UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS, ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SERVIÇO SOCIAL

MARIZA DE JESUS OLIVEIRA

PROPOSTA DE MELHORIA PARA REDUÇÃO DE PERDAS DE EMBALAGENS E RETRABALHO NO SETOR ENSAQUE EM UMA USINA DE BENEFICIAMENTO DE SEMENTES

ITUIUTABA
2025

MARIZA DE JESUS OLIVEIRA

PROPOSTA DE MELHORIA PARA REDUÇÃO DE PERDAS DE EMBALAGENS E RETRABALHO NO SETOR ENSAQUE EM UMA USINA DE BENEFICIAMENTO DE SEMENTES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Pontal, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.
Orientador: Prof. Dr. Lucio Abimael Medrano Castillo

ITUIUTABA
2025

PROPOSTA DE MELHORIA PARA REDUÇÃO DE PERDAS DE EMBALAGENS E RETRABALHO NO SETOR ENSAQUE EM UMA USINA DE BENEFICIAMENTO DE SEMENTES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Pontal, aprovado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção pela banca examinadora formada por:

Ituiutaba, 06 de maio de 2025.
Banca Examinadora:

Prof. Dr. Lucio Abimael Medrano Castillo (orientador), FACES/UFU

Prof. Dra. Gabriela Lima Menegaz - FACES/ UFU

Prof. Dra. Mara Rúbia da Silva Miranda, FACES/UFU

Dedico este trabalho a Deus, aos meus pais, José e Maria, e ao meu namorado Eduardo, pelo suporte e companheirismo. Dedico também aos meus irmãos: Sérgio, Cleidinei, Valdeir, Simone, José Élcio e Maria Aparecida, bem como a toda a minha família e aos amigos que sempre estiveram presentes ao longo da graduação. Aos amigos que fiz durante o curso, sou imensamente grata pela amizade e pelo apoio de cada um. Agradeço a todo o corpo docente do curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Uberlândia, que esteve presente e contribuiu significativamente para a minha trajetória acadêmica

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, que sempre esteve comigo ao longo desta trajetória, iluminando meu caminho e me dando força e coragem. Foi Ele quem me proporcionou a realização deste sonho.

À minha família, que tanto amo, agradeço pelo apoio e suporte incondicional ao longo de toda a minha trajetória acadêmica. A presença e o incentivo de vocês foram fundamentais para a realização desta conquista.

Agradeço ao meu namorado, Eduardo, que sempre esteve presente me apoiando, sou grata pelo companheirismo e por ter embarcado nesta jornada comigo. O seu apoio foi essencial para que eu chegasse até aqui.

Sou grata também aos amigos que fiz durante a graduação. O incentivo e a companhia de vocês foram muito importante e tornaram essa caminhada mais leve e significativa.

Agradeço à Universidade Federal de Uberlândia e ao corpo docente do curso de Engenharia de Produção, pelo conhecimento compartilhado e pela formação sólida.

Agradeço às professoras Drª Gabriela Lima Menegaz e Drª Mara Rúbia da Silva Miranda por aceitarem compor a banca avaliadora deste trabalho. Tive a honra de ser aluna de ambas e admiro sua dedicação e cuidado com os estudantes.

De forma especial, agradeço ao professor Lúcio, que também me orientou durante o estágio e no desenvolvimento deste TCC, pelos valiosos ensinamentos, pela dedicação, pela disponibilidade e comprometimento. Sua orientação foi fundamental para a construção deste trabalho, e sou imensamente grata pelo seu exemplo como professor.

“Paciência, persistência e transpiração fazem uma combinação imbatível para o sucesso”

(Napoleon Hill)

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo propor melhorias no setor de ensaque de uma usina de beneficiamento de sementes, com foco na redução de perdas de embalagens e retrabalhos causados por falhas nas etapas de costura e impressão. Inserido no contexto do agronegócio, setor fundamental para a economia, o estudo utilizou a ferramenta A3 do Lean Manufacturing para análise e solução de problemas. A metodologia empregada inclui ferramentas complementares como o Diagrama de Ishikawa, os 5 Porquês e a Matriz Esforço x Impacto, com o intuito de identificar as causas raízes dos desvios e priorizar ações corretivas. A pesquisa foi aplicada diretamente no processo produtivo, com foco em um dos principais indicadores de desempenho: o KPI de embalagens sem erro, que estava em 97,63 %, abaixo da meta de 99 %. Após a implementação das melhorias, o índice subiu para 98,34 %, mostrando um aumento de 0,71 % ponto percentual na acurácia do processo de ensaque. Esses resultados evidenciam que as ações adotadas contribuíram para reduzir os desperdícios, melhoria contínua e aumento da eficiência operacional. Conclui-se que as melhorias propostas podem contribuir significativamente para o aprimoramento do ambiente de trabalho e para o desempenho geral da empresa.

Palavras-chave: Lean Manufacturing; Relatório A3; Redução de desperdícios; Melhoria contínua; Beneficiamento de sementes; Indicadores de desempenho; Agronegócio.

ABSTRACT

This study aims to propose improvements in the bagging sector of a seed processing plant, with a focus on reducing packaging losses and rework caused by errors in the sewing and printing stages. Within the context of agribusiness, a fundamental sector for the economy, the study used the A3 tool from Lean Manufacturing for analysis and problem-solving. The methodology used includes complementary tools such as the Ishikawa Diagram, the 5 Whys and the Effort x Impact Matrix, with the aim of identifying the root causes of deviations and prioritizing corrective actions. The research was applied directly to the production process, focusing on one of the main performance indicators: the error-free packaging KPI, which was at 97.63%, below the target of 99%. After the implementation of the improvements, the index rose to 98.34%, showing an increase of 0.71% percentage point in the accuracy of the bagging process. These results show that the actions adopted contributed to reducing waste, continuous improvement and increasing operational efficiency. It is concluded that the proposed improvements can contribute significantly to improving the work environment and the company's overall performance.

Keywords: Lean Manufacturing; A3 report; Waste reduction; Continuous improvement; Seed processing; Performance Indicators; Agribusiness.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 10
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO 10
1.2 OBJETIVOS DE PESQUISA 12
1.2.1 Objetivo geral 12
1.2.2 Objetivos específicos 12
1.3 JUSTIFICATIVA 12
1.4 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO 12
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO 13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 13
21. Lean Manufacturing 13
2.1.1 Histórico 14
2.1.2 Princípios Lean Manufacturing 14
2.1.3 Desperdícios Lean 15
2.1.4 Estrutura do Sistema de Produção (Casa lean) 16
2.1.5 Ferramentas do Lean Manufaturng 18
2.1.5.1 Diagrama de Ishikawa 18
2.1.5.2 5 Porquês 19
2.1.5.3 Matriz esforço x impacto 20
2.1.5.4 Relatório A3 21
2.1.5.5 Padronização 24
3 METODOLOGIA 25
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA 26
3.2 TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS 27
3.3 TÉCNICAS DE ANÁLISE DE DADOS 27
3.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS - ETAPAS 27
4 RESULTADOS 28
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA 28
4.1.1 BENEFICIAMENTO SEMENTE DE MILHO 28
4.2 MAPEAMENTO DA REALIDADE EMPRESARIAL 33
4.3 PROPOSTAS DE MELHORIA 37
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 56
5.1 CONCLUSÕES DO TRABALHO 56
5.2 LIMITAÇÕES DO ESTUDO 56
5.3 TRABALHOS FUTUROS 57
REFERÊNCIAS 58

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Agronegócio é a expressão que resulta da fusão de agricultura ou agropecuária e negócio. Este originalmente do latim, *negotium* (negação do ócio) significa ocupação ou trabalho visando a atingir determinados fins para satisfação de desejos ou necessidades de quem os executa ou de outrem; neste último caso, mediante alguma recompensa aos executores. Considerando a origem do termo, refere-se a um conjunto de atividades e processos interligados à agricultura, desempenhando um papel crucial no desenvolvimento econômico. O termo negócio pode ser tomado num sentido amplo de geração de valor por meio do uso do trabalho e do capital; no caso do agronegócio, engloba-se a agricultura e demais segmentos produtivos relacionados a ela (Barros, 2015 apud Giovanni; Nogueira, 2015).

De acordo com estimativas do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea, 2022), o agronegócio pode ser compreendido como a integração entre a agropecuária e diversos outros segmentos que participam, de maneira direta ou indireta, do processamento, transporte e comercialização das matérias-primas de origem agropecuária.

Para Arieira (2017), ao utilizar o termo agronegócio, não se está fazendo referência apenas à unidade produtiva rural, mas sim a um conjunto mais amplo de atividades e setores. Esse conceito engloba toda a cadeia agroindustrial de uma região ou país, sendo, portanto, a soma dos diversos negócios individuais que se relacionam, direta ou indiretamente, com o setor de produção primária, isto é, com a atividade rural.

Dentro desse contexto, a agroindústria desempenha um papel essencial ao agregar valor aos produtos primários gerados pelo agronegócio, sendo responsável pela transformação de matérias-primas agropecuárias provenientes de atividades como a agricultura, pecuária, aquicultura e silvicultura, utilizando processos industriais sistematizados. Esse setor é estruturado para converter essas matérias-primas em alimentos e outros produtos com maior valor agregado, conforme o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA, 2021).

No cenário agroindustrial, a otimização dos processos agroindustriais ganhou destaque, impulsionando uma nova era na produção. De acordo com Lamas (2019), a introdução de tecnologias inteligentes tem transformado tarefas antes complexas e trabalhosas em processos mais ágeis e econômicos. A transição digital nas etapas de plantio, aplicação de defensivos e coleta, juntamente com a supervisão à distância e a gestão minuciosa, promove um

aproveitamento mais consciente dos recursos, reduzindo desperdícios e otimizando o rendimento.

Nascimento (2023) ressalta que a aplicação da automação tem revolucionado a dinâmica agrícola, elevando a produção, diminuindo a ocorrência de erros humanos e reduzindo os perigos existentes. Ao tornar a produção mais eficaz e descomplicada, a automação se alinha aos preceitos da quinta revolução agrícola que é definida pela integração das tecnologias avançadas, visando interligar todas as fases da safra para maximizar a produção com qualidade e redução de custos, promovendo progressos notáveis no setor agroindustrial.

Além da aplicação da automatização dos processos na agroindústria, destaca-se também a importância da aplicação de ferramentas de gestão, dentre elas aquelas do *lean manufacturing*. Estas ferramentas têm como objetivo reduzir os desperdícios para aumentar a qualidade, buscando sempre a melhoria contínua dos processos. Segundo Ohno (1997), o *lean manufacturing* busca a eliminação dos desperdícios e elementos desnecessários no processo para reduzir custos, a fim de produzir apenas o necessário, no momento certo e quantidade exigida.

Dentre as ferramentas *lean*, o A3 atua como um guia para a solução de problemas mediante um processo rigoroso, no qual são documentados os principais problemas e pontos de melhoria do processo (Sobek; Jimmerson, 2006).

O presente estudo foi desenvolvido em uma usina de beneficiamento de sementes de milho, para reduzir as perdas de embalagens causadas por erros de impressão e eliminar retrabalhos. O equipamento em questão está inserido no setor de ensaque, onde as sementes são embaladas após o tratamento. Inicialmente, realiza-se a contagem de sessenta e uma mil sementes, seguida da pesagem, a fim de determinar o tamanho adequado das sacarias. Após essa etapa, o fluxo de trabalho ocorre da seguinte maneira: o milho é colocado na sacaria e pesado; em seguida, a embalagem passa pela costuradeira.

Depois disso, as sacarias são encaminhadas à impressora, onde são registradas todas as informações do lote ensacado. Durante o processo de ensaque, foram identificados alguns problemas operacionais. Entre eles, destacaram-se falhas na costuradeira que em determinados casos, a linha não seguia o alinhamento correto ou se emaranhava. Na etapa de impressão, também foram encontradas falhas frequentes, como mensagens borradas, incompletas ou ausentes nas sacarias. Além disso, foram observadas outras ocorrências associadas a falhas de comunicação entre os colaboradores, como o uso de peneiras inadequadas durante o ensaque.

Diante do exposto, a seguir são apresentados os objetivos do presente trabalho.

1.2 Objetivos de pesquisa

1.2.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo utilizar a ferramenta A3 para identificar oportunidades de melhoria no setor ensaque de uma usina de beneficiamento de sementes, com foco na redução das perdas de embalagens causadas por erros de impressão.

1.2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

• Implementar a ferramenta Lean A3 seguindo as etapas delineadas no projeto, incluindo a utilização de ferramentas de análise de causa, como o Diagrama de Ishikawa e os 5 Porquês;

• Realizar o monitoramento do indicador de embalagens sem erro;

• Executar as propostas de melhoria do plano de ação elaborado

1.3 Justificativa

O A3 é uma ferramenta do *lean manufacturing* de suma importância para a solução de problemas. Por meio de sua aplicação estruturada, é possível identificar as causas raízes dos desvios no processo, utilizando ferramentas complementares como o diagrama de ishikawa e os 5 Porquês, essas ferramentas auxiliam na análise aprofundada das causas raízes dos problemas. Dessa maneira, a aplicação do método reduz os desperdícios, aprimora a melhoria contínua e garante a execução do processo produtivo de forma eficiente. Por isso, este trabalho busca identificar o problema raiz do equipamento para solucioná-lo.

1.4 Delimitação do trabalho

Este trabalho fundamenta-se na aplicação da filosofia Lean no setor de ensaque de uma usina de beneficiamento de sementes, visando resolver problemas associados a erros de impressão nas embalagens. A pesquisa será organizada em módulos de aplicação, contendo ferramentas essenciais para a identificação das causas raiz desses erros. Além disso, será promovida a implementação de práticas Lean, como a abordagem A3, padronização, e propostas de melhoria com o intuito de reduzir a frequência de erros nas impressões.

1.5 Estrutura do trabalho

Este trabalho é apresentado no formato de uma monografia e está organizado em cinco capítulos: introdução, fundamentação teórica, metodologia, resultados e considerações finais.

No primeiro capítulo, são contextualizados os temas da pesquisa, incluindo o objetivo e a justificativa do estudo, sua relevância, o escopo delimitado, os objetivos gerais e específicos, além da metodologia empregada.

O segundo capítulo oferece uma revisão da literatura sobre Lean Manufacturing, explorando suas raízes, fundamentos, estruturação, ferramentas e principais práticas. Também são discutidos conceitos do beneficiamento de sementes e sua relação com o Sistema de Produção Enxuta.

O terceiro capítulo descreve os recursos metodológicos utilizados, abrangendo a caracterização da pesquisa, as técnicas de coleta e análise de dados, com o intuito de atingir os objetivos propostos.

No quarto capítulo, é apresentada a caracterização da empresa analisada, incluindo uma descrição do contexto atual, os desafios enfrentados, uma análise dos dados obtidos e sugestões de melhorias fundamentadas na teoria estudada.

Por fim, o quinto capítulo expõe as considerações finais, destacando os resultados mais significativos, as limitações e dificuldades encontradas ao longo da pesquisa, além de sugestões para futuras investigações.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Lean Manufacturing

O *Lean Manufacturing* é uma filosofia de gerenciamento que busca a eliminação dos desperdícios e, por conseguinte, redução de custos e melhoramento na qualidade do produto final (Womack; Jones; Roos, 1992). Para (Ohno, 1997), o lean manufacturing objetiva uma produção onde menos recursos são usados, apenas o necessário é produzido e a eficiência geral do processo é buscada.

Já Werkema (2011), descreve o lean manufacturing como uma abordagem voltada para a eliminação de desperdícios, focado em eliminar tudo aquilo que não agrega valor ao cliente, promovendo maior agilidade à empresa.

2.1.1 Histórico

O Lean Manufacturing, ou Sistema Toyota de Produção, foi desenvolvido no Japão após a Segunda Guerra Mundial. Na década de 1960, diante das demandas do mercado por maior flexibilidade e do aumento da competitividade, surgiu a necessidade de um novo modelo de produção. Esse sistema foi, então, criado pelo engenheiro Taiichi Ohno e sua equipe (Ohno, 1997).

O conceito de manufatura enxuta se baseia na ideia de alcançar mais resultados com menos recursos, produzindo de maneira mais eficiente, utilizando menos equipamentos e reduzindo o tempo necessário para a produção (Womack et al., 2002). De acordo com Womack e Jones (2002), o pensamento enxuto é uma filosofia operacional que tem como objetivo diminuir os tempos de produção (lead-times), a fim de entregar produtos e serviços com alta qualidade e custos reduzidos, por meio da melhoria do fluxo de produção e da eliminação de desperdícios.

Esse modelo de produção surgiu a partir das vivências da indústria japonesa no período pós-guerra, quando o país enfrentava uma grande destruição e precisava se recuperar economicamente. Diante de um mercado interno limitado e de uma demanda diversificada, o foco estava na busca pela melhoria contínua dos processos e na maximização do uso dos recursos, que naquele contexto eram extremamente limitados.

Para Liker (2013), o modelo de manufatura enxuta tem como objetivo transferir ao máximo as responsabilidades e atividades para os trabalhadores que agregam valor diretamente ao produto. Isso busca otimizar as sequências dos processos produtivos, com ênfase no conceito de desperdício, e focando no fluxo de valor do produto.

Esses princípios podem ser compreendidos por meio dos cinco princípios da produção enxuta, descritos por Womack e Jones (2004), que são apresentados a seguir.

2.1.2 Princípios Lean Manufacturing

Com o objetivo de eliminar os desperdícios a fim de tornar a empresa mais adaptável responder às necessidades do cliente, entregando produtos ou serviços no menor tempo possível com qualidade e baixo custo, a produção Enxuta apoia-se em cinco princípios (Womack e Jones, 2004): valor, fluxo de valor, fluxo contínuo, produção puxada e perfeição.

O valor deve ser gerado pelos produtores, mas sua definição cabe ao cliente final. Para implementar a produção enxuta, é essencial determinar com clareza o valor do produto

específico, levando em conta a capacidade oferecida, os preços e o diálogo com clientes determinados. Isso exige uma revisão das empresas, deixando de lado as tecnologias atuais e considerando uma linha de produtos com equipes de produtos robustas e comprometidas, representando uma nova perspectiva sobre onde o valor deve ser criado (Womack; Jones, 2004).

O fluxo de valor consiste nas ações específicas essenciais para que um produto percorra três funções gerenciais fundamentais em qualquer empresa: a função de resolução de problemas, que abrange desde a concepção até o lançamento do produto; a função de gestão da informação, que vai do recebimento do pedido até a entrega; e a função de transformação física, que envolve o processo da matéria-prima até o produto final, entregue ao cliente (Womack; Jones, 2004).

Fluxo contínuo é a produção de uma peça por vez, em que cada item é transferido diretamente de uma etapa do processo para a outra sem interrupções ou desperdícios (Toledo, 2020).

Produção puxada, o conceito puxar significa que a etapa inicial do processo só deve produzir um bem ou serviço quando for solicitado pela etapa seguinte (Toledo, 2020).

Após os quatro passos anteriores, a perfeição parece estar cada vez mais ao alcance. Isso acontece porque a organização reconhece que, ao reduzir defeitos, esforço, tempo, espaço e custos, ela se aproxima cada vez mais do produto desejado pelo cliente, e essas melhorias aparentam ter um potencial de aprimoramento infinito (Womack; Jones, 2004).

2.1.3 Desperdícios Lean

O Sistema Toyota de Produção é uma abordagem que visa a eliminação completa de desperdícios. Na produção, desperdício se refere a quaisquer elementos ou atividades que não agregam valor e podem aumentar os custos, como excesso de pessoal, estoques e equipamentos (Ohno, 1997). Segundo Slack (2018), há sete tipos de desperdícios que precisam ser avaliados e eliminados:

1. **Tempo de espera**: A eficiência dos equipamentos e dos trabalhadores são comumente usadas para medir o tempo de espera de cada um. No entanto, é menos evidente o tempo de espera relacionado aos produtos, clientes ou informações, que acabam sendo disfarçados pelos operadores, os quais se ocupam produzindo peças ou componentes desnecessários naquele momento.

2. **Transporte**: O transporte de itens ou clientes dentro da operação, bem como a manipulação excessiva de componentes, não contribui para agregar valor. Melhorias no layout, aproximando processos e otimizando métodos de transporte e organização do ambiente de trabalho, podem reduzir esse desperdício.

3. **Ineficiências do processo**: O próprio processo pode gerar desperdício. Certas operações podem existir apenas devido a um projeto defeituoso de componentes ou à falta de manutenção adequada, sendo possíveis de serem eliminadas.

4. **Estoque**: Qualquer tipo de estoque (produto, cliente, informação) deve ser alvo de redução. Para que isso aconteça, é preciso atacar as causas do estoque, como fluxos irregulares, a fim de diminuir ou eliminar as filas e o excesso de material armazenado.

5. **Movimentação desperdiçada**: Às vezes, um operador pode parecer ocupado, mas não está realmente agregando valor ao trabalho. Simplificar as tarefas é uma abordagem eficaz para reduzir o desperdício relacionado à movimentação desnecessária.

6. **Superprodução ou subprodução**: Produzir mais ou menos do que o necessário para o próximo estágio ou operação do processo é considerado desperdício. O ideal é produzir exatamente a quantidade necessária para manter o fluxo.

7. **Produtos ou serviços defeituosos**: A má qualidade gera desperdício significativo, pois os erros nos produtos ou serviços resultam em perda de tempo, tanto para os clientes quanto para os processos, até que as correções sejam feitas.

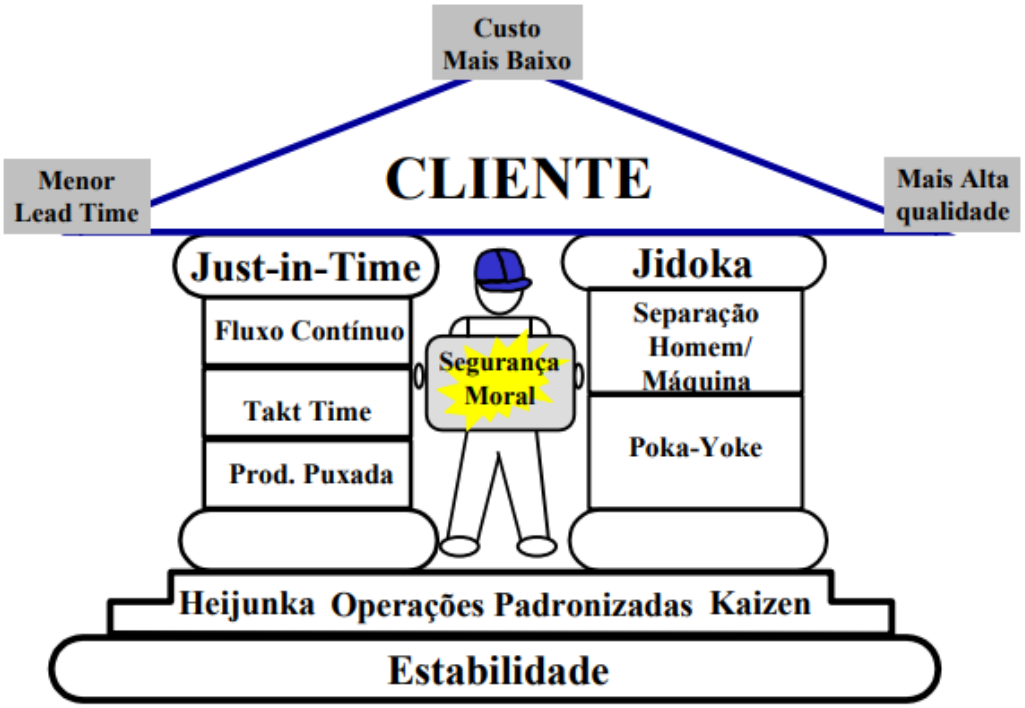
Além dos sete desperdícios mencionados, o autor Coutinho (2020) destaca a existência de um oitavo desperdício: o desperdício intelectual, que se refere à perda de talentos dentro das organizações. Isso ocorre quando as empresas não aproveitam adequadamente o conhecimento de seus colaboradores ou os alocam em funções que não permitem o pleno uso de suas habilidades e competências.

2.1.4 Estrutura do Sistema de Produção (Casa lean)

O STP, também chamado de lean manufacturing ou manufatura enxuta é caracterizado por Shingo (1996) como uma abordagem voltada para a eliminação completa de desperdícios no processo. O Sistema Toyota de Produção é estruturado sobre dois pilares: a autonomação, conhecida como Jidoka, que permite ao sistema interromper a produção automaticamente diante de um problema ou quando uma meta é alcançada; e o pilar Just in Time, que organiza a produção para que seja produzido a quantidade necessária, quando necessário (Ohno, 1997).

O STP, é representado pela estrutura de uma casa, que inclui os elementos já mencionados e outros componentes fundamentais do sistema, como mostrado na Figura 1:

Figura 1: A Estrutura do Sistema Toyota de Produção



Fonte: Ghinato (2000)

Conforme apresentado por Dennis (2008, p. 37), o sistema de produção lean está estruturado sobre dois pilares principais: estabilidade e padronização. Esses elementos formam a base que sustenta os pilares just in time e jidoka, que são responsáveis por garantir a eficiência, qualidade e agilidade dos processos produtivos.

O primeiro pilar de sustentação é representado pelo método Just in time. De acordo com Lozada (2016), essa abordagem tem como objetivo garantir que os recursos necessários para que a produção esteja disponível no momento certo e na quantidade exata, evitando excessos ou faltas. Essa prática busca alinhar o ritmo da produção com a demanda real, promovendo a eficiência e contribuindo para a eliminação de desperdícios.

Jidoka, também conhecida como autonomação, constitui o segundo pilar do Sistema Toyota de Produção. Segundo Maximiano e Terentim (2024), essa prática tem como objetivo garantir a qualidade durante o processo produtivo. O termo significa autonomação, ou seja, automação com toque humano. Quando um problema é identificado, o operador pode parar a

linha de produção para corrigir a falha imediatamente, evitando que os defeitos avancem nas etapas seguintes. O conceito surgiu com o tear automático de Sakichi Toyoda e está ligado a ferramentas como andon, poka-yoke e genchi genbutsu.

Conforme mencionado por Maximiano e Terentim (2024), o Just-in-Time sustenta-se em quatro ferramentas principais: heijunka (nivelamento da produção), eliminação do desperdício, takt time (ritmo da produção) e kanban (cartão de sinalização), sendo apoiado pela filosofia do Kaizen, que promove o aprimoramento contínuo. O heijunka refere-se ao nivelamento da produção, organizando os processos para manter um fluxo constante, evitando tanto excessos quanto faltas de materiais. Essa prática reduz a sobrecarga (*muri*), que pode comprometer a segurança e a qualidade. O takt time representa o ritmo ideal de produção para atender à demanda do cliente, sincronizando o tempo de cada ciclo produtivo com os pedidos, de forma a evitar atrasos ou desperdícios. Para Lozada (2016), o kanban é uma ferramenta visual que controla o fluxo de materiais por meio de cartões sinalizadores. Cada lote consumido gera a devolução de um cartão ao fornecedor, indicando a necessidade de reposição. Os cartões podem ser representados por cores, como verde (normal), amarelo (alerta) e vermelho (crítico), permitindo rápida tomada de decisão e evitando desperdícios.

Dessa maneira, é preciso utilizar ferramentas que garantam a estabilidade na organização. Algumas delas serão apresentadas a seguir.

2.1.5 Ferramentas do Lean Manufaturing

O Lean manufacturing envolve diversas ferramentas e técnicas voltadas para a melhoria dos processos organizacionais. Devido ao fato deste estudo ser focado na redução de desperdícios, as ferramentas apresentadas a seguir têm como objetivo minimizar esse fator no setor de ensaque da empresa em questão.

2.1.5.1 Diagrama de Ishikawa

O diagrama de Ishikawa, também chamado de diagrama de causa e efeito, é uma ferramenta visual utilizada para ajudar as organizações a investigarem as causas raízes principais de um problema. Seu objetivo é auxiliar os participantes a identificarem as causas reais que impactam os processos dentro de uma empresa (Costa; Mendes, 2018). Já para (Oliveira e Hu, 2018), o diagrama de causa e efeito tem como função demonstrar a ligação entre um “efeito” e as diversas “causas” que podem estar relacionadas à sua ocorrência. Essas causas

costumam ser classificadas em seis categorias, conhecidos como os 6M: máquina, material, mão de obra, meio ambiente, método e medida.

Conforme mencionado por Seleme e Stadler (2008, apud Costa et al., 2023), o diagrama de Ishikawa é estruturado em seis categorias, denominadas os 6M que são essenciais para o controle de qualidade em processos industriais. São elas:

Máquina

Refere-se ao funcionamento dos dispositivos utilizados no processo, enfatizando a importância da manutenção e calibração dos equipamentos para evitar falhas operacionais.

Material

Trata da análise das propriedades das matérias-primas, verificando se elas atendem aos padrões de qualidade e especificações necessárias para o processo.

Mão de Obra

é crucial avaliar se a força de trabalho está devidamente treinada e possui as competências necessárias para a execução eficiente das tarefas.

Meio Ambiente

Envolve a análise de fatores internos e externos à organização que podem afetar o desempenho do processo, como condições climáticas adversas e poluição.

Método

Refere à padronização e aos procedimentos operacionais adotados, avaliando a forma como as atividades são conduzidas e se seguem as normas estabelecidas.

Medida

Por fim, a medida diz respeito aos instrumentos de medição usados para monitorar e controlar a qualidade do processo, garantindo que os valores sejam apresentados corretamente, como tempo, temperatura ou distância.

2.1.5.2 5 Porquês

Os 5 porquês foram desenvolvidos por Taiichi Ohno, considerado o criador do Sistema de Produção Toyota, e tem como objetivo identificar a causa fundamental de um problema por meio de uma sequência de cinco perguntas "por quê", essa abordagem visa garantir que a causa verdadeira seja abordada. De acordo com Ohno, se o "por quê" fosse perguntado apenas uma vez, a causa real não seria descoberta, resultando na repetição do problema (Ohno, 1997).

Segundo Minetto Napoleão (2019), a técnica 5 Porquês pode ser usada para resolver qualquer situação em que há um problema e é necessário investigar para encontrar uma solução eficaz.

Em situações que precisam de uma análise mais profunda, o 5 Porquês pode ser usado junto com outras ferramentas de análise de causa. Nesse caso, é recomendado utilizar o Diagrama de Ishikawa, primeiro, depois, aplica-se os 5 Porquês, levando em conta as respostas e o resultado obtidos nos pontos principais do Ishikawa. Conforme Ávila de Moura (2017), após aplicar a técnica dos 5 porquês e identificar a causa raiz do problema é necessário elaborar um plano de ação para solucionar o problema.

2.1.5.3 Matriz Esforço x Impacto

Enquanto a técnica dos 5 Porquês visa identificar a origem dos problemas, a Matriz Esforço x Impacto contribui para a organização das soluções de forma estratégica.

Segundo Rabello (2023), a matriz de esforço e impacto é uma ferramenta estratégica que auxilia as organizações na avaliação e priorização de tarefas e projetos, considerando dois critérios principais: o esforço necessário para executá-los e o impacto que terão nos objetivos e resultados da empresa. De acordo com Coutinho (2023), a matriz é dividida em quatro quadrantes que cruzam os eixos de impacto (vertical) e esforço (horizontal). O impacto diz respeito aos benefícios que a tarefa pode trazer, como aumento da eficiência, melhoria nas vendas ou maior satisfação do cliente. Já o esforço avalia os recursos exigidos, como o tempo investido, o número de pessoas envolvidas e os custos financeiros.

Cada quadrante da matriz apresenta uma categoria de atividade que exige um tipo específico de decisão:

1. **Baixo esforço e alto impacto**: Essas tarefas devem ser prioridade, pois proporcionam excelentes resultados com pouco investimento. São as ações mais estratégicas, que geram um retorno elevado com esforço reduzido.
2. **Alto esforço e alto impacto**: Apesar de exigirem muitos recursos, essas atividades geram resultados significativos. Por isso, é preciso avaliar a viabilidade e o custo-benefício antes de executá-las, garantindo que os resultados justifiquem o esforço empregado.
3. **Baixo esforço e baixo impacto**: Embora não tragam grandes benefícios, essas tarefas podem ser úteis quando encaixadas em momentos de baixa produtividade ou entre outras atividades. Elas não devem ser prioridade, mas podem ser aproveitadas em momentos oportunos.

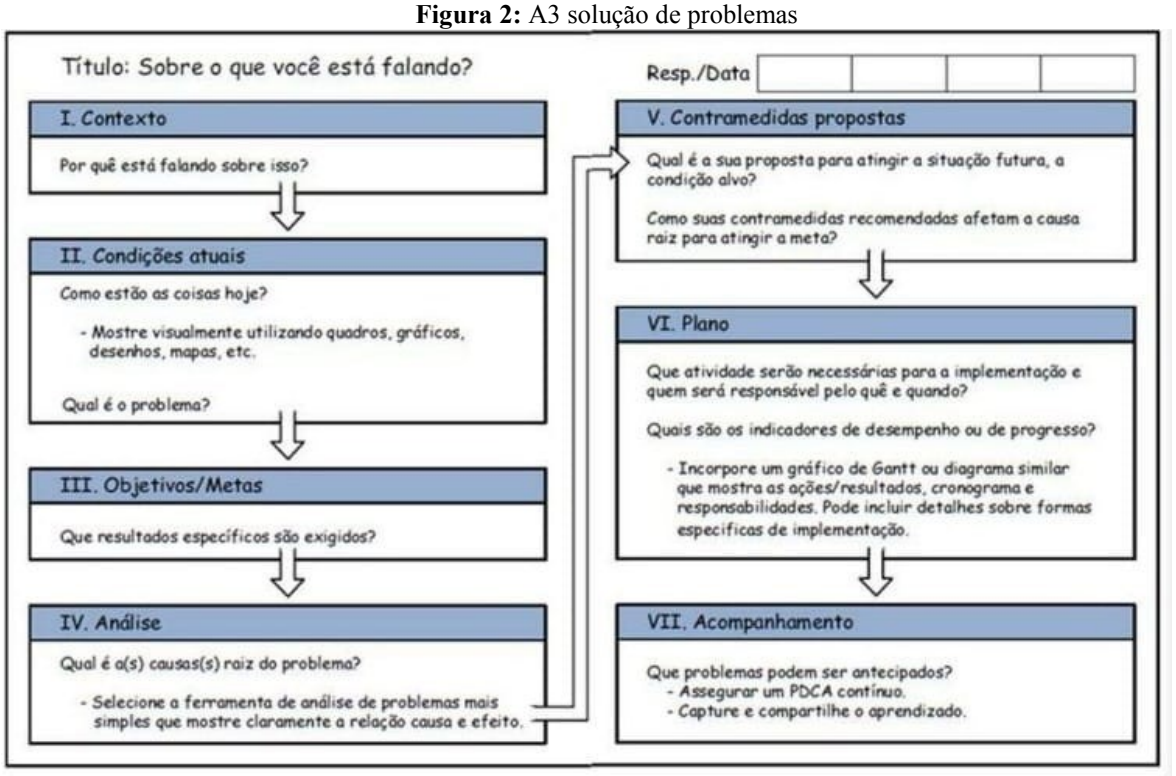
4. **Alto esforço e baixo impacto**: Esse é o quadrante mais crítico. As tarefas aqui consomem muitos recursos e oferecem pouco retorno. A recomendação é evitar essas ações sempre que possível, a menos que sejam absolutamente necessárias.

Com a correta aplicação da Matriz Esforço x Impacto, é possível tomar decisões mais assertivas, aumentar a produtividade e, ao mesmo tempo, preservar os recursos disponíveis. Essa ferramenta promove um equilíbrio entre ser eficiente, e fazer as coisas da forma correta. Dessa maneira, observa-se que a Matriz Esforço x Impacto é uma ferramenta valiosa na gestão de problemas e definição de prioridades, oferecendo suporte prático para a tomada de decisão.

2.1.5.4 Relatório A3

Conforme Shook (2008), a expressão "A3" diz respeito a uma folha de papel de dimensões internacionais, medindo 29,7 cm por 42 cm. O Relatório A3, foi desenvolvido pela Toyota, atua como uma ferramenta para resolver problemas e como um processo organizado para formar solucionadores de problemas, como exemplificado na Figura 2.

Figura 2: A3 solução de problemas



Fonte: Shook (2008)

Segundo Sobek e Smalley (2010), a metodologia A3 destaca a relevância de abordar problemas de maneira eficaz, identificando suas causas raiz e sugerindo soluções para os desafios identificados. A Toyota utiliza essa ferramenta como um roteiro sistemático para a

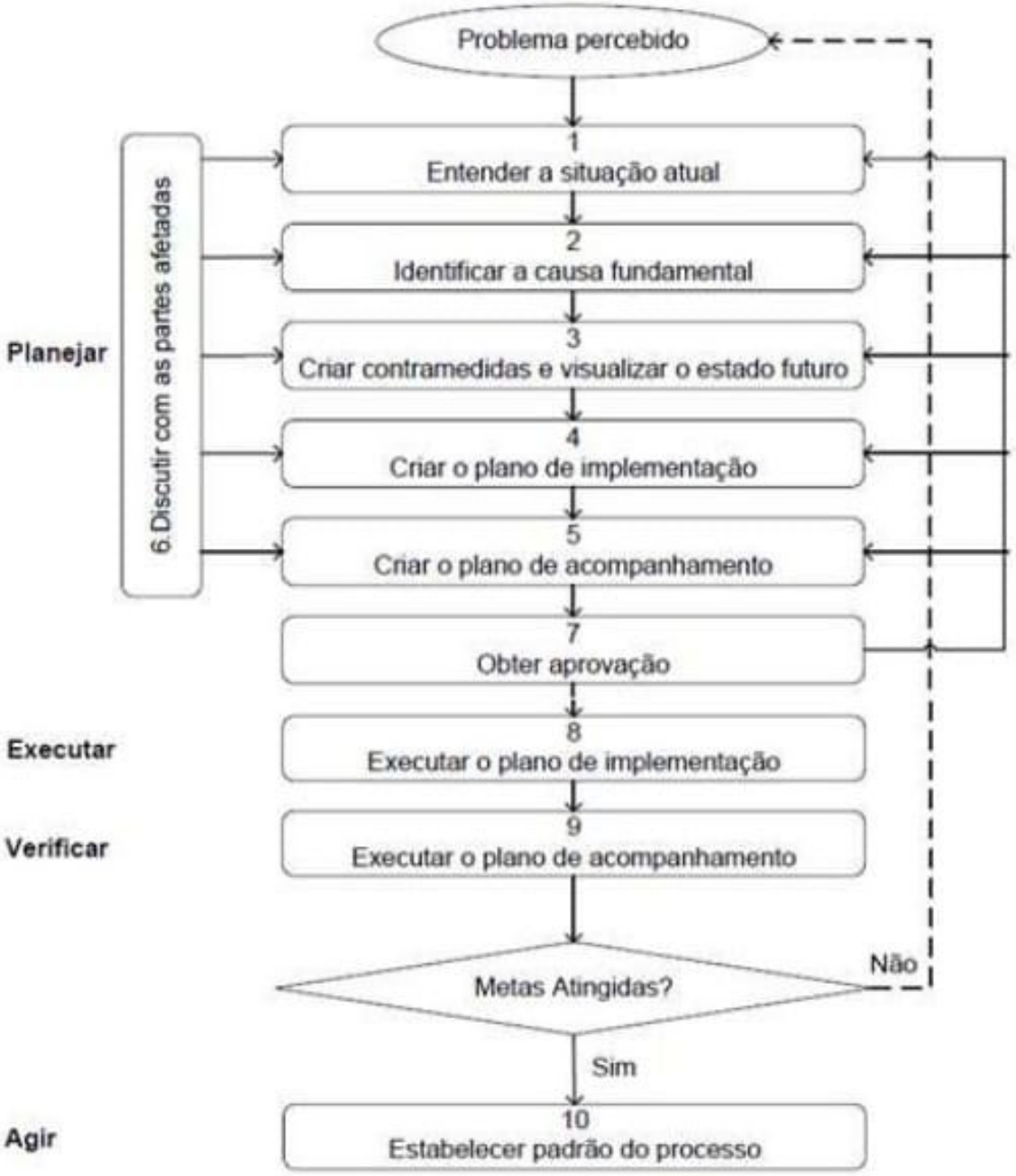
resolução de problemas, por meio de um processo rigoroso que documenta as questões principais do processo e as melhorias propostas. Shook (2008) menciona que o Relatório A3 normalmente inclui os seguintes componentes:

- **Título**: especifica o problema, tema ou questão em foco;
- **Responsável/Data**: indica quem é o "responsável" pelo problema e a data da última atualização;
- **Contexto**: apresenta o cenário do negócio e a relevância do problema;
- **Condições atuais**: descreve o conhecimento atual sobre o problema ou questão;
- **Objetivos/Metas**: define o resultado almejado;
- **Contramedidas propostas**: recomenda ações corretivas ou estratégias para abordar o problema, suprir a lacuna ou atingir um objetivo;
- **Plano**: detalha um plano de ação, especificando quem fará o quê e quando, para alcançar a meta;
- **Acompanhamento**: estabelece um processo de revisão, monitoramento e aprendizado, além de prever problemas que possam surgir.

Estrutura A3

Sobek e Smalley (2010) descrevem os passos do pensamento A3. Como ilustrado na Figura 3, há dez etapas que começam com a identificação do problema e terminam na definição do padrão do processo.

Figura 3: Processo resolução de problemas



Fonte: Sobek e Smalley (2010)

Apresenta-se a seguir uma descrição mais aprofundada de todas as fases abordadas por Sobek e Smalley (2010):

1) Entender a situação atual: este é o ponto inicial para abordar o problema. É essencial visitar o local (Gemba) pessoalmente, a fim de adquirir uma visão clara do contexto e dialogar com os envolvidos, compreendendo suas experiências relacionadas ao que ocorreu, quando e em quais circunstâncias;

2) Identificar a causa fundamental: geralmente, a causa imediata do problema é simples, mas raramente é a mais significativa. Portanto, o solucionador deve continuar a investigação em busca das causas profundas que possam evitar recorrências futuras do problema. Um método comum utilizado é a técnica dos cinco porquês, além de outras ferramentas como Seis Sigma, Diagrama de Ishikawa, entre outras;

3) Criação de contramedidas e visualizar o estado futuro: após identificar a causa raiz, é necessário planejar as modificações que serão feitas no sistema de trabalho atual. As mudanças sugeridas devem ser discutidas com os envolvidos no processo afetado, e eles devem fornecer seu feedback;

4) Criação do plano de implementação: criar um plano é fundamental para garantir que as boas ideias geradas não sejam deixadas de lado, definindo um caminho a seguir;

5) Criação do plano de acompanhamento: nesta fase, a abordagem de resolução de problemas deve incluir um plano para verificar se os resultados reais correspondem ao que foi planejado, evitando desvios. O acompanhamento é crucial para avaliar se as ações estão surtindo efeito; caso contrário, o problema deve ser reanalisado;

6) Obtenção da aprovação: qualquer alteração proposta deve ser aprovada antes de sua execução, o que possibilita um monitoramento adequado e oferece ao gerente a oportunidade de orientar e apoiar o solucionador;

7) Execução dos planos de implementação e acompanhamento: após a aprovação, os planos de implementação e de acompanhamento são postos em prática simultaneamente.

Conforme afirmam Liker e Meier (2007), a qualidade do relatório A3 é proporcional ao processo que o produz e sem um processo de resolução de problemas eficiente, não é possível alcançar e documentar as lições aprendidas, que, realmente, são os objetivos principais na elaboração do relatório.

2.1.5.5 Padronização

A padronização no contexto do Lean Manufacturing tem suas raízes no Sistema Toyota de Produção (STP), criado no Japão no pós-guerra como uma resposta à escassez de recursos e à necessidade de maior eficiência nas fábricas. Para Ohno, a padronização era essencial para criar estabilidade nos processos e servir como base para a melhoria contínua. Em sua visão, sem padrões, não seria possível identificar desvios nem promover avanços sistemáticos na produção (Ohno, 1997). Já para (Werkema, 2011), a padronização consiste em um método que

orienta a execução das atividades dentro de um processo, com o objetivo de garantir que os resultados esperados sejam obtidos e mantidos de forma consistente. Quando as tarefas são executadas de uma mesma forma, entre diferentes turnos, equipes e operadores, reduz a variabilidade de processos e contribui para a melhoria da qualidade, redução de custos, cumprimento de prazos e aumenta a segurança. No escopo do Lean Manufacturing, a definição de procedimentos padronizados para os operadores baseia-se em três pilares: o tempo takt, que determina o ritmo necessário da produção para atender à demanda; a ordem específica das tarefas desempenhadas por cada operador dentro desse tempo; e o estoque padrão necessário para a realização eficiente das operações.

De acordo com Werkema (2011), a padronização segue as seguintes etapas:

1. Identificar o processo que será padronizado e mapear as tarefas repetitivas, além de determinar os procedimentos fundamentais a serem seguidos.
2. Reunir os participantes do processo para analisar os métodos utilizados atualmente, buscando identificar o procedimento mais adequado e simplificado para a operação.
3. Realizar testes e registrar o procedimento definido de forma clara e compreensível para todos os envolvidos. O documento gerado nesta fase é denominado Procedimento Operacional Padrão (Standard Operating Procedure – SOP).
4. Divulgar amplamente o novo padrão a todos que possam ser impactados ou que possuam alguma relação com o processo.
5. Capacitar operadores e supervisores para garantir que todos executem as atividades conforme o procedimento estabelecido, de forma consistente e padronizada.
6. Realizar auditorias periódicas para garantir a aplicação dos Procedimentos Operacionais Padrão e promover melhorias contínuas, quando necessário.

Dessa maneira, a padronização é uma ótima ferramenta para garantir a qualidade dos processos, uma vez que, através dela é possível reduzir a variabilidade e facilitar o treinamento de novos colaboradores.

3 METODOLOGIA

A metodologia pode ser entendida como o caminho traçado para atingir um objetivo, representando a forma de resolver problemas e buscar respostas para necessidades e dúvidas. A metodologia científica, por sua vez, é a busca pela verdade em um processo de pesquisa ou aquisição de conhecimento, utilizando procedimentos científicos, racionais e critérios aceitos e normatizados pela ciência, conforme Michel (2015). A seguir, apresenta-se a caracterização

metodológica da pesquisa, incluindo as técnicas de coleta e análise de dados, com o objetivo de alcançar os objetivos estabelecidos para este estudo.

3.1 Caracterização da pesquisa

A pesquisa é entendida como um processo formal e ordenado que visa encontrar respostas para determinados problemas por meio do uso de métodos e procedimentos devidamente estruturados e cientificamente validados (GIL, 2019). Nesse sentido, Michel (2015) considera a pesquisa como atividade central da ciência, sendo responsável pela descoberta do conhecimento científico, e ocorrendo antes de sua divulgação, uma vez que é o próprio processo de criação do saber.

Quanto à sua natureza, a pesquisa é aplicada, pois busca utilizar o conhecimento para desenvolver soluções específicas para problemas identificados no setor de ensaque da empresa. De acordo com GIL (2008), a pesquisa aplicada se caracteriza pelo foco na aplicação e nas consequências práticas dos conhecimentos, sendo enriquecida e aprimorada com o desenvolvimento de suas descobertas, com ênfase na aplicação e utilização prática desses conhecimentos.

Em relação à abordagem do problema, a pesquisa realizada adota tanto a abordagem qualitativa quanto a quantitativa. A investigação qualitativa, como explica Minayo (2014, apud Vernaglia, 2020), busca compreender os aspectos da realidade que não podem ser reduzidos a números, concentrando-se na interpretação dos fenômenos. Por sua vez, a vertente quantitativa, segundo Decarli et al. (2018), está associada à medição e à comprovação de algo, por meio da obtenção de dados específicos sobre uma determinada situação ou realidade.

O objetivo desta pesquisa é caracterizado como descritiva, pois, conforme Gil (2019), esse tipo de investigação visa descrever características de uma população ou fenômeno, podendo também estabelecer relações entre variáveis. Destaca-se pelo uso de técnicas padronizadas de coleta de dados e é aplicada em estudos sobre aspectos demográficos, sociais, opiniões e atitudes de grupos.

Já em relação ao procedimento, foi usada a pesquisa ação que, de acordo com O'Brien (2003, apud Richardson, 2017, p. 194), "a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa que procura contribuir tanto nas preocupações práticas das pessoas numa situação-problema imediata quanto para atingir as metas das ciências sociais". Para Richardson (2017), essa abordagem tem como propósito principal tanto promover transformações práticas quanto aprofundar a compreensão teórica acerca dos fenômenos estudados, uma vez que, como o próprio termo

sugere, trata-se de um procedimento científico que integra dois objetivos fundamentais: a intervenção (ação) e a produção de conhecimento (pesquisa). Este procedimento foi selecionado devido à participação direta e ativa da autora no levantamento de dados e na resolução dos problemas identificados no setor ensaque da empresa.

3.2 Técnicas de coleta de dados

As informações utilizadas neste estudo foram obtidas por meio da observação e da análise de dados fornecidos pela própria empresa. Segundo Marconi e Lakatos (2021), a observação é uma ferramenta essencial na pesquisa, pois permite que o pesquisador identifique elementos e obtenha evidências sobre aspectos que muitas vezes passam despercebidos pelos próprios indivíduos, mas que influenciam diretamente suas ações, esse método exige que o pesquisador esteja em contato direto com a realidade estudada, sendo especialmente valioso nas fases iniciais de investigação, quando novas descobertas estão sendo feitas.

3.3 Técnicas de análise de dados

Como técnica de análise de dados para analisar os dados deste estudo, serão utilizadas as técnicas diagrama de Ishikawa, 5 porquês e relatório A3 que já foram abordadas anteriormente. Desse modo, a partir de cada ferramenta será possível identificar as possíveis causas dos problemas encontrados e, a partir disso, propor soluções de melhoria para cada uma.

3.4 Procedimentos metodológicos

A construção deste presente trabalho se iniciou com o levantamento da pesquisa bibliográfica voltada ao Lean Manufacturing, mostrando suas origens, princípios, estrutura, ferramentas utilizadas, principais práticas. Além disso, foram abordados conceitos relacionados ao beneficiamento de sementes de milho.

Na segunda etapa, as informações necessárias foram obtidas através das técnicas mencionadas, como a observação da rotina de trabalho e execução do trabalho pelos colaboradores, bem como a análise de dados disponibilizados pela empresa.

Posteriormente, foi realizada uma descrição da situação atual da organização para entender e elaborar como se dará a implementação das ferramentas no setor de ensaque para redução dos desperdícios de retrabalho e erros de embalagens, seguida de uma apresentação do

estudo, contemplando suas etapas de implementação. Por fim, foi mencionada a oportunidade de trabalhos futuros, com base na proposta aqui apresentada.

4 RESULTADOS

Nesta seção é caracterizado a empresa em estudo, descrevendo sua situação atual, identifica a problemática empresarial, apresenta a análise e os resultados do trabalho, e propõe melhorias com base na fundamentação teórica.

4.1 Caracterização da empresa

A empresa foco deste estudo é uma Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS), localizada em Minas Gerais. Sua área principal de atuação é a produção de sementes de milho certificadas, principalmente as sementes básicas. Desde 2001, a unidade atua com o beneficiamento das sementes de milho, contribuindo de forma significativa para o crescimento do setor agrícola.

Atualmente, a organização conta com três unidades de manufatura para fabricar sementes de milho: duas em Minas Gerais, incluindo a desta análise, e uma no Mato Grosso. O objetivo é fabricar sementes de qualidade, para uma produção agrícola melhor e de forma sustentável. Além disso, é um exemplo em inovação e agricultura sustentável, com várias ações para ajudar os produtores a produzir com qualidade e eficiência. Entre essas ações: a capacitação de mulheres no agronegócio, apoio à irrigação eficiente para economizar água, parcerias com agricultores e ações focadas em diversidade e inclusão.

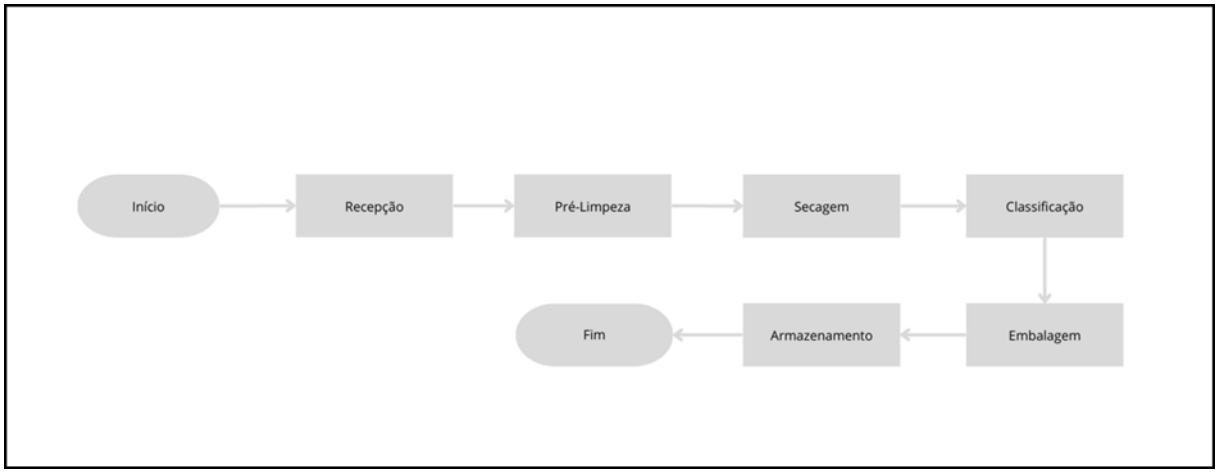
A organização investe em práticas do sistema de produção, visando à otimização dos seus processos produtivos. Incentiva toda a cadeia de produção a abraçar práticas que são sustentáveis. Possui uma estrutura contendo cinco mil funcionários, incluindo funcionários diretos e sazonais. A unidade é estruturada com salas e escritórios, balanças para pesagem, setor de armazenamento, recebimento e torre, onde acontece todo o processo produtivo para beneficiar as sementes.

4.1.1 Beneficiamento Semente de Milho

A seguir, a Figura 4 mostra o fluxograma do processo de beneficiamento de sementes utilizado pela empresa, detalhando cada etapa, desde a recepção das sementes até o

armazenamento final. Esse processo é fundamental para garantir a qualidade e viabilidade das sementes de milho, assegurando que elas atendam aos padrões necessários para uma produção agrícola eficiente.

Figura 4: Fluxograma do processo de beneficiamento



Fonte: Autora (2025)

O beneficiamento de sementes é uma etapa essencial na cadeia produtiva agrícola, especialmente em culturas de grande relevância econômica como o milho. Trata-se de um conjunto de processos técnicos que visam garantir que as sementes atinjam seu máximo potencial de germinação, vigor e desempenho agronômico. A qualidade das sementes pode ser influenciada por diversos fatores ao longo do seu desenvolvimento e pós-colheita, como temperaturas extremas durante a maturação, variações na umidade, períodos de seca, deficiências nutricionais, ataque de insetos e, principalmente, o uso inadequado de técnicas de colheita, secagem, armazenamento e beneficiamento (França Neto et al., 2016).

Dentre todas essas etapas, o beneficiamento de sementes se destaca como um processo fundamental para garantir a qualidade final do produto. Essa fase é responsável por eliminar contaminantes como vagens, torrões, ramos, insetos, sementes de outras culturas e plantas daninhas. Além disso, permite a classificação das sementes por tamanho, a remoção daquelas danificadas ou deterioradas, o tratamento com fungicidas e inseticidas quando necessário, bem como a embalagem adequada para a comercialização (França Neto, 2007).

Segundo Santa Helena Sementes (2021), esse processo é especialmente relevante na produção de sementes de milho, pois a padronização do tamanho das sementes obtida no beneficiamento contribui para uma semeadura mais uniforme e um desempenho agronômico superior. A empresa destaca ainda que a condução cuidadosa dessa etapa é essencial para evitar

danos mecânicos e a contaminação entre diferentes híbridos, conforme ressalta o professor especialista João Almir.

Peske (2003) destaca que o beneficiamento de sementes é indispensável dentro do ciclo produtivo de uma empresa sementeira, já que mesmo após um cultivo adequado, as sementes colhidas ainda contêm impurezas que devem ser removidas. O processo, que se inicia com o recebimento do material na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS), se estende até a embalagem e distribuição, buscando facilitar operações como semeadura, secagem e armazenamento, além de garantir a pureza e o vigor das sementes.

O autor salienta que o processo de beneficiamento se inicia com a recepção e a amostragem dos lotes de sementes na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS). Essa etapa é fundamental para a caracterização de cada lote, que deve ser tratado de forma individual, pois cada um possui um histórico próprio resultante de fatores como o sistema de cultivo adotado, possíveis contaminações, método de colheita, tempo de armazenamento antes da chegada à unidade de beneficiamento e condições climáticas envolvidas na produção.

Durante essa recepção, cada lote representa uma quantidade limitada de sementes com atributos semelhantes, mas que ainda pode carregar variações em virtude de seu histórico produtivo. Fatores como o tipo de manejo, a presença de sementes de plantas daninhas, o momento da colheita, as condições climáticas enfrentadas e o tempo entre a colheita e o envio à UBS interferem diretamente na qualidade do material recebido (Peske, 2003). Por esse motivo, é essencial manter os lotes separados e devidamente registrados.

Na recepção diversos dados são coletados, incluindo a procedência, o nome da gleba, o número ou letra de identificação do lote, a quantidade de sementes, a data de entrada, a espécie, a cultivar, o teor de umidade, a pureza física e a viabilidade das sementes. Esses elementos têm funções específicas no controle de qualidade. Por exemplo, o nome do produtor permite avaliar o histórico e o grau de confiabilidade, enquanto a procedência indica as condições edafoclimáticas enfrentadas durante o cultivo, influenciando diretamente no desempenho da semente.

A identificação do lote atua como o “batismo” da semente dentro da UBS, formalizando seu acompanhamento ao longo de todas as etapas. A pesagem do lote, além de controle interno, também possui importância tributária, pois as sementes são isentas de determinados impostos, como o ICMS (Peske, 2003). A data de recepção permite análises sobre a possível exposição à chuva após a maturação ou atrasos na secagem, o que pode comprometer a qualidade fisiológica.

O mesmo autor explica que o registro da espécie e da cultivar auxilia na prevenção de misturas varietais, enquanto a determinação do teor de umidade é essencial para definir a necessidade de secagem, a suscetibilidade ao dano mecânico, o potencial de armazenamento e o possível desconto em razão do excesso de água. Lotes com umidade superior a 13% sofrem desconto proporcional ao excedente, o que reforça a importância desse controle.

A pureza física das sementes, outro dado relevante citado pelo autor, está diretamente relacionada à perda esperada durante o beneficiamento, à escolha dos equipamentos e ao risco de contaminação com sementes indesejadas. Em culturas como soja, arroz e trigo, é exigido um mínimo de 98 % de pureza para que o lote possa ser comercializado legalmente. Além disso, a presença de sementes de difícil separação, como cuscuta ou arroz vermelho, exige atenção especial durante o processamento.

Por fim, é enfatizado que é de suma importância garantir a viabilidade das sementes, ou seja, sua capacidade de germinar e originar plântulas normais. O autor também destaca que o teste de germinação ainda é o método mais utilizado, mas ressalta a importância de procedimentos alternativos mais rápidos, como os testes de tetrazólio, condutividade elétrica e pH do exsudato, que fornecem diagnósticos eficazes em poucas horas ou até minutos. Esses testes são fundamentais para impedir que lotes com baixo potencial de desempenho sejam beneficiados e colocados no mercado.

Deuner e Rodrigues (2022), destacam a importância da amostragem no controle de qualidade, pois permite que se obtenha uma porção representativa do lote, necessária para a realização de análises laboratoriais confiáveis. Essa prática, regulamentada por normas específicas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), exige rigor técnico no processo de coleta, garantindo que mesmo uma quantidade reduzida de sementes seja capaz de refletir com precisão as características do lote como um todo. A adoção correta dos procedimentos, métodos e equipamentos descritos na legislação assegura que os resultados obtidos nas análises representem fielmente o material semeado, contribuindo assim para a rastreabilidade e eficiência do processo produtivo.

Pré-limpeza

Após a recepção e caracterização dos lotes, o processo de beneficiamento segue com a pré-limpeza das sementes que é uma etapa fundamental no processo de beneficiamento de grãos, cuja principal função é a remoção de impurezas, materiais estranhos e grãos danificados antes do armazenamento. Essa prática é realizada por meio de equipamentos que utilizam

correntes de ar e peneiras com diferentes perfurações, a fim de separar os grãos dos resíduos maiores ou menores que eles (Schropfer et al., 2018).

Secagem

A etapa de secagem das sementes de milho é crucial no processo de beneficiamento, pois visa reduzir o teor de umidade das sementes para níveis ideais, evitando a deterioração e a proliferação de fungos e bactérias. A secagem pode ser realizada de duas formas: natural ou artificial. No caso da secagem natural, o processo depende das condições climáticas e do tempo disponível, o que pode resultar em uma secagem desigual e demorada. Já a secagem artificial, realizada com secadores, permite um controle mais preciso da temperatura e da umidade, acelerando o processo e garantindo que as sementes atinjam a umidade ideal para o armazenamento (Rohrig, 2022).

Classificação

Após a secagem, as sementes de milho são classificadas, uma etapa que tem como objetivo separar os grãos conforme o seu tamanho e qualidade. Este processo é importante para assegurar que as sementes a serem utilizadas na semeadura possuam características semelhantes, o que contribui para uma plantabilidade mais uniforme. A separação por tamanho também facilita a distribuição das sementes no solo, melhorando a eficiência da germinação e o desenvolvimento das plantas. A classificação pode ser feita manualmente ou utilizando máquinas, dependendo da escala da produção, mas, em todos os casos, visa garantir que apenas sementes de alta qualidade sejam utilizadas para o plantio (Rohrig, 2022).

Embalagem

De acordo com Carvalho e Nakagawa (2000, apud Oliveira et al., 2021), a etapa de embalagem envolve o ensacamento das sementes previamente submetidas à limpeza, classificação e, quando necessário, ao tratamento com agentes químicos. Essas sementes são então acondicionadas em embalagens específicas para cada espécie. Trata-se de uma etapa essencial, pois visa assegurar a conservação da qualidade das sementes durante o armazenamento. A escolha adequada do tipo de embalagem é importante para manter a integridade do material e garantir sua viabilidade até o momento da semeadura.

Armazenamento

O armazenamento das sementes de milho é uma etapa crítica para preservar sua qualidade até o momento da semeadura. Para evitar a deterioração e a perda de viabilidade, as sementes devem ser armazenadas em locais secos, ventilados e com temperatura controlada. O uso de silos apropriados, com sistema de aeração, é uma prática recomendada para garantir que as sementes mantenham a umidade ideal e não desenvolvam fungos ou outras patologias. Além disso, o monitoramento constante das condições de armazenamento é essencial para evitar problemas que possam comprometer a qualidade das sementes. Um bom armazenamento contribui significativamente para a longevidade das sementes e para o sucesso da colheita seguinte (Rohrig, 2022).

Conforme Previero (2001), a produção, o beneficiamento e a comercialização de sementes são processos dinâmicos que exercem uma influência significativa na agricultura, tornando-se um dos insumos mais essenciais.

Em resumo, o beneficiamento de sementes de milho é uma etapa fundamental para garantir o desempenho do plantio no campo.

4.2 Mapeamento da realidade empresarial

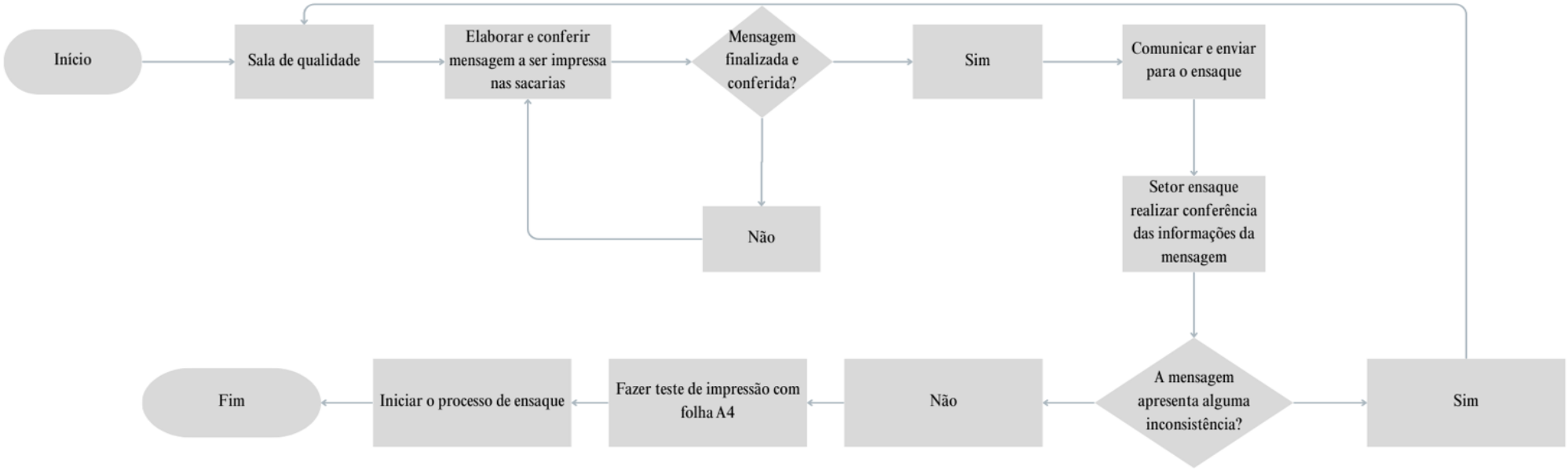
Durante a safra IN24, foi identificado um desvio no indicador chave de desempenho (KPI) relacionado à porcentagem de embalagens sem erro. A meta estipulada para esse indicador é de 99 %, contudo, o desempenho alcançado foi de 98,8 %, demonstrando um pequeno, porém significativo, desvio. Embora o percentual pareça próximo do objetivo, este resultado revela a existência de falhas que geram impactos significativos na operação.

Os principais problemas observados estão associados a erros nas embalagens, como informações incorretas na criação da mensagem da sacaria, erros de impressão, erros de costura, e outras ocorrências relacionadas ao reprocessamento do material, como contagem errada de sementes ou erros na peneira. Tais falhas comprometem diretamente o KPI de embalagem sem erro, no qual impacta o atingimento da meta, resultando em retrabalho, aumento no consumo de embalagens e, em caso mais crítico, no envio do produto incorreto ao cliente final. Esses erros podem gerar sérios impactos para a organização, especialmente quando atingem diretamente o consumidor final. Nesses casos, comprometem a imagem da empresa no mercado e geram insatisfação por parte dos clientes.

Visando a mitigação desses problemas e a eficiência do processo de ensaque, a empresa optou pela aplicação de ferramentas do *Lean Manufacturing*. Essa abordagem busca a eliminação de desperdícios e a otimização dos processos produtivos por meio de soluções simples e eficazes. O foco inicial foi a redução ou eliminação de embalagens com erro, promovendo maior controle, padronização e qualidade na etapa final de embalagem.

A implementação das ferramentas *Lean* foi orientada por um processo de análise crítica da situação atual, no qual foi evidenciado os principais gargalos e oportunidades de melhoria. Dessa forma, a atuação no setor de ensaque representou uma iniciativa para assegurar a excelência operacional. A Figura 5 apresenta o fluxograma do setor ensaque.

Figura 5: Fluxograma setor ensaque



Fonte: Autora (2025)

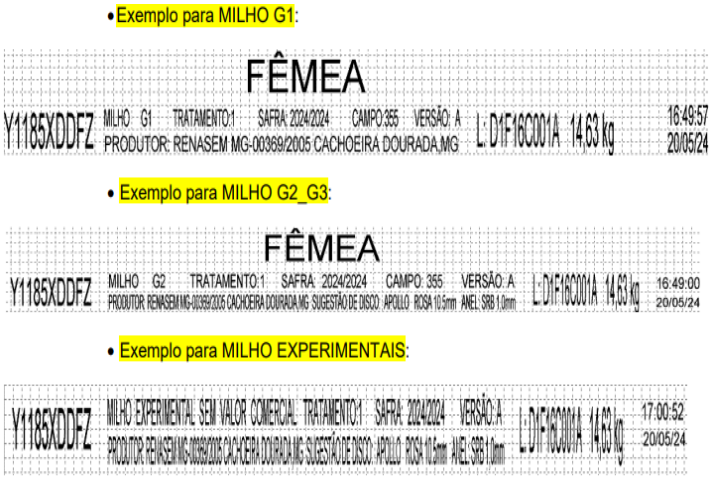
No processo de ensaque, a sala de qualidade é responsável por elaborar a mensagem e conferir os dados de identificação que serão impressos nas sacarias. Após a criação da mensagem, a sala de qualidade notifica o ensaque para que este possa prosseguir com o processo.

Em seguida, o operador verifica as informações da mensagem com base no arquivo de plantabilidade, cálculo para ensaque e autorização de ensaque, para garantir a precisão dos dados. Depois da conferência, o operador realiza um teste de impressão com uma folha A4 na impressora, assegurando que a mensagem será impressa corretamente nas sacarias e verificando a qualidade da impressão. As informações contidas na mensagem são as seguintes: Primeira linha: nome do material, tipo de material, geração, safra, campo, versão, data e horário.

Segunda linha: sugestão de disco, cor do disco, número do disco, anel (liso/rebaixado/semi-rebaixado), lote, peso de impressão (sacaria) com duas casas decimais, unidade, letra minúscula, fonte Calibri.

A Figura 6 apresenta o modelo correto para a impressão da mensagem nas sacarias.

Figura 6: Modelo correto para impressão nas sacarias



Fonte: (Fornecida pela empresa)

Neste trabalho, foram analisadas as questões diretamente relacionadas ao setor de ensaque, uma vez que ele desempenha um papel fundamental no processo de beneficiamento de sementes, garantindo que o produto seja entregue com qualidade.

4.3 Propostas de melhoria

Com base na problemática empresarial identificada, utilizou-se como referência a fundamentação teórica das ferramentas descritas no Lean Manufacturing. A partir dos levantamentos bibliográficos e do mapeamento da situação atual da empresa, buscou-se propor melhorias voltadas à redução dos erros nas sacarias.

Diante do exposto, o problema foi encarado como uma missão de 90 dias, com a participação da equipe do setor na identificação das causas raízes. Com isso, foram realizadas reuniões com o supervisor e os funcionários ligados ao processo, com o objetivo de descobrir as causas do problema. Esse formato foi adotado com o objetivo de promover agilidade na resolução do problema, por meio de um ciclo de trabalho curto e com foco no resultado. A missão de 90 dias teve início em junho de 2024 e, ao longo desse período, a equipe envolvida atuou com maior autonomia e colaboração, com foco em soluções práticas. Essa abordagem permitiu que as ações implementadas fossem direcionadas para minimizar e eliminar o problema identificado.

Dessa forma, com o objetivo de solucionar o problema relacionado às embalagens com erro no processo de ensaque, foi elaborado um relatório A3. Por apresentar uma abordagem estruturada e estratégica, essa ferramenta permitiu identificar e organizar as causas dos erros, separando-as de acordo com os principais fatores que afetam o processo.

Assim, as propostas de melhoria apresentadas neste estudo foram fundamentadas tanto nas observações práticas quanto nos conceitos teóricos que fundamentam as ferramentas descritas.

A construção do relatório foi realizada em conjunto com uma mentora da empresa estudada. O processo teve início com a percepção do problema relacionado às embalagens com erro, o relatório foi estruturado a partir de considerações iniciais, nas quais se estabeleceu o contexto do trabalho e a relevância do problema abordado. Nessa etapa, definiu-se o problema como o desvio no indicador chave de desempenho (KPI) de embalagens sem erro, o qual tem gerado retrabalho e dificultado o alcance da meta estabelecida pela empresa.

A seguir, serão descritas as etapas seguidas na construção do relatório A3 para a resolução do problema. Cada passo desempenha um papel fundamental no processo, pois é por meio dessa estrutura que é possível analisar a situação de forma sistemática e propor soluções eficazes.

1. Definição do Problema:

Durante a safra IN24 (Inverno24), processada de abril a setembro de 2024, em Minas Gerais, observou-se que o KPI de Embalagens sem Erro não atingiu a meta de 99 %, ficando em 98,8 %. Esse desvio comprometeu a eficiência do processo produtivo, resultando em um consumo excessivo de embalagens e causando retrabalho. Além disso, quando as embalagens com erro não são descartadas corretamente, elas podem chegar ao cliente final, gerando impactos significativos, como plantio incorreto, descarte inadequado das sacarias, o que pode levar à falta de sementes para o plantio. Este A3 foi elaborado no período de junho a setembro de 2024, com o objetivo de identificar os principais motivos desses desvios nas embalagens e implementar melhorias para garantir uma maior eficiência no processo.

2. Análise da Situação Atual

O KPI de embalagens sem erros, que monitora a quantidade de embalagens produzidas sem perdas, está abaixo da meta estabelecida. Ao longo da safra IN24, foram ensacados 24.256 sacos no período da análise do problema de perdas de embalagens, abordado na primeira etapa de definição do problema, realizada em junho de 2024. Nesse mesmo período, ocorreram 460 perdas de embalagens, o que representou 1,9 % do total acumulado, conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 1- KPI de embalagem abaixo da meta

Safra	Soma de Quantidade de Sacos Produzidos	Soma de Total Perdas Embalagens	% de Embalagens com erro	% Resulatdo Safra
IN23	130. 700	800	0,6%	99,39%
IN24	24.256	460	1,9%	98,14%

Fonte: Autora (2025)

Este indicador é monitorado diariamente na reunião de segundo nível (DMS2), conforme apresentado na tabela 2. Durante a safra IN24, foram registrados desvios em 32 dias, o que corresponde a 42 % dos dias analisados.

Tabela 2 - Ilustração do acompanhamento do KPI durante as reuniões semanais

IN24 29/07/24 - 04/08/24	Safra Semana	**29/07/24** **Seg**	**30/07/24** **Ter**	**31/07/24** **Qua**	**01/08/24** **Qui**	**02/08/24** **Sex**
Embalagens sem erros	**≥ 99,0%**	91,49%	81,14%	99,14%	99,43%	63,91%
IN24 05/08/24 - 11/08/24	Safra Semana	**05/08/24** **Seg**	**06/08/24** **Ter**	**07/08/24** **Qua**	**08/08/24** **Qui**	**09/08/24** **Sex**
Embalagens sem erros	**≥ 99,0%**	99,59%	99,36%	99,58%	98,63%	97,93%
IN24 19/08/24 - 25/08/24	Safra Semana	**19/08/24** **Seg**	**20/08/24** **Ter**	**21/08/24** **Qua**	**22/08/24** **Qui**	**23/08/24** **Sex**
Embalagens sem erros	**≥ 99,0%**	96,30%	99,54%	94,32%	98,81%	99,21%

Fonte: Autora (2025)

No processo de ensaque, que é etapa final da embalagem das sementes, podem surgir erros que afetam o KPI de embalagens sem erro. Entre os principais erros estão erro de impressão, costura e outras ocorrências.

Os erros de impressão podem resultar em mensagens borradas, desalinhadas ou com informações faltando. Já os erros de costura envolvem quebra da linha, desalinhamento ou desregulagem da faca de corte. Além disso, outras ocorrências podem ser causadas por reprocessamento do material, como contagem errada de sementes ou erros na peneira.

É importante destacar que a mensagem impressa nas sacarias deve atender rigorosamente ao padrão de qualidade estabelecido, garantindo que todas as informações estejam claras, legíveis e corretas.

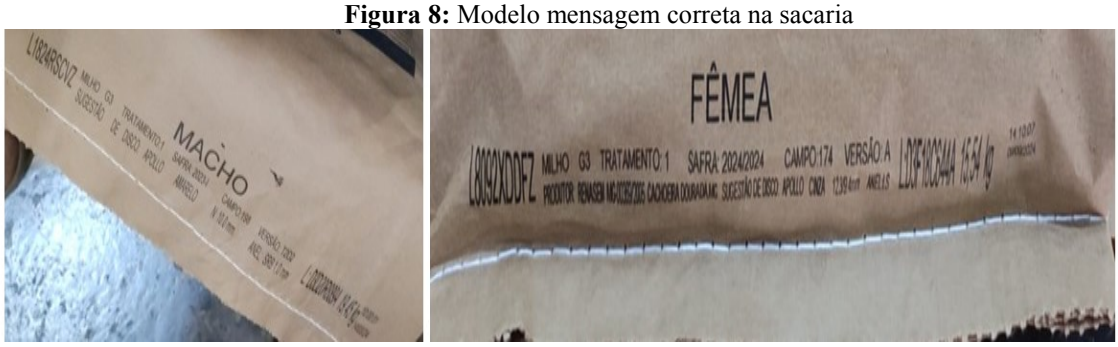
Nas Figuras 7 e 8, são ilustrados exemplos de embalagens com erros de impressão (mensagens incompletas e borradas), e o modelo da mensagem correta na sacaria.

Figura 7: Exemplos de embalagens com erros de impressão

Fonte: Autora (2025)

Exemplos da mensagem padrão impressa na sacaria (mensagem completa mostrando todas as informações de acordo com o padrão de qualidade).

Figura 8: Modelo mensagem correta na sacaria

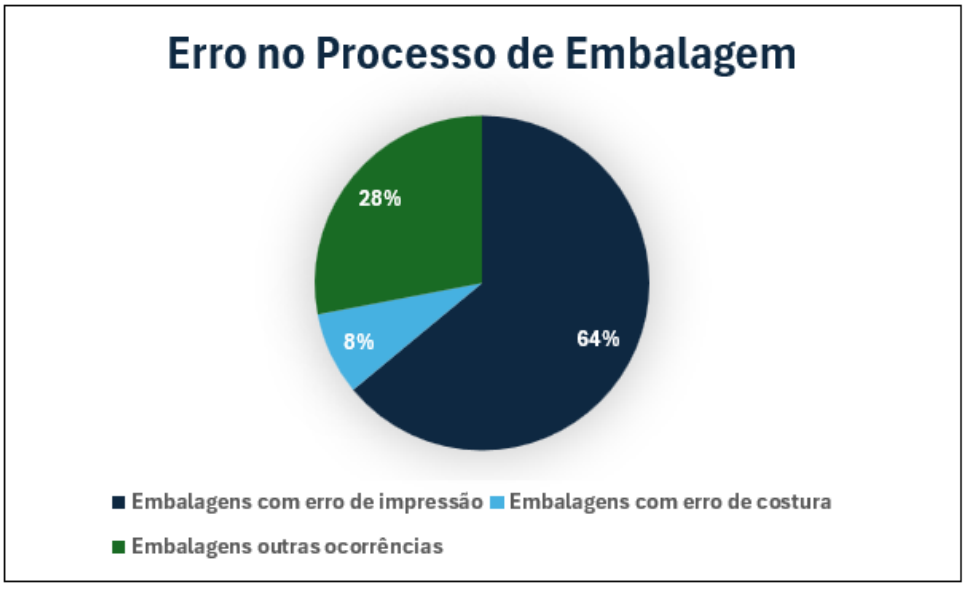


Fonte: Autora (2025)

Ao analisar os dados da safra IN24, foi identificado que 64% dos principais motivos de perdas de embalagens da safra estão associados a “erro de impressão”, 28% correspondem a “outras ocorrências” que podem ser devido a erro de confecção da mensagem, interferência da queda de erro de energia ou algum outro motivo e 8% representam o “erro de costura”.

O gráfico da Figura 9 de erro no processo de embalagem apresenta as perdas identificadas.

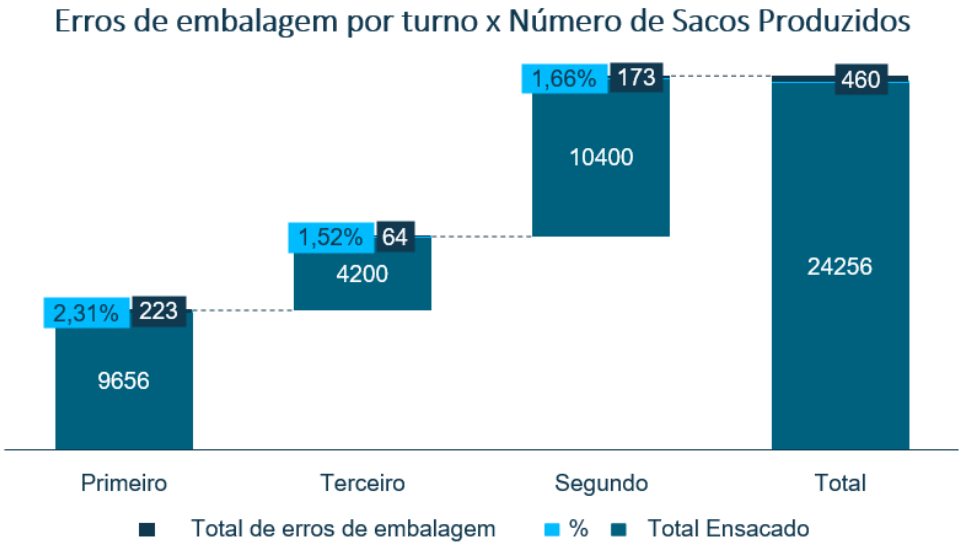
Figura 9: Gráfico erro no processo embalagem



Fonte: Autora (2025)

Deste total geral de embalagens com erro, 2,31% ocorreram no primeiro turno, o que equivale a 223 perdas para produzir 9.656 sacos de sementes de milho como é mostrado na Figura 10.

Figura 10: Erros de embalagens por turno x Número de Sacos Produzidos



Fonte: Autora (2025)

Os dados analisados evidenciam que a maior parte das perdas está relacionada a erros de impressão, com destaque para o primeiro turno de operação. Diante desse cenário, foram estabelecidos o estado desejado e os objetivos esperados para orientar as ações de melhoria.

3. Descrição do Estado Desejado e Objetivos Esperados

O estado desejado com esta iniciativa é reduzir os erros nas embalagens durante o processo de ensaque na usina de beneficiamento de sementes, localizada em Minas Gerais, com o objetivo de alcançar menos de 1 % de embalagens com falhas.

Para atingir esse estado, foram definidos os seguintes objetivos esperados:

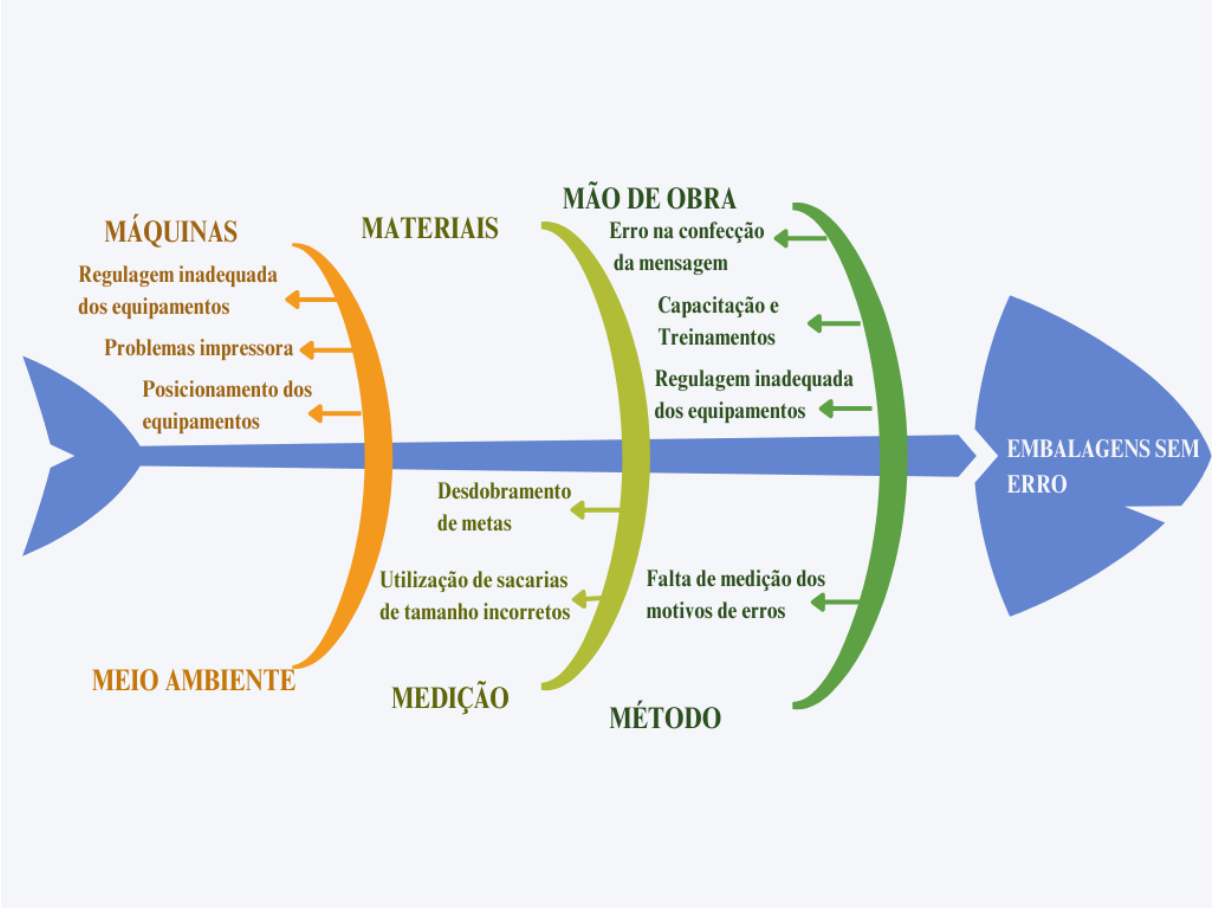
- Reduzir os custos com a aquisição de embalagens;
- Minimizar as perdas de embalagens durante o processo produtivo;
- Eliminar retrabalhos relacionados ao ensaque;
- Elevar a qualidade do processo de ensacamento;
- Melhorar a eficiência operacional como um todo;
- Aumentar a satisfação dos clientes por meio da entrega de um produto com qualidade.

Com os objetivos claramente definidos, o próximo passo do relatório consiste na identificação e análise das causas raízes que contribuem para as falhas nas embalagens.

4. Determinação das Causas Raízes

Para identificar as causas do problema, foi utilizado o Diagrama de Ishikawa, que permitiu identificar e organizar as causas dos erros nas embalagens, reunidas por fatores que afetam o processo. Essa ferramenta possibilitou visualizar de forma estruturada os possíveis motivos das falhas, facilitando o entendimento dos pontos críticos. Conforme mostrado na Figura 11, as causas-raiz estão associadas aos 4M's do Diagrama de Ishikawa: Mão de Obra, Máquinas, Medição e Método.

Figura 11: Diagrama de Ishikawa



Fonte: Autora (2025)

Conforme apresentado anteriormente, as causas foram agrupadas segundo os 4Ms do Diagrama de Ishikawa. Cada uma delas possui sub-causas que ajudam a entender com mais clareza a origem dos erros nas embalagens. A seguir, estão descritas as sub-causas, que contribuíram diretamente para as falhas ocorridas no processo de ensaque:

Mão de Obra

A causa relacionada à mão de obra abrange três erros principais: erro na confecção da mensagem, capacitação e treinamentos e regulagem inadequada dos equipamentos.

Erro na Confecção da Mensagem

- **Mensagem com erro na descrição das informações:** A mensagem impressa na sacaria pode apresentar erros na forma como as informações são descritas, resultando em mensagem incompleta.
- **Mensagem de impressão faltando informações**: Informações essenciais, como lote, safra e linhagem, essas informações ausentes na sacaria comprometem a qualidade da embalagem.
- **Falha na conferência das informações**: A verificação das informações na sacaria não é realizada de forma eficiente, permitindo que erros passem despercebidos.

Capacitação e Treinamentos

- **Ausência de treinamento periódico**: A falta de treinamentos compromete a qualificação dos colaboradores e aumenta a probabilidade de falhas.
- **Colaborador (backup) sem experiência**: Operadores substitutos ou menos experientes podem não ter o conhecimento necessário do processo de ensaque, o que afeta a qualidade.
- **Alta rotatividade de operadores no ensaque**: A troca frequente de operadores dificulta a padronização do processo, contribuindo para a ocorrência de erros.

Regulagem Inadequada dos Equipamentos

- **Regulagem manual da costuradeira e impressora**: A falta de uma regulagem padrão e precisa desses equipamentos pode gerar falhas no processo de embalagem.
- **Posicionamento do sensor errado**: O sensor responsável pela detecção e impressão da mensagem quando mal posicionado, causa falhas na impressão das informações nas sacarias.

- **Parâmetros de ajuste não configurados de forma correta**: A configuração incorreta dos parâmetros nos equipamentos pode levar a erros recorrentes durante o processo de ensaque.

Máquinas

A causa relacionada à máquina abrange três erros principais: regulagem inadequada dos equipamentos, problemas impressora e posicionamento dos equipamentos.

Regulagem Inadequada dos Equipamentos

- **Regulagem da faca da costuradeira**: Quando não ajustada corretamente, pode gerar falhas na costura.
- **Oscilação de ar comprimido**: A variação de ar comprimido prejudica o funcionamento dos equipamentos, provocando interrupções ou erros.
- **Ausência de manutenção preventiva**: A falta de manutenção e ajustes regulares aumenta as falhas mecânicas e perdas operacionais.
- **Regulagem padrão desconhecida**: A inexistência de um padrão de regulagem dificulta a configuração correta dos equipamentos.

Problemas na impressora

- **Cabeçote de impressão entupido**: Impede a transferência da tinta, resultando em mensagens ausentes ou incompletas nas embalagens.
- **Ciclo de limpeza durante a impressão**: A configuração errada do tempo de ciclo de limpeza prejudica o desempenho da impressora.

Posicionamento dos equipamentos

- **“Batidas” contra a sacaria devido ao posicionamento da impressora**: Um posicionamento inadequado da impressora pode causar falhas na impressão.
- **Suporte não posicionado corretamente (sensor)**: A posição incorreta do sensor compromete a leitura e o funcionamento.

- **Configuração da posição dos equipamentos desconhecida**: A ausência de informações padronizadas sobre o layout e o posicionamento dificulta a regulagem correta.

Medição

A causa relacionada à medição abrange dois erros principais: desdobramento de metas e utilização de sacarias de tamanho incorretos.

Desdobramento de Metas

- **Novo método de ensaque por demanda**: Ensacar somente quando há solicitação de material pode estar contribuindo para o aumento de erros.
- **Falta de visibilidade do indicador**: A ausência de conhecimento, por parte dos colaboradores, sobre as metas e indicadores relacionados ao processo pode impactar negativamente o desempenho e contribuir para falhas.
- **Dúvidas quanto à capacidade do processo**: A falta de clareza sobre a real capacidade do processo dificulta o controle e pode gerar erros operacionais.

Utilização de Sacarias com Tamanhos Incorretos

- **Cálculo incorreto das 60 mil sementes**: Erros na contagem das sementes comprometem a escolha adequada das sacarias, impactando no processo e aumentando as falhas.
- **Uso inadequado das sacarias**: Mesmo com a informação correta sobre peso e tamanho disponíveis, o uso incorreto por parte do colaborador durante o ensaque pode gerar falhas na costura e nas mensagens do processo.

Método

A causa relacionada ao método abrange um erro principal: falta de medição dos motivos de erros.

Falta de Medição dos Motivos de Erros

- **Inexistência de procedimentos padronizados para registro de perdas de embalagem**: A ausência de um procedimento compromete a rastreabilidade dos erros e dificulta o mapeamento de causas.
- **Falta de procedimento de controle de qualidade no ensaque**: A inexistência de um documento que padronize e controle a qualidade do ensaque contribui para perdas e variações no processo.

Diante das causas e sub-causas identificadas, ficou evidente que os erros no processo de ensaque estão relacionados a diversos fatores, como falhas operacionais, falta de padronização e ausência de treinamento adequado para os colaboradores.

Simultaneamente, a ferramenta dos 5 Porquês foi empregada, permitindo uma análise aprofundada das origens do problema identificado. Através da persistente pergunta "por quê?" cinco vezes, a causa foi esclarecida, possibilitando a criação de propostas de soluções eficazes.

1. Por que estão ocorrendo erros de impressão nas embalagens?

Porque as informações impressas nas sacarias não estão saindo completas, estão borradas ou faltando.

2. Por que as informações estão saindo incompletas, borradas ou faltando?

Porque a impressora está com falhas na regulagem, como desalinhamento da mensagem, configurações incorretas e sacaria esbarrando na guia da impressora.

3. Por que a impressora apresenta falhas na regulagem e sacaria esbarrando na guia direcionadora para impressão?

Porque não há um ajuste técnico adequado antes do início das atividades e a verificação do posicionamento da sacaria nem sempre é realizada de forma padronizada.

4. Por que não há um ajuste técnico adequado nem verificação padronizada do posicionamento?

Porque falta um procedimento operacional definido para orientar a regulagem do equipamento e a checagem do equipamento antes do início da operação.

5. Por que falta um procedimento operacional definido para essa atividade?

Porque o processo de impressão ainda não foi formalmente documentado ou priorizado na padronização das rotinas do setor, o que dificulta a prevenção de falhas e a responsabilização por ajustes incorretos.

5. Desenvolvimento e Seleção das Possíveis Soluções

Com os problemas identificados na etapa anterior, esta fase tem como objetivo o desenvolvimento de possíveis soluções para as falhas encontradas. O foco principal está em propor ações que realmente ataquem a origem dos desvios. Por isso, as soluções sugeridas precisam ser realistas, viáveis dentro da realidade da empresa e compatíveis com os recursos disponíveis. A ideia é que elas possam ser colocadas em prática de forma efetiva, contribuindo para corrigir e, sempre que possível, evitar que o problema volte a acontecer.

Dessa forma, com as causas-raiz bem mapeadas, foram propostas ações de melhoria imediatas, como: treinamento dos colaboradores, elaboração de instrução de trabalho, padronização da regulagem dos equipamentos, entre outras medidas. Essas ações foram organizadas no plano de ação, considerando sua aplicação prática no ambiente produtivo.

Entretanto, como nem todas as ações podem ser executadas de imediato, foi necessário realizar uma priorização. Para isso, foi preciso organizar as ideias e definir quais ações deveriam ser priorizadas. Neste contexto, foi utilizada a matriz esforço x impacto que é uma ferramenta bastante conhecida e utilizada no relatório A3 em processos de melhoria, justamente por ajudar a tomar esse tipo de decisão. Ela permite cruzar dois pontos importantes: o quanto cada ação pode melhorar o processo e o quanto ela exige para ser colocada em prática, de acordo com as prioridades sendo analisado o esforço despendido e o impacto gerado.

Para a construção da matriz, foram definidos critérios específicos de avaliação. Quanto ao **impacto**, os valores atribuídos foram:

- 0: não tem impacto;
- 75: impacto baixo (ameniza o efeito);
- 225: impacto médio (elimina o efeito);
- 300: impacto alto (elimina a causa).

Já para o **esforço**, os seguintes pesos foram considerados:

- 1: previsto em práticas Lean;
- 3: esforço baixo (execução em menos de 3 meses);
- 6: esforço médio (demanda mais de 3 meses);
- 8: esforço alto (demanda investimento interno);
- 10: esforço alto (demanda investimento Capex).

Depois de aplicar esses critérios e organizar as propostas dentro da matriz, foi possível ter uma visão mais clara de quais ações priorizar. Essa etapa permitiu visualizar, de maneira

prática, quais ações trazem maior benefício com menor esforço, contribuindo diretamente para a tomada de decisão.

A Figura 12 mostra o resultado da priorização, a matriz aplicada ilustra a distribuição das soluções conforme seu nível de esforço e o impacto esperado na melhoria do projeto.

Figura 12: Matriz esfoço x Impacto

Matriz Esforço x Impacto - Priorização das Soluções

Alto impacto / Baixo esforço	**Alto impacto / Alto esforço**
7 - Realizar treinamento com o fornecedor da impressora, incluindo todos os operados do ensaque 9 - Construir Instrução de Trabalho referente às regulagens ideais dos equipamentos (impressora, ensacadeira e costuradeira) 10 - Realizar demarcação física no chão do local do posicionamento correto da base do sensor da impressora 11 - Reforçar treinamento com o operadores backup da linha de ensaque	5 - Instalar guia direcionador de sacarias na linha de ensaque 15 - Adquirir impressora automática, conectada a rede de automação
Baixo impacto / Baixo esforço	**Baixo impacto / Alto esforço**
1 - Criar um indicador de monitoramento de embalagens com erro devido a "Erro de Mensagem" 2 - Monitorar, na sala de qualidade, indicador de embalagens com erro devido a Erro de Mensagem 3 - Revisar quadro de reunião diária do Ensaque e incluir monitoramento do indicador de embalagens sem erro 4 - Incluir na planilha de monitoramento uma coluna referente ao motivo "Mensagem Incorreta" 6 - Agendar visita do técnico da impressora 12 - Definir os operadores backups das linhas de ensaque para reduzir a rotatividade de Mão de Obra do setor 17 - Confeccionar e disponibilizar em área um banner com os principais direcionamentos sobre as regulagens dos equipamentos 18 - Fazer pausa com o time do ensaque referente as sacarias que foram armazenadas com erro de impressão 19 - Incluir no procedimento de ensaque tipos de impressão que são fora do padrão 20 - Incluir no procedimento de ensaque a orientação do descarte das embalagens com erro 21 - Incluir no procedimento de ensaque a orientação para utilizar uma folha A4 para fazer o teste da impressão 22 - Definir a equipe de ensaque com colaborador fixo e backup e disponibilizar no quadro de gestão da área 23 - Fazer no quadro da reunião diária o acompanhamento da visita do técnico da impressora (data da visita realizada x a data da visita planejada)	

I M P A C T O

E S F O R Ç O

Fonte: Autora (2025)

Após a aplicação da matriz, ficou claro quais soluções possuem maior impacto com menor esforço de execução. Essas ações foram priorizadas justamente por oferecerem resultados mais rápidos e com o uso eficiente dos recursos disponíveis. Já as soluções que exigem um esforço maior, embora também relevantes, foram planejadas para etapas futuras, considerando o tempo, investimento e complexidade envolvidos.

6. Plano de Ação

Após a formalização e priorização das soluções, esta fase concentra-se na definição das contramedidas a serem adotadas para solucionar os problemas identificados. Com base na priorização estabelecida pela matriz esforço x impacto, foi construído o plano de ação, contendo todas as medidas a serem executadas, assim como os responsáveis por cada uma delas e os respectivos prazos. A Tabela 3 apresenta o plano de forma detalhada.

Tabela 3: Cronograma do plano de ação

CRONOGRAMA				
Nº	**Ação**	**Responsável**	**Prazo**	**Obs**
1	Criar um indicador de monitoramento que permita acompanhar as embalagens com erro devido a "Erro de Mensagem"	Gestão Visual	01/10/2024	
2	Acompanhar, na sala de qualidade, quantas embalagens apresentam erro devido de Mensagem	Gestão Visual	20/10/2024	
3	Atualizar quadro de reunião diária do setor e incluir monitoramento do indicador de embalagens sem erro	Gestão Visual	26/10/2024	
4	Adicionar na planilha de monitoramento a coluna referente ao motivo "Mensagem Incorreta"	Eng. de Processos (a)	10/11/2024	
5	Instalar um guia direcionador de sacarias na linha de ensaque	Focal da Melhoria	21/08/2024	Necessário nota de man
6	Agendar visita do técnico da impressora	Focal da Melhoria	24/08/2024	
7	Realizar treinamento com o fornecedor (técnico) da impressora, incluindo todos os operados do setor	Focal da Melhoria	28/08/2024	
8	Elaborar instrução de Trabalho referente às regulagens ideais dos equipamentos (impressora e costuradeira)	Supervisor	20/08/2024	
9	Fazer demarcação física no chão do local do posicionamento correto da base do sensor da impressora	Focal da Melhoria	02/10/2024	
10	Reforçar treinamento com o operadores backup da linha de ensaque	Focal da Melhoria	12/10/2024	
11	Definir os operadores backups das linhas de ensaque para reduzir a rotatividade de Mão de obra no setor	Focal da Melhoria	12/10/2024	
12	Adquirir impressora automática, conectada na rede de automação	-	-	Ação alto impacto e esforço
13	Confeccionar e disponibilizar em área um banner com os principais direcionamentos sobre as regulagens dos equipamentos	Focal da Melhoria	02/11/2024	
14	Fazer pausa com o time do ensaque referente as sacarias que foram armazenadas com erro de impressão	Supervisor	10/08/2024	
15	Incluir no procedimento de ensaque tipos de impressão que são fora do padrão e anexar lição de um ponto regulagem de impressora	Analista de Qualidade	02/20/2024	
16	Incluir no procedimento do setor a orientação do descarte das embalagens com erro	Analista de Qualidade	14/10/2024	
17	Incluir no procedimento do setor a orientação para utilizar uma folha A4 para fazer o teste da impressão antes de iniciar o processo	Analista de Qualidade	20/10/2024	
18	Acrescentar no quadro de reunião diária o acompanhamento da visita do técnico da impressora (data da visita realizada x a data da visita planejada)	Gestão Visual	08/11/2024	

Fonte: Autora (2025).

Com o plano de ação bem estruturado e as contramedidas claramente definidas, o próximo passo será a implementação das ações propostas.

7. Acompanhamento da Efetividade das Soluções

O acompanhamento da efetividade das soluções adotadas e do monitoramento dos indicadores ao longo da safra foram de suma importância para garantir que as ações implementadas estejam gerando os resultados esperados. Durante esse período, foi feito um acompanhamento diário para entender se as ações implementadas estavam, de fato, gerando os resultados esperados. Essa fase é fundamental para confirmar a eficácia das melhorias e manter o foco na evolução contínua do processo.

Durante a safra IN24, o indicador de embalagens sem erro foi acompanhado diariamente nas reuniões diária de gestão no segundo nível. A safra começou em 22 de abril de 2024, e na semana do dia 26 de junho de 2024, foi dado início a aplicação das metodologias de solução de problemas, com foco em entender os motivos por trás dos desvios e buscar melhorias.

Nas primeiras sete semanas de operação, foi identificado que três delas apresentaram resultados abaixo da meta. Com isso, apenas 43 % das semanas apresentaram um resultado satisfatório, com uma média de 97,63 %.

Diante desse cenário, foi iniciado um estudo de análise de causas raízes, para identificar os principais motivos dos erros e trabalhar em soluções efetivas. O acompanhamento seguiu por mais 11 semanas, e nesse período, os desvios ocorreram em quatro semanas. Isso representou em uma melhoria na taxa de resultados satisfatórios para 64 %, com resultado médio do indicador de 98 %.

Entre os desvios levantados, o mais significativo aconteceu na semana de 29/07/24, quando foi preciso substituir sacarias por conta de erros nas informações das peneiras. Essa situação foi tratada com uma solução aplicada pelo time de produção.

Desde então, os erros ligados a falhas na impressão foram significativamente reduzidos. Nas últimas 8 semanas, o indicador de erro manteve-se abaixo da meta de 1% de erros.

O resultado da safra foi de 98,34 %, o que representa um aumento de 0,71 % ponto percentual em comparação com a semana anterior ao início da análise de causa. Isso mostra que as melhorias que foram colocadas em prática tiveram um impacto direto nos resultados, contribuindo de forma clara para que alcançássemos esse desempenho ao longo do período analisado.

8. Garantia da Implementação das Mudanças

O oitavo passo, que corresponde à última etapa do relatório A3, concentra-se no acompanhamento e confirmação das melhorias implementadas para garantir os resultados através das ações executadas. Aqui, destaco que foram implementadas ações de baixo e médio esforço, bem como de médio e alto impacto. Essas ações foram essenciais para a padronização do processo, alinhadas com as lições aprendidas e os pontos identificados na análise. A seguir será descrito e mostrado cada uma das ações implementadas no presente estudo.

a) Treinamento e Capacitação

Com base nos desvios identificados durante o acompanhamento do processo, foi observado que não havia um padrão definido para a regulagem das impressoras. Isso gerava dúvidas recorrentes sobre como configurar corretamente o equipamento. Além disso, os colaboradores do setor não haviam recebido um treinamento técnico específico para o manuseio das impressoras, o conhecimento era repassado informalmente por colegas que já executavam a atividade.

Diante disso, uma das melhorias propostas foi voltada à capacitação da equipe. Para aprofundar o entendimento sobre o funcionamento do equipamento e garantir que as configurações fossem feitas de forma adequada, conforme o tamanho das sacarias utilizadas (P, M e G), foi agendada uma visita técnica com o fornecedor da impressora. Durante essa visita, foi organizado um treinamento direcionado aos operadores, com o objetivo de esclarecer dúvidas e ensinar a regulagem correta de cada impressora.

Aproveitando esse momento com o especialista, foi construído um padrão de regulagem para cada uma das impressoras, considerando os tamanhos das sacarias e o posicionamento adequado dos equipamentos no processo de ensaque.

Como parte das ações de padronização, também foi criada uma Lição de Um Ponto, com o objetivo de orientar visualmente os operadores sobre a forma correta de realizar as regulagens. Embora o conteúdo dessa lição seja de uso interno da empresa e não possa ser apresentado na íntegra neste trabalho, foi elaborado um passo a passo descritivo na instrução de trabalho, mostrando como executar a atividade. Nessa etapa, foram detalhadas a regulagem ideal da impressora e da costuradeira para cada tipo de sacaria (P, M e G), além de um padrão visual com exemplos do processo e informações importantes a serem observadas antes de iniciar a operação. Devido a lição de um ponto se tratar de um documento interno e restrito da empresa, o conteúdo visual da lição não pôde ser anexado a este trabalho.

b) Demarcação e Padronização dos equipamentos

Para realização do ensaque das sementes de milho, o processo começa com a mensagem criada na sala de qualidade de acordo com os lotes de cada sementes, após isso, é realizado a conferência pela sala de qualidade que em seguida envia a mensagem para o setor de ensaque, onde os operadores realizam a conferência de cada umas das informações baseadas em documento de plantabilidade que serve para avaliar a distribuição correta das sementes para o plantio. Neste documento além de todas as informações necessárias para o lote, é informado o tamanho da sacaria e quantidade de kg na sacaria daquele lote.

Com todas as informações conferidas, o operador realiza o teste de impressão passando uma folha A4 na impressora para verificar se a mensagem sairá completamente na sacaria, em seguida e simultaneamente realiza a pesagem das sacarias conforme as informações daquele lote, e passa na esteira que contém a costuradeira para realizar a costura da sacaria, e em seguida passa a sacaria pela impressora para imprimir as informações contida na mensagem na embalagem da sacaria e depois confere se a mensagem está completa, caso sim, vai armazenando cada uma das sacarias. Como este processo de costura e impressora exigem regulagens de acordo com cada lote ensacado, foi proposta a melhoria de padronizar a regulagem dos equipamentos e demarcação do local onde cada um deve permanecer durante o processo de ensaque. Nas Figuras 13 e 14, podem ser vistas as demarcações realizadas em cada um dos equipamentos.

Figura 13: Demarcação equipamento impressora no setor

Fonte: Autora (2025)

Figura 14: Linha completa com impressora, costuradeira e balança

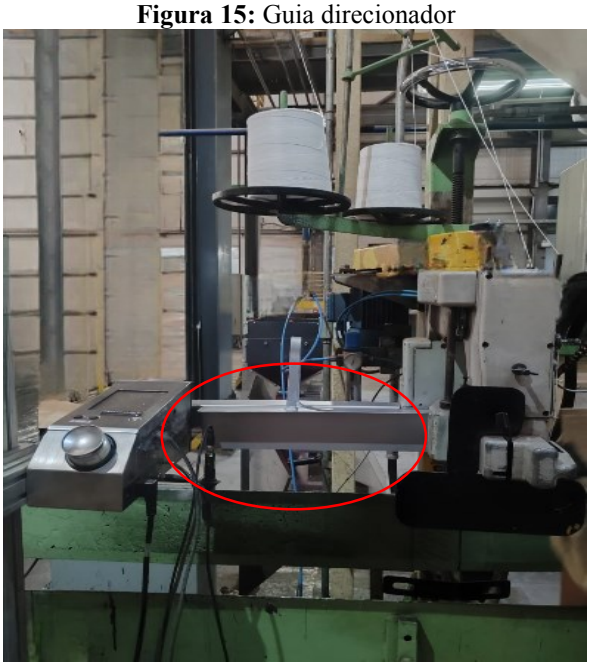
Fonte: Autora (2025).

c) Substituição do Guia Direcionador de Sacarias na Linha de Ensaque

Ademais, foi implementada a substituição do guia direcionador de sacaria no setor de ensaque. Conforme ilustrado na Figura 14, que mostra a demarcação dos equipamentos, entre a impressora e a costuradeira há uma chapa metálica com a função de guiar a sacaria durante o processo. No entanto, observou-se que, por ter uma estrutura pequena, essa chapa não conseguia manter o direcionamento adequado, o que frequentemente resultava em mensagens borradas, pois a sacaria acabava esbarrando na impressora.

Diante disso, foi realizada a substituição do guia por um modelo com dimensões maiores, que proporcionou um direcionamento mais eficiente das sacarias ao longo da linha. Essa melhoria contribuiu significativamente para a redução de erros de impressão e para a estabilidade do processo. A Figura 15, apresenta o novo guia instalado nas linhas de ensaque.

Figura 15: Guia direcionador



Fonte: Autora (2025).

Por fim, vale destacar que nem todas as ações previstas na proposta de melhoria foram implementadas até o momento da conclusão deste trabalho. Algumas propostas ainda estão em fase de planejamento e validação, e serão executadas conforme a priorização definida pela equipe responsável e a disponibilidade operacional. No entanto, as melhorias já aplicadas demonstraram resultados positivos no processo, contribuindo para a padronização, redução de falhas e maior qualidade nas atividades do setor de ensaque. Dessa forma, o plano de ação

permanece como um guia para implementação, alinhado com o objetivo de promover a melhoria contínua dos processos e da qualidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 Conclusões do trabalho

Este presente estudo teve como objetivo aplicar ferramentas do *Lean Manufacturing* no setor de ensaque de uma unidade de beneficiamento de sementes de milho, com foco na redução de desperdícios, retrabalhos e falhas nas embalagens ao longo do processo. A pesquisa adotou uma abordagem aplicada, com método qualitativo e descritivo, sendo conduzida por meio da pesquisa-ação. Com base na observação e da coleta de dados, foi possível compreender melhor o processo de ensaque e identificar as principais necessidades e pontos de melhoria.

A utilização de ferramentas de análise de causa raiz, como o diagrama de ishikawa, os 5 Porquês e o relatório A3, permitiu uma análise aprofundada das causas raízes dos problemas e a propostas de melhorias. As oportunidades de melhoria identificadas se concentraram em quatro áreas principais: mão de obra, máquinas e equipamentos, medição e método. Para cada uma dessas categorias, foram sugeridas soluções baseadas em práticas de gestão e metodologias voltadas à eficiência e ao combate de desperdícios.

Dentre as ações propostas, destaca-se a padronização da atividade, que é essencial para garantir maior agilidade e eficiência na operação. A capacitação dos operadores e a adoção de ferramentas de gestão visual também se mostraram de suma importância para a regulagem dos equipamentos e a qualidade do processo como um todo. A introdução de conceitos básicos do *Lean* contribuiu para ampliar a visão sobre os problemas do setor e para tomada de decisões promovendo a melhoria contínua.

Em síntese, este trabalho proporcionou uma análise detalhada do processo de ensaque e permitiu a elaboração de um plano de ação para garantir a eficiência e alcançar os resultados operacionais da empresa. Espera-se que as sugestões apresentadas continuem sendo desenvolvidas e aplicadas, contribuindo para um ambiente de trabalho mais produtivo.

5.2 Limitações do estudo

A autora encontrou como limitação principal a disponibilidade de tempo para obtenção das informações necessárias, uma vez que, devido à safra IN24 ter sido relativamente curta, em

diversos momentos o setor de ensaque não estava em operação por falta de material para processamento. Além disso, no início do projeto, houve certa dificuldade de interação com os colaboradores, que frequentemente justificavam os problemas apontados com a alegação de que tais situações “sempre ocorreram”. No entanto, com o tempo, foi possível conquistar a confiança da equipe, o que permitiu realizar as análises de forma colaborativa e contribuir para a construção das soluções de melhoria.

Adicionalmente, nem todas as ações previstas no plano de ação puderam ser implementadas, em razão do término da safra. Assim, parte das propostas foi direcionada para execução no início da próxima safra. Por outro lado, as ações que geraram impacto imediato foram aplicadas, e seus efeitos puderam ser observados ao longo do período, evidenciando melhorias no processo.

5.3 Trabalhos futuros

Com o objetivo de dar continuidade ao presente estudo, a próxima etapa seria na implementação das sugestões de melhoria identificadas ao longo da pesquisa.

Considerando que o propósito principal deste trabalho foi mapear as dificuldades e propor soluções para os desafios enfrentados no processo de ensaque da empresa, torna-se essencial aplicar as propostas apresentadas. Dessa forma, a execução dessas ações permitirá consolidar os resultados do estudo, promovendo melhorias na realidade atual do setor e contribuindo para a eficiência e organização do setor ensaque.

REFERÊNCIAS

ARIEIRA, Jailson de Oliveira. *Fundamentos do agronegócio*. Indaial: UNIASSELVI, 2017.

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. *Agronegócio:* Conceito e Evolução. Piracicaba: CEPEA/ESALQ-USP, 14 jan. 2022. Disponível em: https://cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/agro%20conceito%20e%20evolu%C3%A7%C3%A3o_jan22_.pdf. Acesso em: 05 de abril de 2025.

COSTA, Carlos Eduardo Silva da et al. Aplicação das ferramentas de qualidade-controle estatísticos de processos e diagrama de Ishikawa na determinação da qualidade de um processo produtivo de limão. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 9, n. 5, p. 1794–1819, 2023. Disponível em: https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/9916. Acesso em: 29 abril. 2025.

COSTA, Taiane Barbosa da Silva.; MENDES, Meirivone Alves. *Análise da Causa Raiz:* Utilização do Diagrama de Ishikawa e Método dos 5 Porquês para Identificação das Causas da Baixa Produtividade em uma Cacauicultura. X Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe. São Cristóvão, 2018.

COUTINHO, T. *Aprenda quais são os 8 desperdícios do Lean Manufacturing!* In: VOITTO, 2020. Disponível em:< https://voitto.com.br/blog/artigo/8-desperdicios-lean>. Acesso em: 04 abr. 2025.

COUTINHO, Thiago. *Matriz Esforço x Impacto:* como usar para priorizar tarefas. 2023. Disponível em: Matriz Esforço x Impacto: saiba o que é e como aplicar. Acesso em: 08 de maio 2025.

DECARLI, Mariana Oliveira; SANTOS, Gessika Mayara dos; SANTOS, Jandira Pereira dos; DORETO, Daniella Tech; SANTOS, Vanessa Lúcia. *Fundamentos da pesquisa em serviço social* [recurso eletrônico]. 2018.

DENNIS, Pascal. *Produção lean simplificada:* um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2008. Disponível em: https://pdfcoffee.com. Acesso em: 8 abr. 2025.

DEUNER, Cristiane; RODRIGUES, Daniele Brandstetter. Importância da amostragem de sementes. *Revista Campo & Negócios*, 23 mar. 2022. Disponível em: https://revistacampoenegocios.com.br/importancia-da-amostragem-de-sementes/. Acesso em: 15 abr. 2025.

FRANÇA NETO, J. B. et al. *Tecnologia da produção de sementes de soja.* Londrina: Embrapa Soja, 2016.

FRANÇA NETO, J. B. *Produção e tecnologia de sementes de soja:* fundamentos e aplicações. Londrina: Embrapa Soja, 2007.

GHINATO, P. In: ALMEIDA, Adiel T.; SOUZA, Fernando M. C. *Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações*. Recife: Editora da UFPE, 2000. Disponível em: https://www.leanway.com.br/wp-content/uploads/Paper-04-STP.pdf. Acesso em: 8 abr. 2025.

GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, Antonio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas, 2019.

GIOVANNI, Geraldo Di; NOGUEIRA, Marco Aurélio. *Dicionário de políticas públicas.* São Paulo: UNESP, 2015.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. *Fundamentos de metodologia científica:* métodos científicos, técnicas de pesquisa, elaboração de referências bibliográficas. Rio de Janeiro: Gen Atlas, 2021.

LAMAS, Fernando Mendes. *Automação na Agricultura*. Embrapa, 29 nov. 2019. Disponível em: https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/48511106/artigo---automacao-na-agricultura. Acesso em: 22 abr. 2025.

LIKER, J.K.; MEIER, D. *The Toyota way fielbook:* A practical guide for implementing Toyota's New York, 2007

LIKER, Jeffrey K.; FRANZ, James K. *O modelo Toyota de melhoria contínua*. Porto Alegre: Bookman, 2013.

LOZADA, Gisele. *Administração da produção e operações*. Porto Alegre: SAGAH, 2016.

MAPA- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Agroindústria*. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/agroindustria. Acesso em: 22 abr. 2025.

MAXIMIANO, Antonio Cesar Amaru; TERENTIM, Gino. Teoria geral da administração: da revolução urbana à era da agilidade organizacional. São Paulo: Gen Atlas, 2024.

MICHEL, Maria Helena. Metodologia e pesquisa científica em ciências sociais: um guia prático para acompanhamento da disciplina e elaboração de trabalhos monográficos. São Paulo: Gen Atlas, 2015.

MOURA, Alexandro Ávila de. *O método dos 5 Porquês:* em busca da causa raiz. 19 dez. 2017. Disponível em: http://www.gestaoproducaocomalexandro.com/5-porques-em-busca-da-causa-raiz/. Acesso em: 29 abril, 2025.

NAPOLEÃO, Bianca Minetto. 5 Porquês. *Ferramentas da Qualidade*, 23 maio 2019. Disponível em: https://www.ferramentasdaqualidade.org. Acesso em: abr. 2025.

NASCIMENTO, Warley Marcos et al. *Oportunidades de automação na cadeia produtiva de hortaliças no Brasil*. Embrapa Hortaliças, 10 ago. 2023. Disponível em: https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/82708556/artigo---oportunidades-de-automacao-na-cadeia-produtiva-de-hortalicas-no-brasil. Acesso em: 22 abr. 2025.

OHNO, Taiichi. *O sistema Toyota de produção:* além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, Ailson Luiz de; HU, Osvaldo Ramos Tsan. *Gerenciamento do ciclo da qualidade:* como gerir a qualidade do produto da concepção ao pós-venda. Rio de Janeiro: Atlas Books, 2018.

OLIVEIRA, Carolina Rossi de; OLIVEIRA, Carina Oliveira e; MÜLLER, Francihele Cardoso; VICENTE, Laís de Carvalho; MOURA, Alesandra dos Santos; PIRES, Anderson Soares; TRINDADE, Tatiane Freitas Horta. *Agronomia: produção e tecnologia de sementes*. [S. l.]: Soluções Educacionais Integrada, 2021.

PESKE, S. T. *Sementes:* fundamentos científicos e tecnológicos. Pelotas: Editora Universitária/UFPel, 2003.

PREVIERO, C.A. *Modelo de gestão da qualidade para usinas de beneficiamento de sementes de milho.* 2001. 220f. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas, SP, 2001.

RABELLO, Guilherme. *Matriz de esforço e impacto:* o que é e como fazer? Siteware, 4 dez. 2023. Disponível em: O que é a Matriz de Esforço e Impacto e Como Fazer?. Acesso em: 08 de maio 2025.

RICHARDSON, Roberto Jarry. *Pesquisa social:* métodos e técnicas. São Paulo: Atlas, 2017.

ROHRIG, Bruna. *Beneficiamento de grãos:* conheça as 7 etapas fundamentais. *Aegro*, 2022. Disponível em: https://blog.aegro.com.br/beneficiamento-de-graos/. Acesso em: 15 abr. 2025.

SANTA HELENA SEMENTES. *Beneficiamento de sementes e sua importância para a lavoura de milho.* Santa Helena Sementes, 15 jan. 2021. Disponível em: https://santahelenasementes.com.br/santadica/sementes/beneficiamento-de-sementes/. Acesso em: 15 abr. 2025.

SCHROPFER, D. J. et al. Efeito da pré-limpeza sobre qualidade física e tecnológica de grãos de milho após seis meses de armazenamento. CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE PÓS-COLHEITA, 7., 2018, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: UFRGS, 2018. p. 464–469.

SHINGO, Shigeo. *O sistema Toyota de produção:* do ponto de vista da engenharia de produção. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHOOK, J. *Gerenciando para o aprendizado: usando um processo de gerenciamento A3 para resolver problemas, promover alinhamento, orientar e liderar.* São Paulo: Lean Institute Brasil, 2008.

SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistair; JOHNSTON, Robert. *Administração da produção*. São Paulo: Atlas, 2018.

SOBEK II, D.K; SMALLEY, A. *Entendendo o pensamento A3:* um componente crítico do PDCA da Toyota. Porto Alegre: Bookman, 2010.

SOBEK, D. K, II; JIMMERSON, C. *Relatório A3:* ferramenta para melhorias de processos. Tradução de Diogo Kosaka, Lean Institute Brasil, 2006. Disponível em: artigo_40. Acesso em 10 de novembro de 2024.

TOLEDO, Marcelo. *Lean thinking* (Mentalidade Enxuta). Lean Six Sigma Brasil, 2020. Disponível em: https://leansixsigmabrasil.com.br/lean-thinking-mentalidade-enxuta/. Acesso em: 10 de abril de 2025.

VERNAGLIA, Taís Verônica C. *Pesquisa qualitativa. EduCAPES,* 2020. Disponível em: https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/581071/4/Pesquisa%20Qualitativa.pdf. Acesso em: 16 abr. 2025.

WERKEMA, Cristina. *Lean Seis Sigma:* introdução às ferramentas do Lean Manufacturing. Rio de Janeiro: Gen Atlas, 2011.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. *A máquina que mudou o mundo.* Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WOMACK, J; JONES, D. T. *Lean thinking:* banish waste and create wealth in your corporation. Free Press: New York, 2002.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. *A mentalidade enxuta nas empresas:* elimine o desperdício e crie riqueza. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. *A máquina que mudou o mundo:* baseado no estudo do Massachusetts Institute of Technology sobre o futuro do automóvel. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.