria. Dentre eles, a não-invasividade, não destruição da amostra, não necessidade ou mínimo preparo de amostra, rapidez e não geração de resíduos. Os métodos de espectroscopia no infravermelho próximo e médio têm sido frequentemente utilizados como ferramentas analíticas na determinação de constituintes em alimentos (BAKER, 1995; KAWANO et al, 1993). Tais técnicas oferecem análises rápidas e têm ampla aplicação analítica em análises químicas e de controle de qualidade de produtos das áreas de agricultura e alimentos (OSBONE, 1986; FERRÃO, 2004). Um espectro, diferentemente das análises convencionais, resulta em um vetor de resposta, enquanto as análises convencionais apresentam um valor escalar para cada parâmetro. Desta forma, para avaliar os resultados obtidos a partir de métodos ópticos, a forma mais viável é por meio de métodos multivariados de análise, mais conhecidos como métodos quimiométricos. Estes são provenientes de métodos matemáticos e estatísticos aplicados com o intuito de se extrair informações não triviais a partir de um conjunto de dados complexos (MARÇO, 2009; NETO; SCARMINIO; BRUNS, 2007; VALDERRAMA, 2009).

### **1.3 Objetivo Geral do Trabalho**

O objetivo deste trabalho é modelar um processo de separação de grãos mais eficiente, buscando melhoria na qualidade e agilidade no processo.

### **1.4 Objetivo Específico**

Os objetivos específicos são:

1. Analisar os diferentes tipos de tecnologias existentes;
2. Levantar dados para as análises de viabilidades técnica e financeira;
3. Elaborar cenários para a instalação do NIR e levantar benefícios projetados.

### **1.5 Justificativas do Objetivo**

Hoje a separação de grãos por qualidade ainda é algo pouco abordada, e o presente trabalho pode trazer soluções e informações que sejam de interesse de trabalhos futuros no ramo ou para consultas de outras empresas para replicação. Já para a cooperativa esse trabalho se torna muito importante pois conseguindo uma separação eficaz dos grãos por qualidade irá facilitar as negociações de grãos para venda, tendo um maior retorno financeiro e aumentar também a produtividade das fábricas produtoras de farelo de soja e óleo refinado de soja, uma vez que um grão com uma maior qualidade irá gerar produtos com mais qualidade para a sociedade.

A rastreabilidade do produto para processamento ou comercialização é essencial para maximizar a rentabilidade do processo, uma vez que diferentes estratégias são definidas para as diferentes destinos e qualidades físico-químicas do produto.

Atualmente, as coletas de amostras de soja são feitas apenas em ciclos durante o ano e com uma assertividade baixa, além de não fornecer um dado de maneira rápida para a tomada de decisão operacional, logística e comercial.

Apesar disso, o processo de fabricação e o mercado consumidor cada vez mais exige mais parâmetros do produto adquirido.

## 2.0 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Soja

A soja (*Glycine max* L.) é uma cultura de grande importância no cenário financeiro mundial, principalmente devido a diversidade de possibilidades de aplicações, proporcionando lucratividade elevada com as exportações, tanto na forma de grãos quanto seus derivados (óleo e farelo de soja). Figurando entre as mais importantes commodities nacionais, a soja é considerada como o produto agrícola responsável pelo maior volume de exportação para o Brasil e, de acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais – ABIOVE (2018), o Brasil é responsável por cerca de 32% da produção mundial, sendo considerado o segundo maior produtor e exportador mundial da soja. Por apresentar teores elevados de proteínas, os derivados da soja podem ser utilizados na alimentação tanto humana quanto de grande parte dos animais, representando uma cadeia produtiva bastante abrangente, movimentando diversas áreas da economia (SANCHES, MICHELLON, ROESSING, 2005). De acordo com Góes-Favoni et al (2004), a Soja surgiu primeiramente do leste da Ásia, onde em 1712, Engelbert Kaempher propôs aos europeus diferentes possibilidades de se utilizar soja como alimento, tomando como base aplicações observadas no Japão. Porém, a primeira experiência de plantio europeu ocorreu somente em 1739. Na Inglaterra, o primeiro cultivo aconteceu em 1780 no Jardim Botânico Real. Na América o interesse pelo plantio de soja aconteceu a partir dos produtores em 1880. Em 1873 na Europa, o professor Friedrich Hamberlandt, da Universidade de Viena expôs 19 variedades de soja originárias do Japão e da China. Em 1876 disseminou sementes para diversos países, tais como Áustria, Alemanha, Polônia, Hungria, Suíça e Holanda.

### 2.2 Rastreabilidade

A rastreabilidade pode ser compreendida como a habilidade de acompanhar, rastrear e identificar unicamente um produto em todas as suas etapas de produção, processamento e distribuição (DERRICK; DILON, 2004). Por meio do acesso aos registros, das informações e manuseio dos dados em qualquer ponto da cadeia

produtiva, a rastreabilidade garante a qualidade dos produtos e proteção aos consumidores, ao possibilitar a eliminação de produtos alimentícios defeituosos e promover a investigação das causas dos problemas (BADIA-MELIS et al., 2015). Um sistema de rastreabilidade orientado pela qualidade, além de dados sobre localização e identificação, preocupa-se com dados relevantes sobre a qualidade do produto como, por exemplo, umidade e temperatura, que são capturados por meio de ferramentas inteligentes, como sensores, para controlar e gerenciar o fluxo dos produtos na cadeia produtiva (SCHEER, 2006). Dessa forma, pode-se destacar que um sistema de rastreabilidade eficiente, também exposto por Gazolla et al. (2017), tem por finalidade garantir segurança alimentar, controle de origem e de qualidade do produto, direito do consumidor à informação, e utiliza inovações tecnológicas para aperfeiçoar a organização das cadeias produtivas.

### **2.3 Espectroscopia de infravermelho próximo – NIR**

Dentre os métodos ópticos, pode-se citar a espectroscopia de infravermelho próximo (NIR – Near Infrared Spectroscopy), que se fundamenta na interação da radiação eletromagnética com a amostra (SKOOG; WEST; HOLLER, 2006). A NIR tem um campo de aplicação bastante extenso sendo aplicada nas áreas da agricultura, indústria alimentar, indústria do petróleo e dos combustíveis, ambiente, indústria têxtil, medicina, indústria farmacêutica, cosméticos, polímeros, entre outras (PASQUINI, 2003; BENITO et al., 2008). Desde o princípio, o uso das informações dos espectros do NIR para efeitos de análise baseou-se na abordagem multivariada para a calibração. Hoje, essa interdependência é ainda mais importante, devido ao crescente poder dos microcomputadores e da qualidade dos espectrofotômetros NIR, que permitem que milhares de dados sejam obtidos em questão de segundos. Como a essa tecnologia sugere uma medida direta da amostra sem pré-tratamento, ela também não apresenta nenhum fator inibitório para aquisição de dados, contribuindo para a geração de grandes conjuntos durante a fase de calibração (PASQUINI, 2003).

Os métodos de espectroscopia no infravermelho próximo e médio têm sido frequentemente utilizados como ferramenta analítica na determinação de constituintes em alimentos (BAKER, 1995; KAWANO et al., 1993). As principais aplicações para a região do infravermelho próximo encontram-se na análise quantitativa de materiais

industriais e agrícolas e no controle de processos. Inicialmente, as medidas eram apenas realizadas em fotômetros e espectrofotômetros dispersivos baseados em filtros e redes de difração, respectivamente. Atualmente, devido ao reconhecimento do potencial da aplicação do NIR principalmente nas análises quantitativas, equipamentos modernos vêm sendo desenvolvidos especificamente para análises nesta região e já se encontram disponíveis acessórios para análises de amostras sólidas, líquidas e gasosas (BURNS, 2001). No entanto, o uso das informações proporcionadas pela medida de espectros NIR é significativamente dependente de análises multivariadas, sendo que o principal uso 19 desta técnica está relacionado a medidas de quantificação (calibração multivariada) (PASQUINI, 2003).

### **3. DIAGNÓSTICO E DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA**

#### **3.1 Descrição geral da cooperativa**

O trabalho foi realizado na cooperativa Cocamar localizada na cidade de Maringá-PR. Hoje a cooperativa possui 3.646 colaboradores com unidades de atendimento nos estados do Paraná, São Paulo, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Com um faturamento de R\$11.115 bilhões a cooperativa atua em diversas áreas do agronegócio como produção de farinha de trigo, fertilizantes, ração animal (grande e pequeno porte), produção de óleos vegetais refinados, fios de algodão, café, sucos e bebidas à base de soja, maioneses e molhos, envase de álcool e também com a usina de biodiesel, garantindo assim uma gama de produtos para atender seus cooperados e toda a comunidade.

A Cocamar, conta com mais de 19 mil cooperados que atuam com a produção de soja, milho, sorgo, trigo, café, laranja e outras culturas. As entregas de grãos por parte dos cooperados somam mais de 4 milhões de toneladas.

Tratando especificamente da soja, que se trata da variedade com volume mais significativo entre todas as demais, sendo assim a principal responsável pelo faturamento da empresa, na safra de 2022/2023 a cooperativa recebeu 2.3 milhões de toneladas de soja, sendo que deste total, a indústria realiza o esmagamento de 1 milhão de toneladas ao ano, que são transformadas em farelo e óleo de soja para comercialização.

A cooperativa possui mais de 113 unidades, das quais 80 são de recebimento, com uma capacidade estática de armazenamento que chega a 2.3 milhões de toneladas. Para dar suporte aos volumes crescentes de recebimento das safras a cada ano, a Cocamar está investindo ainda mais na ampliação em armazenamento de grãos.

#### **3.2 Diagnóstico da situação-problema**

Para chegarmos ao problema que iremos propor uma solução nesse trabalho foi realizado um estudo das deficiências que o grupo enxergava na cooperativa e depois de listar todas as deficiências encontradas foi realizado uma seleção do que

teria maior impacto para a cooperativa onde foi escolhido a segregação e rastreabilidade do grão de soja.

Através de conversas com encarregados e gerente do graneleiro da cooperativa, foi validado o tema para que pudéssemos oferecer uma proposta para melhorar essa questão de segregação nos armazéns e silos já existentes na cooperativa.

Com o tema validado pelos gestores do processo na cooperativa foi realizado então um canvas onde foram definidos os principais stakeholders, atividades e quais poderiam ser os empecilhos no decorrer de todo no trabalho realizado. Com o canvas realizado partimos então para a criação do plano de ação, onde foram listadas as ações que seriam realizadas durante o trabalho para a solução do nosso problema, com os prazos e as pessoas responsáveis por cada ação proposta.

Uma das propostas apontadas seria a manutenção dos sistemas de aeração e controle de temperatura dos silos e armazéns, uma vez que breve análises das estruturas atuais mostram que esses sistemas não funcionam corretamente.

Através de um bom controle de temperatura do grão é possível detectar quando é necessário acionar a aeração ou o momento para o grão ser consumido pela indústria sem que afete a qualidade do óleo, o que pode gerar mais custos para a refinaria com uso de mais soda para diminuir a acidez do óleo. A aeração também se torna muito importante no armazenamento do grão pois ela é a principal maneira de resfriar o grão atrasando a fermentação que deixa o grão ardido.

Sem uma segregação por qualidade do grão o risco de acabar estragando uma parcela de grãos bons é muito alta, uma vez que grãos ardidos em armazéns com pouca aeração tendem a fermentar mais rápido estragando assim os grãos que já estavam bons.

## **4 PROPOSTA TÉCNICA PARA A SOLUÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA**

### **4.1 Desenvolvimento da proposta:**

Uma das maiores preocupações do gerente do graneleiro da cooperativa hoje é não conseguir separar a soja de boa qualidade e a de menor qualidade no momento do recebimento para garantir um melhor rendimento desse grão na indústria, sem que isso aumente o tempo de espera do cooperado no momento de descarga e entrega do grão à cooperativa.

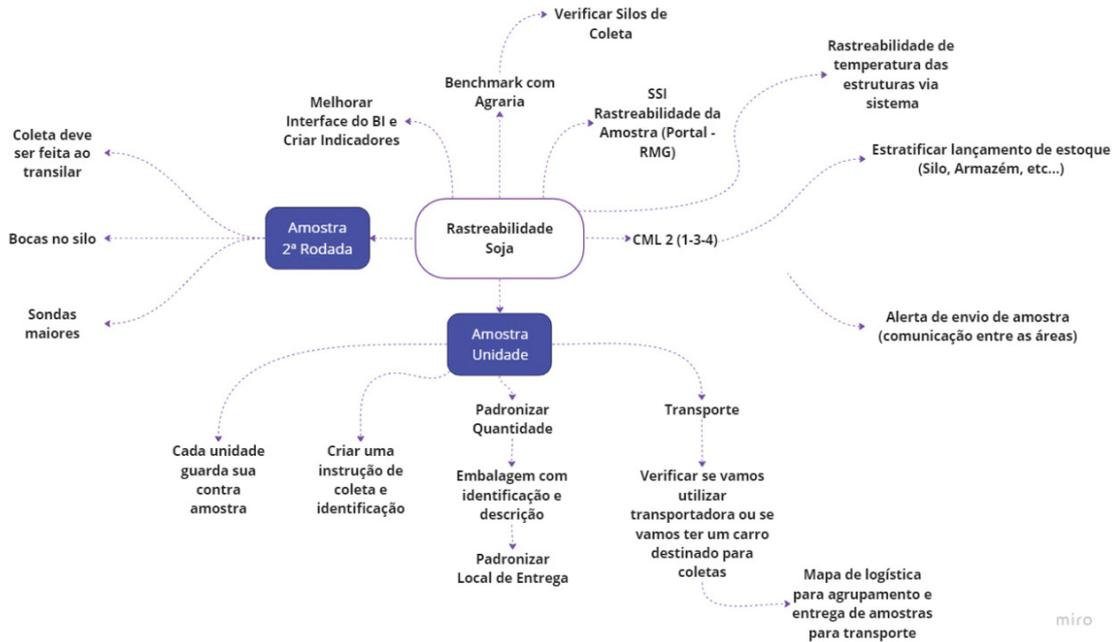
Para tal problema relatado foi proposto o uso da tecnologia NIR – Espectrometria de Infravermelho Próximo, onde no momento do recebimento a classificação seja capaz de obter resultados de óleo e proteína de uma maneira rápida e confiável para que seja possível uma segregação de grãos eficiente evitando perdas de grão a longo prazo e maior rendimento industrial. Também foi apresentado uma proposta de reforma nos armazéns que recebem esses grãos para que seja possível também um armazenamento adequado com controles de termometria e aeração garantindo uma boa qualidade do grão até seu uso ou venda.

Para o desenvolvimento dessas ações foram considerados os custos com reformas e aplicação da tecnologia NIR no momento do recebimento, o tempo de espera do cooperado no descarregamento e nosso principal cliente que é a indústria de produção de farelo e óleo de soja.

### **4.2 Plano de implantação:**

A fim de buscar um brainstorming, foi realizado um mapa mental (Figura 01), onde as ideias principais foram traçadas, sendo possível então definir as frentes de estudo para a pesquisa, sendo elas, frente de pesquisa de novas tecnologias e frente de mapeamento das principais unidades armazenadora.

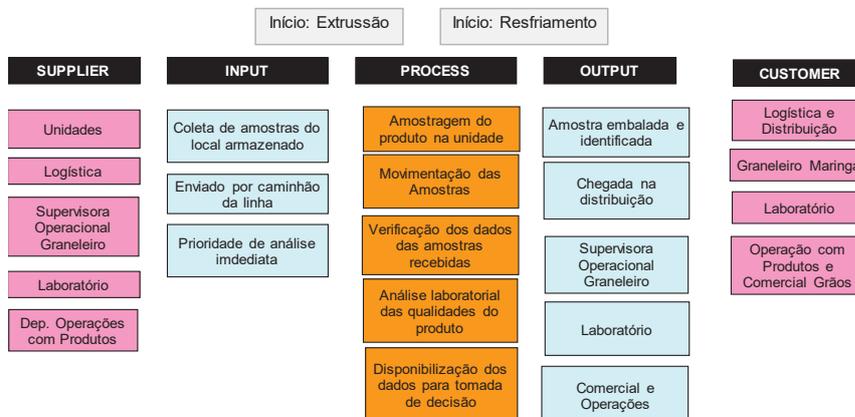
Figura 01: Mapa Mental



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Após as ideias terem sido alinhadas, seguimos para as etapas de macroprocessos e de verificar as necessidades do processo e do cliente. Para iniciar o estudo definimos os macros processos que serão abordados, utilizou-se a ferramenta SIPOC, onde foram determinados o início e o fim do processo, as entradas, saídas, clientes, fornecedores, como também as etapas principais do processo inicial do estudo, conforme Figura 02.

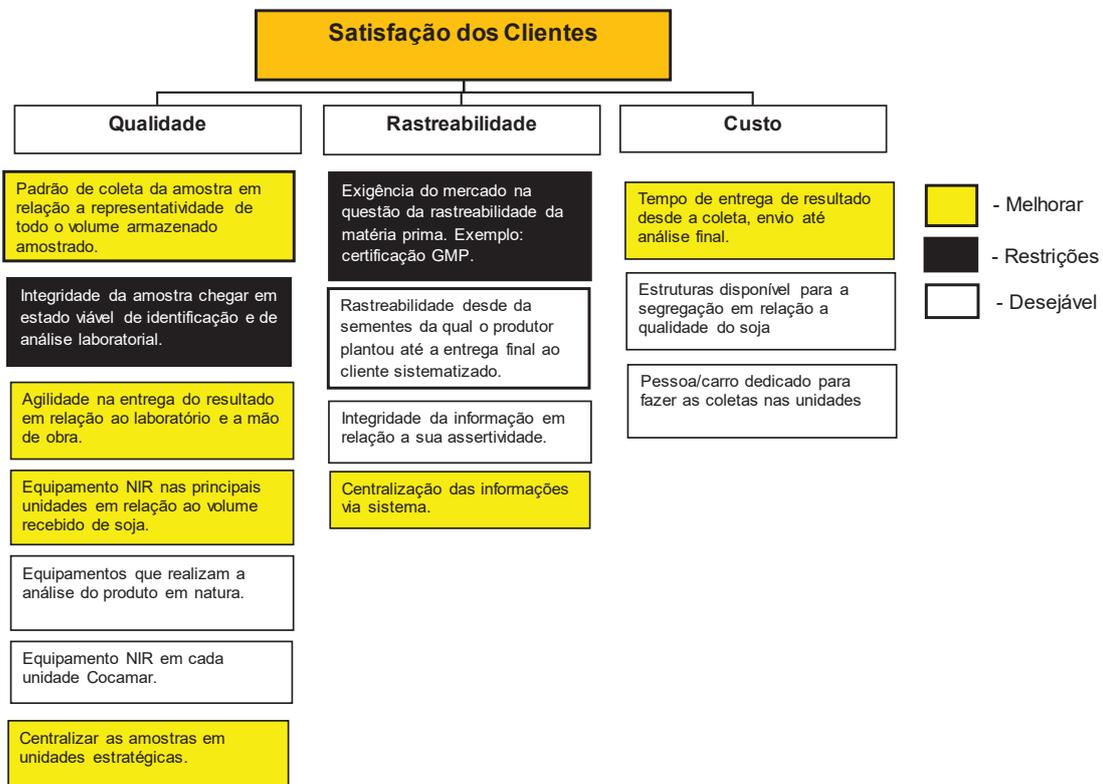
Figura 02: SIPOC



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Através do SIPOC foi possível identificar os macroprocessos do mapeamento da qualidade de soja nas unidades. Por meio disso, identificou-se a ausência de vários subprocessos essenciais para rastreabilidade do soja, que envolve uma coleta adequada, de maneira que seja representativa para as análises, além de identificar a necessidade da padronização dessas amostras. Sendo assim, foi possível um melhor direcionamento de quais estruturas deveriam ser elaboradas pelo estudo. Posteriormente, foi elaborada a árvore de requerimentos (Figura 03), escutando a voz do cliente, Voice ofthecustomer (VOC) e a voz do negócio, Voice ofthe business (VOB), possibilitando visualizar as restrições e as possíveis melhorias.

Figura 03: Árvore de requerimentos (VOC/VOB)



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024

Analisaram-se as três variáveis que poderiam interferir na tradução das necessidades dos clientes, entre elas, qualidade, rastreabilidade e custo e processo. Referente a "Qualidade" identificou-se que as mudanças propostas pelo estudo deveriam garantir a integridade da amostra, de maneira que esteja identificada e adequada para análise laboratorial. Já na variável "Rastreabilidade" as medidas

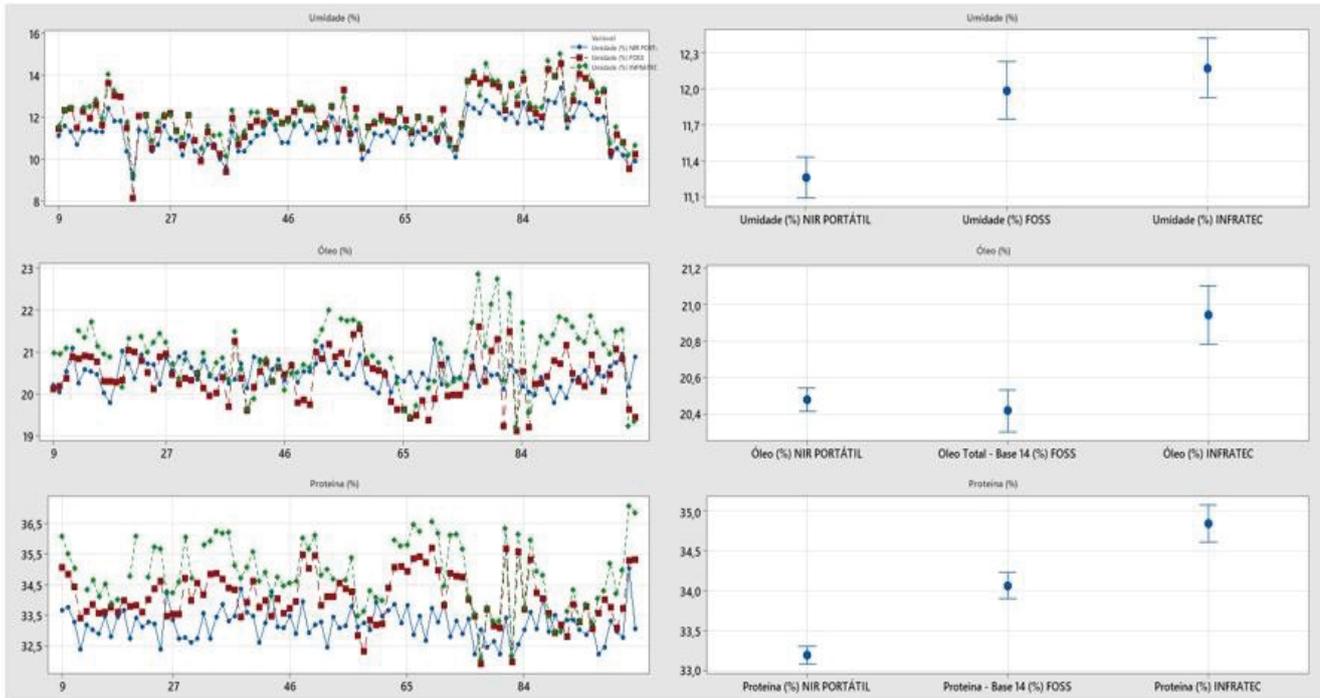
deveriam seguir as exigências do mercado na questão de rastreabilidade, já que a Cooperativa possui a certificação do GMP. Na variável “Custo” identificou-se oportunidade de melhoria, como otimizar o tempo de entrega de resultado desde a coleta, envio até a fase final.

Conforme as informações levantadas pelas ferramentas seguimos para o planejamento, execução e acompanhamento. A primeira ação se basearia em fazer uma análise do histórico de recebimento afim de identificar possíveis padrões e tendências entre as safras dos últimos 5 anos na cooperativa, a construção desse histórico será realizado no Minitab, software amplamente utilizado pela cooperativa.

Como segunda ação foi realizar um benchmark com cooperativas da região que realizam hoje a segregação do grão no momento do recebimento afim de entender as metodologias e tecnologias utilizadas e conseqüentemente realizar uma busca por equipamentos de NIR disponíveis no mercado e que possam atender as necessidades estipuladas com confiança para gestores poderem tomar uma decisão mais assertiva. Como medida já foi realizado um estudo da tecnologia, visando analisar a viabilidade.

Sendo assim, na figura 04, podemos observar a esquerda os gráficos de séries temporais das medições de umidade (%), óleo (%) e proteína (%), referente aos diferentes equipamentos, neles é possível observar a variação dos dados ao longo do tempo. A partir disso, podemos plotar os resultados também em gráfico de intervalos que estão à direita, onde nos gráficos de umidade (%), óleo (%) e proteína (%) não encontramos correlação entre os resultados dos três tipos de equipamentos. Ao apresentar os dados para os fornecedores dos equipamentos os mesmos falaram sobre a possibilidade que todo o equipamento NIR tem de corrigir as curvas para ajustar a matriz ao equipamento, podendo atender os desvios aceitáveis para métodos rápidos.

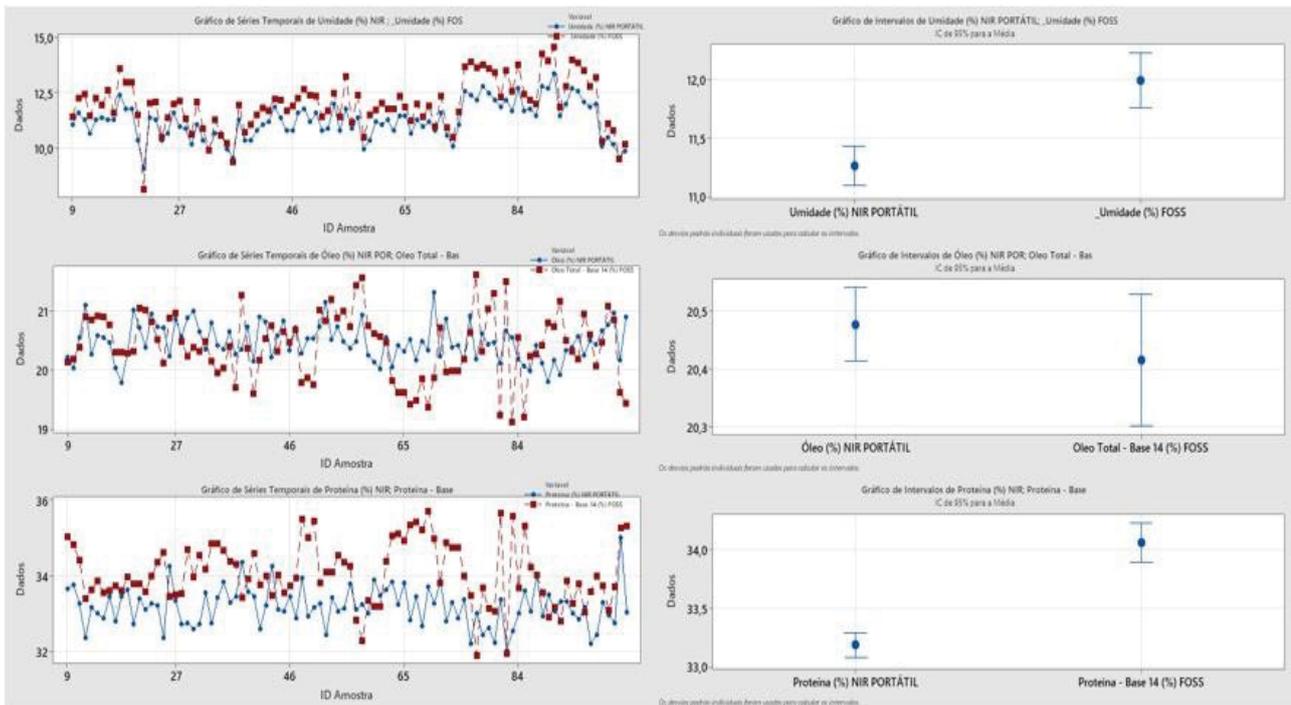
Figura 04 – Comparativo de resultados de marcas diferentes do equipamento de NIR.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024

Dessa forma, um dos fornecedores se dispôs a fazer a correção em uma das curvas apresentadas, para que pudéssemos ver a correlação após o ajuste. Conforme podemos observar na figura 05, onde a curva de óleo (%) que sofreu correção, teve uma correlação com outro equipamento que tem uma curva mais robusta para esse tipo de matriz, no caso a soja em grão. Essa correlação fica visível no segundo gráfico a direita, cujos dados no gráfico de intervalos se interceptam. A partir dessa análise, pudemos validar uma possível tecnologia para atender nossas necessidades de maneira assertiva.

Figura 05 – Comparativo de resultados de marcas diferentes do equipamento de NIR.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Como terceira ação definida pela equipe do projeto está uma análise e vistoria mais crítica da estrutura física dos armazéns que já existem hoje na cooperativa na intenção de fazer um levantamento de quais melhorias são necessárias realizar nas estruturas e nos controles já existentes para conseguir estimar um investimento a ser feito nos armazéns

### 4.3 - Recursos:

Após identificar as ações necessárias para o desenvolvimento do projeto, foi então realizado o levantamento dos recursos necessários para a realização de tais ações e que se encontram no quadro 01 abaixo.

Quadro 01: Análise de recursos.

<b>Recursos para Implantação</b>
Aquisição de equipamento NIR
Reforma estrutural de armazéns
Treinamento de colaboradores na tecnologia NIR
Contratação de mais colaboradores para recebimento de grão
Colaborador dedicado a manutenção da curva de calibração do equipamento
<b>Recursos para Manutenção</b>
Manutenção preventiva do equipamento NIR
Calibração anual do equipamento
Manutenção das estruturas dos armazéns
Acompanhamento da curva de calibração do equipamento durante o ano
Manter novos colaboradores do setor sempre treinados para utilização do equipamento

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Será necessário o investimento em equipamentos de métodos rápidos (NIR), conforme mencionado acima, no levantamento feito o ideal seriam 5 equipamentos para que pudéssemos ter um no recebimento e 4 nas principais unidades armazenadoras, totalizando um investimento em torno de R\$ 1.500.000,00. Está sendo levantado também o investimento para uma reforma nas estruturas dos armazéns graneleiros, visto que estes são mais antigos e limitados ao controle de termometria e aeração.

#### 4.4 – Viabilidade Econômico-Financeira:

Quadro 02: Viabilidade Econômica do trabalho.

Viabilidade Econômica do trabalho			
Descrição do Problema: Conseguir realizar a segregação da soja por qualidade desde o início da safra			<b>Elaborado em:</b> 31/10/2023
Solução proposta: Segregar a soja por qualidade			
Prazo de Análise: 07/12/2023			
Investimento	Receitas	Custos	Observações
Novo equipamento NIR portátil	Redução do percentual de casca gerada no processo de extração;	Custos com a aquisição, manutenção e calibração do equipamento NIR	
Construção de novos silos e/ou armazéns	Aumento no teor de óleo no processamento;	Custos com manutenção e/ou construção de silos e armazéns	
Otimização das estruturas de transporte	Agilidade no processo de seleção de matéria prima	Avaliação do quadro de colaboradores	
Treinamento de colaboradores	Maior confiabilidade nas análises com a segurança do colaborador estar realizando de maneira correta a análise	Disponibilização de colaborador capacitado para treinamento dos demais;	
Colaborador para monitoramento	Maior certeza no resultado emitido pelo equipamento uma vez que terá um acompanhamento durante o ano da curva de calibração	Novo colaborador para atuar no monitoramento das curvas dos equipamentos de NIR portátil	

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Como podemos ver no quadro 02, temos a análise de viabilidade econômica do projeto a ser implementado na cooperativa. Para a implantação da solução proposta será necessário a aquisição de um equipamento de NIR portátil para obter uma análise confiável e rápida de parâmetros como proteína e teor de óleo no

momento do recebimento afim de ser possível uma tomada de decisão mais ágil e assertiva e encaminhar o grão para o armazém mais adequado àquela qualidade de grão. Assim a manutenção dos armazéns já existentes se faz necessária para que o grão não perca sua qualidade ao passar do ano ou até que seja utilizado pela indústria ou comercializado. O treinamento de colaboradores e contratação de mais alguns colaboradores pode ser necessário devido a necessidade de mais colaboradores atuando na descarga dos grãos e um colaborador para acompanhar

As receitas se darão por meio de uma melhoria no processo de recebimento do grão, uma automatização maior do processo de classificação, além de agregar um maior conhecimento aos colaboradores dos setores envolvidos trazendo uma tecnologia eficiente e confiável para mais áreas da cooperativa. Os benefícios da implantação da solução proposta serão apresentados no tópico seguinte o qual serão detalhados e discutidos.

Os custos que teremos será da aquisição, manutenção e calibração anual do equipamento NIR portátil, uma manutenção nos armazéns e silos já existentes na cooperativa hoje e contratação de novos colaboradores.

Realizado o levantamento dos investimentos, custos e receitas, o projeto se mostra viável uma vez que sendo implementado a fábrica poderá obter um maior rendimento de produção de óleo e um farelo com uma proteína melhor tornando a cooperativa ainda mais competitiva no mercado das commodities, além de ser possível reduzir gastos com reprocesso e etapas adicionais para produzir um produto dentro das especificações que atenda o mercado.

#### **4.5 - Resultados esperados:**

Com as ações propostas espera-se assim os seguintes benefícios do projeto:

i) maior rendimento na produção de farelo e óleo de soja, uma vez que tendo grão bom o mesmo ira render muito mais sem precisar de qualquer recurso adicional no processo para conseguir um produto dentro das especificações desejadas pela indústria;

ii) mais agilidade na tomada de decisão da indústria e comercial, com os resultados de teor de proteína e óleo já no recebimento do grão e segregado

corretamente tanto o comercial como a indústria poderão ter uma decisão se o grão será vendido ou encaminhado para a fábrica de uma maneira mais ágil e também com uma melhor assertividade;

iii) com os outros dois resultados atingidos naturalmente o a cooperativa conseguirá um retorno financeiro maior, uma vez que possuindo grãos que atendam os parâmetros para exportação, a cooperativa conseguirá exportar mais grãos durante todo o ano sem prejudicar também a rentabilidade e qualidade do farelo e óleo de soja agregando mais valor ao produto da cooperativa frente ao mercado.

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

Baseados nas ações tomadas e na solução proposta foram levantados os principais riscos que podem comprometer todo o resultado esperado do projeto. Os riscos levantados são:

- Não conseguir o investimento necessário para a implementação – para evitar tal risco, podemos apresentar junto com a proposta de solução uma simulação de cashback, onde podemos mostrar em quanto tempo tal investimento será pago e renderá mais faturamento ainda para a cooperativa;
- Não encontrar um equipamento NIR que seja adequado e preciso – Para este risco podemos realizar mais testes com uma variabilidade de grãos maior fazendo com que a curva do aparelho fique cada vez mais precisa e confiável aumentando o banco de dados de leitura e permitindo ajustes de correção das leituras.

Assim com os riscos apresentados e os meios para evitar que tais riscos aconteçam durante o desenvolvimento do projeto, as chances de obtermos sucesso na implementação das ações propostas se torna maior e mais atrativa para a cooperativa.

## 5.0 CONCLUSÃO

Com base nos elementos apresentados, é possível concluir que para uma boa segregação do produto recebido, será necessário o investimento em equipamentos de metodologia rápida. O método de análise por NIR pode ser utilizado para substituir a análise convencional de umidade, óleo e proteína em grãos, por constituir um método rápido, de boa correlação. No entanto, a comparação e a associação entre os resultados desses métodos devem ser realizadas a partir de um maior número de amostras, para refinar os ajustes e obter maior confiabilidade nas estimativas.

Com este equipamento será possível analisar 100% das cargas recebidas no complexo industrial, com o objetivo de separar na entrada o produto a ser processado do produto a ser vendido. Outra oportunidade é realizar a segregação nas unidades com maior recebimento, visto que estas realizam o transbordo para o complexo industrial.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS (ABIOVE). Estatísticas. Disponível em: < <https://abiove.org.br/estatisticas/> >

BADIA-MELIS, R. et al. Food traceability: New trends and recent advances. A review. *Food Control*. v.57, p. 393-401, 2015.

BENITO, M. T. J., Ojeda, C. B. & Rojas, F. S., Process Analytical Chemistry: Applications of Near Infrared Spectrometry in Environmental and Food Analysis - An Overview. *Applied Spectroscopy Reviews*; 2008.

FERRÃO, M. F.; CARVALHO, C. W.; MULLER, E. I.; DAVANZO, C. U. Determinação simultânea dos teores de cinza e proteína em farinha de trigo empregando NIR-PLS e DRIFT-PLS. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 24, p. 333-340, 2004.

GAZOLLA-NETO, A.; GADOTTI, G. I. Estratégias para gestão de informações na produção de sementes. *Revista SeedNews*, Pelotas, n.5, p.16-18, 2014.

GÓES-FAVONI, S.P. et al. Isoflavonas em produtos comerciais de soja. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.24, n.4, p.582-586, 2004.

NETO B., B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. Como fazer experimentos: Pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria. 3. ed. Campinas: Unicamp, 2007.

OSBORNE, B.G.; FEARN, T. NIR Spectroscopy in Food Analysis. New York: John Wiley and Sons, 1986.

PASQUINI, C. Near Infrared Spectroscopy: Fundamentals, Practical Aspects and Analytical Applications – Review. *Journal of the Brazilian Chemical Society*. 14 (2): 198-219; 2003.

RIBANI, M., BOTTOLI, C.B.G., COLLINS, C.H., JARDIM, I.C.S.F. AND MELO, L.F.C. (2004) Validação em Métodos Cromato-gráficos e Eletroforéticos. *Química Nova*, 27, 771-780. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422004000500017>

ROESSING, A. C.; SANCHES, A. C.; MICHELLON, E. As Perspectivas de Expansão da Soja. SOBER. Anais...Ribeirão Preto/SP: 2005

SCHEER, F. P. Optimizing supply chains using traceability systems. In: SMITH, I.; FURNESS, A. Improving traceability in food processing and distribution. Cambridge, UK: Woolhead publishing. 2006. p. 52-64.

SKOOG, D.A.; HOLLER, F.J.; NIEMAN, T.A; Princípios de Análise Instrumental, Bookman, São Paulo, 2006.

VALDERRAMA, P.; BRAGA, J.W.B.; POPPI, R.J. Estado da Arte de figuras de mérito em calibração multivariada. Química Nova, v. 32, n. 5, p. 1278-1287, 2009.