



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DO CABO DE SANTO AGOSTINHO
BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

FELIPE CASTILHO CORREIA

Aplicação de métodos de análise e solução de problemas (MASP) para melhoria e redução
de desperdícios em uma indústria de embalagens flexíveis

Cabo de Santo Agostinho - PE

2023

FELIPE CASTILHO CORREIA

Aplicação de métodos de análise e solução de problemas (MASP) para melhoria e redução de desperdícios em uma indústria de embalagens flexíveis

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia.

Orientador: Profa. Dra. Edilma Pereira Oliveira

Cabo de Santo Agostinho - PE

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- C824a Correia, Felipe Castilho
Aplicação de métodos de análise e solução de problemas (MASP) para melhoria e redução de desperdícios em uma indústria de embalagens flexíveis / Felipe Castilho Correia. - 2023.
59 f. : il.
- Orientadora: Edilma Pereira Oliveira.
Inclui referências e anexo(s).
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Engenharia Mecânica, Cabo de Santo Agostinho, 2023.
1. MASP. 2. Melhoria Contínua. 3. RFID. 4. Projeto de Engenharia. I. Oliveira, Edilma Pereira, orient. II. Título

CDD 620.1

FELIPE CASTILHO CORREIA

Aplicação de métodos de análise e solução de problemas (MASP) para melhoria e redução de desperdícios em uma indústria de embalagens flexíveis

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Orientador. Profª. Dra. EDILMA PEREIRA OLIVEIRA
UFRPE - UACSA

Prof. Dr. WELITON SOARES MARTINS
UFRPE – UACSA

Prof. Dr. THIAGO ARAÚJO SIMÕES
UFRPE – UACSA

Cabo de Santo Agostinho - PE

2023

AGRADECIMENTOS

Queridos professores, amigos e familiares, hoje, dirijo-me a todos vocês para expressar minha profunda gratidão por todo apoio, orientação e encorajamento que recebi ao longo do processo de elaboração do meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).

Agradeço primeiramente aos meus e professores, que foram verdadeiros mentores ao longo dessa jornada. Seu conhecimento especializado e dedicação em orientar meu trabalho foram inestimáveis. Cada conselho, cada correção e cada direcionamento me ajudaram a aprimorar minha pesquisa e expandir meus horizontes acadêmicos. Agradeço também por terem dedicado seu tempo e energia em debater ideias comigo, encorajando minha curiosidade intelectual e ajudando-me a enriquecer minha abordagem.

Gostaria também de expressar minha profunda gratidão aos meus amigos e colegas de classe. Vocês foram uma fonte inesgotável de apoio emocional, incentivo e inspiração. Durante os momentos desafiadores, suas palavras de encorajamento e sua presença constante me motivaram a continuar em frente. Compartilhamos juntos as alegrias e as frustrações dessa jornada acadêmica, e sou grato por cada momento que passamos lado a lado.

Por último, quero agradecer a minha família, que sempre acreditou em mim e me apoiou incansavelmente. Vocês foram minha base sólida durante toda a caminhada acadêmica e me deram a força necessária para superar obstáculos. Agradeço por estarem ao meu lado em cada etapa do processo e por me incentivarem a buscar o meu melhor.

Este TCC é o resultado de um esforço conjunto, fruto do apoio de todos vocês. Sou imensamente grato por ter sido abençoado com pessoas tão maravilhosas em minha vida. O conhecimento adquirido, as habilidades desenvolvidas e as memórias criadas ao longo dessa jornada ficarão para sempre em minha mente e coração.

Mais uma vez, muito obrigado por tudo!

Com carinho e gratidão!

RESUMO

O trabalho trata-se de um projeto de melhoria realizado em uma indústria de embalagens flexíveis plásticas no estado de São Paulo. Foi aplicada a metodologia MASP (Método e Análise de Solução de Problemas) no fluxo de trabalho, em conjunto com outras ferramentas de melhoria contínua, para resolver problemas relacionados a desperdícios de materiais e também horas desnecessárias de trabalho da operação. O projeto realizado pela equipe de Engenharia, foi desenvolvido através da aplicação do MASP, focado na introdução da tecnologia de Identificação por Rádio Frequência (RFID) no chão de fábrica. Com o uso das ferramentas de qualidade aplicadas, MASP e PDCA, identificadas as causas raízes dos problemas e resolvidos, como redução significativa da perna de bobinas de filmes plásticos, com previsões de economia de 3 milhões de reais em 1 ano de projeto, melhorando a organização do chão de fábrica e estoque, reduzindo horas de trabalho, aumentando em 95% a confiabilidade de dados e a criação de um sistema de identificação integrado 24 horas por dia, para todos os colaboradores, possibilitando planos futuros de identificação e controle de pallets de matéria prima.

Palavras-chave: MASP; bobinas de filme plásticos; projeto de identificação por rádio frequência.

ABSTRACT

The work it is a project of improvement carried out in an industry of plastic flexible packaging in the state of São Paulo. The MASP methodology (Problem Solving Method and Analysis) was applied in the workflow, together with other continuous improvement tools, to solve problems related to waste of materials and also unnecessary hours of operation work. The project carried out by the Engineering team was developed through the application of MASP, focused on the introduction of Radio Frequency Identification (RFID) technology on the shop floor. With the use of the applied quality tools, MASP and PDCA, the root causes of the problems were identified and solved, such as significant reduction of the plastic film reels leg, with predictions of savings of 3 million reais in 1 year of project, improving the organisation of the shop floor and inventory, reducing working hours, increasing data reliability by 95% and creating a 24-hour integrated identification system for all employees, enabling future plans for identification and control of raw material pallets.

Keywords: MASP; plastic film reels; radio frequency identification project.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PDCA - Plan, Do, Check, Act

MASP - Método de Análise e Solução de Problemas

RFID - Radio Frequency Identification

JIT - Just in Time

ERP - Planejamento de Recursos Empresariais

DFP - Diagrama de Fluxo de Processo

FBF - Fluxograma de Blocos Funcionais

FS - Fluxograma de Sistemas

PEAD - Polietileno de Alta Densidade

PEBD - Polietileno de Baixa Densidade

PE – Polietileno

UHF - (ultra-high frequency) Ultra Alta Frequência

LF – (Low frequency) Baixa Frequência

HF – (High frequency) Alta Frequência

MW – Micro-ondas

OEE - Overall Equipment Effectiveness

PIF – Plano de Integração de Funcionário

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	OBJETIVOS	13
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1	CONCEITOS BÁSICOS DE MELHORIA CONTÍNUA	14
2.2	CICLO PDCA E MASP	14
2.3	APLICABILIDADE DA FERRAMENTA DE QUALIDADE MASP	16
2.3.1	Planejamento	18
2.3.2	Execução do Plano de Ação	20
2.3.3	Verificação das Ações	21
2.3.4	Aprimoração das Ações	21
2.4	FERRAMENTAS DA QUALIDADE AUXILIARES	23
2.5	GESTÃO DE ESTOQUE DE MATERIAIS	28
2.6	FABRICAÇÃO DE FILME DE POLIETILENO	29
2.7	SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO POR RÁDIO FREQUÊNCIA (RFID)	30
3	METODOLOGIA	34
3.1	ESTUDO DE CASO	35
3.2	ABORDAGEM DA PESQUISA	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	38
4.1	IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA	38
4.2	OBSERVAÇÃO DO PROBLEMA	40
4.3	ANÁLISE DO PROBLEMA	42
4.4	PLANO DE AÇÃO	45
4.5	AÇÃO	49
4.6	VERIFICAÇÃO	50
4.7	PADRONIZAÇÃO	53
4.8	CONCLUSÃO MASP	53
5	CONCLUSÃO	54
	REFERÊNCIAS	56
	ANEXO I – PLANTA BAIXA	59

1 INTRODUÇÃO

A competitividade e a excelência no ramo industrial faz com que as empresas utilizem alternativas em seus processos industriais, para reduzir os desperdícios, aumentar a produtividade e a qualidade de seus produtos.

A gestão industrial pode se beneficiar significativamente da gestão da qualidade, ela é um conjunto de práticas e processos que tem como objetivo garantir a melhoria contínua e a excelência nos produtos, serviços e processos de uma organização (CAMPOS. 2004).

A gestão da qualidade faz parte da gestão industrial, que surgiu ao início da Revolução Industrial no final do século XVIII. Antes desse período, a produção era principalmente artesanal e baseada em métodos tradicionais. No entanto, com o avanço das máquinas a vapor e o desenvolvimento de novas tecnologias, a indústria passou por transformações significativas (FRIGOTTO, 2000).

No século XIX, Frederick Winslow Taylor (1856-1915) foi uma figura extremamente importante no campo da gestão industrial. Ele desenvolveu o conceito de administração científica, que buscava aumentar a eficiência e a produtividade por meio da análise e padronização dos processos de trabalho. Henry Ford (1863-1947) revolucionou a produção em massa com a introdução da linha de montagem na fabricação de automóveis (FRIGOTTO, 2000).

Na indústria, a gestão da qualidade é fundamental para garantir que os produtos sejam fabricados de acordo com as especificações e padrões estabelecidos, evitando defeitos e retrabalhos. Além disso, contribui para a satisfação dos clientes, pois produtos de qualidade tendem a atender melhor às suas expectativas, assim uma forma de adquirir vantagem competitiva é através da gestão da qualidade (CAMPOS. 2004).

A gestão precisa ser pensada em todas as áreas da organização, onde as empresas encontram formas de se tornarem cada vez mais efetivas em seus processos, com melhorias em todos os processos que geram valor ao produto final (WOMACK; JONES, 2004).

O psicólogo australiano Elton Mayo viu a necessidade de corrigir a desumanização do trabalho, com a Teoria das Relações Humanas, que enfatizava a importância do bem-estar dos trabalhadores e a interação social no ambiente de trabalho. (STONER; FREEMAN, 1999).

Novos conceitos e abordagens surgiram com o avanço da tecnologia e a globalização, como a gestão da qualidade total, em 1962, Taiichi Ohno (1912-1990) apresenta a sua

metodologia de produção, conhecida como Sistema Toyota de Produção, conhecido como (lean manufacturing), a gestão da cadeia de suprimentos e a gestão por processos que focava em dois pilares principais, (JIT) just in time (momento certo) que consiste em reduzir o volume do estoque, produzindo de acordo com a demanda e o princípio dos cinco zeros que são (OHNO, 1997).

A implementação de tecnologias da informação e comunicação também teve um impacto significativo na gestão industrial, com o surgimento de sistemas integrados de gestão empresarial (ERP), soluções de automação industrial e profissionais cada vez mais capacitados.

Já no século XXI, a gestão industrial continua a evoluir para lidar com os desafios e demandas do mercado global. As empresas buscam cada vez mais a efetividade dos seus processos, a sustentabilidade e a inovação da produção. Além disso, a gestão industrial está se adaptando às mudanças na força de trabalho, à transformação digital e à demanda por responsabilidade social e ambiental, as empresas que não empregam nos seus processos setores de qualidades, ferramentas de qualidade, não alcançam o nível atual do mercado, perdendo competitividade (MARSHALL, 2010).

Gestões efetivas estão ligadas a ótimos profissionais que agregam seus conhecimentos, os Engenheiros por exemplo são de extrema importância para contribuir na eficiência, inovação contínua e tomada de decisões embasadas em dados técnicos sólidos. Eles desempenham um papel crucial na busca pela excelência operacional e no sucesso a longo prazo de uma empresa industrial (FONSÊCA, 2022).

Neste trabalho de TTC, foi feito o estudo de caso em uma indústria de grande porte que produz embalagens plásticas flexíveis, na identificação de pontos negativos em seus indicadores, com o objetivo de trazer melhorias nos resultados na produção. Avaliando os indicadores da fábrica, tais como: eficiência em gestão de estoque, perda de material por vencimento, segurança patrimonial, etc. A partir desta análise de dados, foi definido que a atual situação de desperdícios da fábrica era ruim, devido a problemas em várias etapas, mas principalmente no processo de armazenamento e movimentação de bobinas de filmes plásticos.

Para analisar o problema da indústria de embalagens plásticas tratado nesse TCC, foi sugerido a aplicação do Método de Análise e Solução de Problemas (MASP), aprovada pelos gestores da empresa, e a coleta de dados foi realizada durante o período de janeiro de 2019 até dezembro de 2022. Para isso, uma equipe de Engenharia foi designada para resolver os

problemas, a fim de estudar e identificar os pontos de melhoria. A equipe foi composta por 1 Engenheiro Mecânico, 1 de Engenheiro de Produção, 1 Programador e 1 estagiário de Engenharia Mecânica.

Atualmente a literatura destaca várias ferramentas e metodologias que podem ser usadas para melhorar a gestão dos fluxos existentes nos processos industriais. Entre elas o ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act) desempenha um papel central, e uma de suas possíveis aplicações é a Metodologia de Análise e Solução de Problemas (MASP). Os métodos de melhoria contínua são adotados por empresas de todos os tamanhos e setores como uma abordagem didática e ágil para identificar áreas de aprimoramento, selecionar a melhor ação a ser tomada em cada caso e implementar medidas para garantir resultados duradouros.

O método MASP é derivado do ciclo PDCA, utilizado pelas organizações como uma forma rápida e eficaz de estabelecer a melhoria contínua nos diversos níveis hierárquicos. O MASP possibilita que o problema seja investigado a fundo, pois possui etapas que guiam os profissionais a encontrar a causa raiz dos problemas e soluções realmente eficazes, essas soluções podem ser complexas ou até simples, dependendo dos problemas identificados (RODRIGUES, 2016).

Os profissionais de engenharia mecânica desempenham multitarefas na gestão industrial, abordando desde a concepção de produtos, aplicação de metodologias de melhorias, otimização da produção, manutenção de equipamentos e garantia da qualidade. Seu conhecimento técnico e habilidades são essenciais para a eficiência das operações industriais.

Nesse estudo, duas habilidades dos Engenheiros Mecânicos se fez necessárias para aplicar a metodologia MASP, o primeiro é a Automação e Controle, desempenhando um papel importante na implementação de sistemas automatizados e no desenvolvimento de controles de processo, contribuindo com ganhos significativos de eficiência e qualidade. A segunda é a Gestão de Projetos e Equipes, o curso de engenharia mecânica proporciona uma base de conhecimento em gestão de projetos, permitindo o gerenciamento de projetos industriais e coordenação de equipes multidisciplinares.

Portanto, trabalhar esse tema é importante pois foi adquirido experiência profissional com a equipe de engenharia, obtendo a oportunidade de aplicação de conhecimentos teóricos adquiridos ao longo do curso, aprofundando nas metodologias de qualidade. A pesquisa realizada pode fornecer recomendações e soluções que outras organizações podem implementar para melhorar seus processos ou operações.

1.1 OBJETIVOS

✓ Objetivo Geral

Aplicação da metodologia de análises e soluções de problemas (MASP), com o uso conjunto do ciclo PDCA (Planejar, Fazer, Verificar e Agir), utilizando ferramentas de gestão da qualidade para a criação e desenvolvimento de projetos de engenharia de uma indústria de embalagens plásticas flexíveis, para otimizar a produtividade industrial e melhorar os resultados financeiros.

✓ Objetivos Específicos

- Analisar o histórico da empresa, identificar causas de problemas a serem tratados pela metodologia MASP;
- Apresentar a metodologia utilizada para o desenvolvimento do projeto controle de movimentação e estoque de materiais;
- Identificar os principais problemas relacionados ao controle de movimentação e estoque de materiais;
- Montar um plano de ação para tratar os problemas no setor de movimentação e estoque;
- Avaliar os resultados obtidos após a implementação da metodologia;
- Apresentar possíveis ações que podem expandir para melhorias de automação e redução de tempo e desperdício;

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, será evidenciado todo embasamento teórico para a realização desse trabalho, e os recentes estudos de casos que são referências a esse TCC, apresentando informações sobre as metodologias, desenvolvimento do projeto e um breve contexto do ramo industrial.

2.1 CONCEITOS BÁSICOS DE MELHORIA CONTÍNUA

A melhoria contínua é um conceito fundamental para impulsionar o crescimento e aprimoramento contínuos em organizações, processos e indivíduos. É uma abordagem sistemática que visa identificar oportunidades de aprimoramento, implementar mudanças e monitorar os resultados para alcançar um desempenho cada vez melhor.

Para isso é necessário que a atividade de melhoria seja planejada. As melhorias originam-se do uso de abordagens científicas, de ferramentas, de uma estrutura para esforço individual e por equipes. O uso desse método considera diversas soluções possíveis até que a melhor, não apenas a mais óbvia seja identificada (SOARES, 2015).

A melhoria contínua começa pela identificação de áreas que precisam de aprimoramento. Isso pode ser feito por meio de análise de dados, observação de processos, feedback dos clientes ou colaboradores, entre outros métodos. O objetivo é encontrar oportunidades para otimizar eficiência, qualidade, segurança ou satisfação do cliente.

Para avaliar o progresso e os resultados das melhorias implementadas, é importante estabelecer métricas e indicadores de desempenho relevantes. Sendo um processo de evolução gradual e sustentável. As melhorias são implementadas em etapas, com monitoramento e ajustes ao longo do tempo, isso cria um ciclo de aprendizado e melhoria constante, e pode ser encontrados em ferramentas eficazes e muito utilizadas no meio industrial, como **ciclo PDCA e MASP**, utilizado por Fonsêca (2022) para realizar uma melhoria da perda de filme de embalagem em uma indústria de detergente em pó.

2.2 CICLO PDCA E MASP

O ciclo PDCA, também conhecido como Ciclo de Deming, foi inicialmente concebido na década de 1930 pelo estatístico americano Walter Andrew Shewhart. No entanto, foi por meio da ampla divulgação feita por William Edwards Deming que o ciclo PDCA se tornou mais conhecido (BEZERRA, 2014).

O ciclo PDCA é uma ferramenta da gestão da qualidade que visa a promoção da melhoria contínua e reflete a base da filosofia do melhoramento contínuo. Praticando-as de forma cíclica e ininterrupta, acaba-se por promover a melhoria contínua e sistemática na organização, consolidando a padronização de práticas (MARSHALL, 2010).

O ciclo PDCA tem início com a etapa de planejamento (Plan), em seguida passamos para a etapa de execução (Do), após a execução, surge a necessidade de verificar (Check) e por fim, chegamos à etapa de ação (Act) (CAMPOS, 2004).

Como, por exemplo na Figura 1:

Figura 1 — Ciclo PDCA



Fonte: Bezerra (2014)

O principal objetivo é tornar os processos de uma organização mais rápidos, claros, eficientes e diretos. Pode ser utilizado por qualquer tipo e tamanho de empresas, com a finalidade de melhorar a gestão e conseguir atingir melhores resultados no negócio (BEZERRA, 2014).

O MASP é um desdobramento do ciclo PDCA, como mostrado na Figura 2, é um método estruturado que utiliza uma sequência de etapas para abordar problemas e encontrar soluções eficazes. Ele é frequentemente utilizado pelas organizações como meio de combater restrições em seus sistemas e manter o controle da qualidade nas atividades das indústrias. Sua função dentro do gerenciamento é padronizar soluções diligentes para solucionar possíveis problemas identificados na organização, para finalmente obter resultados objetivos (MORAIS, et al. 2017).

Figura 2 — Metodologia MASP



Fonte: Moki Sistemas (2021)

A relação entre o ciclo PDCA e o MASP, está no fato de que o MASP pode ser considerado uma aplicação específica do ciclo PDCA. O ciclo PDCA fornece uma estrutura geral para a melhoria contínua, enquanto o MASP fornece uma sequência de etapas detalhadas e aprofundadas para as análises e soluções de problemas.

Portanto, o MASP pode ser visto como uma metodologia prática e específica baseada no ciclo PDCA, fornecendo uma abordagem sistemática e estruturada para a resolução de problemas e a melhoria contínua.

2.3 APLICABILIDADE DA FERRAMENTA DE QUALIDADE MASP

É essencial assegurar, dentro das empresas, que as funções hierárquicas sejam devidamente executadas, como por exemplo, um gerente de um departamento e um supervisor de um processo, evitando assim a execução de tarefas que cabem aos subordinados. Desvios de função devem ser encarados como anomalias que precisam ser resolvidas para que cada colaborador exerça sua função apropriada, de acordo com a ordem do processo (CAMPOS, 2004).

A existência de anomalias nas funções indica que algo está errado no processo. Se os funcionários não executam suas tarefas e estas são assumidas pelos supervisores, o tempo

que deveria ser dedicado às suas atividades é consumido. Consequentemente, as responsabilidades do supervisor são transferidas para o gerente, o que desvia o foco de cada cargo e resulta em atraso no alcance das metas da empresa.

Essas anomalias devem ser tratadas para padronizar as funções de trabalho. Somente assim o processo poderá fluir corretamente, alcançando metas e trazendo resultados. Dessa forma, a fluidez será mais facilmente alcançada, e as anomalias no processo poderão ser abordadas de maneira mais ágil (CAMPOS, 2013).

Na Tabela 1, o autor mostra o método de solução de problemas com os objetivos gerais de cada subfase.

Tabela 1 — Método de solução de problemas

PDCA	FLUXO	ETAPA	OBJETIVO
P	1	Identificação do problema	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância.
	2	Observação	Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vistas.
	3	Análise	Descobrir as causas fundamentais.
	4	Plano de ação	Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais.
D	5	Ação	Bloquear as causas fundamentais.
C	6	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo.
	?	(Bloqueio foi efetivo?)	
A	7	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento do problema.
	8	Conclusão	Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro.

Fonte: Campos (2004)

Podemos analisar que o MASP se integra nos passos do PDCA, cada etapa do MASP entra em lugares específicos do ciclo, abordaremos cada etapa de forma individual.

2.3.1 Planejamento

A primeira etapa do ciclo é considerada a mais importante por ser onde será levantado todos os dados, informações e conhecimento para as etapas restantes do método. Um planejamento bem elaborado e cuidadoso leva a eficácia futura do ciclo. (ANDRADE, 2003). Dentro do planejamento, temos 4 passos a serem seguidos.

- Identificação do Problema

Conforme mencionado por Oliveira (1996), a identificação do problema é o aspecto mais importante da resolução reativa de problemas. Para realizar essas etapas com sucesso, são necessárias algumas tarefas específicas: Levantar o histórico do problema (investigando e compreendendo a frequência do problema); mostrar as perdas atuais e ganhos viáveis (utilizando gráficos ou formas de representação visual); realizar a análises (metas numéricas viáveis para orientar o processo de resolução).

Essas tarefas são fundamentais para identificar e compreender o problema de forma abrangente, permitindo que sejam estabelecidas metas claras e viáveis para a sua solução, como no fluxo apresentado na Figura 3.

Figura 3 — Passos para identificação do problema



Fonte: Campos (2004)

- Observação do Fenômeno

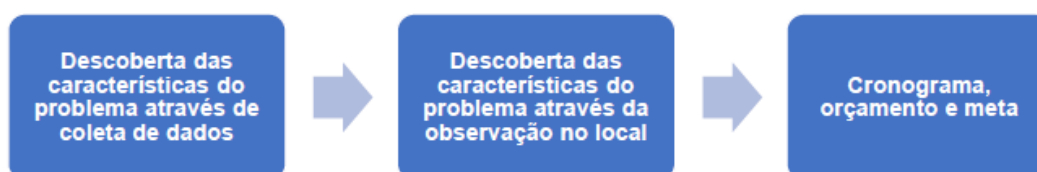
Nessa etapa, é de extrema importância ir ao local onde o problema ocorre e acompanhá-lo de perto, conforme mencionado por (TOLEDO, 2010). A observação tem como objetivo obter informações e dados mais detalhados sobre o problema.

É interessante investigar o problema com base no tempo, observando se o problema se repete em horários diferentes, verificando se ocorrem em locais distintos, analisando se ao utilizar versões de materiais distintos ocorre desvios, entre outros aspectos relevantes.

É necessário medir o tempo gasto em um procedimento, mensurar a perda decorrente de diferentes fontes potenciais do problema, como mencionado por (ORIBE, 2008).

Dessa forma, a coleta de dados precisa ser feita de maneira minuciosa, por meio de observação direta e medições precisas. Esses dados serão posteriormente utilizados na construção de gráficos, permitindo uma melhor compreensão e estratificação do problema, direcionando a atenção para as principais causas. Segue o fluxo apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Passos para observação



Fonte: Campos (2004)

- **Análise do Processo**

O ponto principal desta etapa é a análise e determinação das causas raízes dos problemas. São analisadas as causas mais prováveis, deve ser verificado se é possível bloquear esses problemas e se há algum tipo de efeito colateral indesejável (SILVA; MILFONT, 2019).

De acordo com Neves (2014), é essencial realizar uma análise de dados bem estruturada, identificando a correlação entre diferentes informações, como hora, tipo de problema e seus efeitos, entre outros.

Conforme explicado por Campos (2004), nessa etapa, além de realizar uma análise crítica dos dados, é fundamental empregar técnicas como o brainstorming, o diagrama de Ishikawa e os 5 porquês, essas ferramentas auxiliam nas análises de dados.

A partir do diagrama de Ishikawa, realiza-se a análise dos "porquês", aprofundando-se nas causas de cada problema (Por que a máquina quebrou? Por que houve falta de manutenção?), de forma a identificar a causa raiz e, assim, abordá-la e solucionar o problema final. Após a definição da possível causa raiz, sempre que possível, é interessante realizar uma análise das hipóteses de causa raiz, coletando novos dados sobre as causas mais prováveis e testando-as. Essa etapa funciona como uma nova fase de observação e coleta de dados, porém com foco nas causas prováveis.

- Plano de Ação

Nesta etapa deve-se pensar em um cronograma de ações para tratar o problema principal, o qual gera desvios não desejados. Essas ações devem ter o objetivo de eliminar a causa raiz, impedindo que o problema ocorra novamente, pode ser um projeto de engenharia, um método de trabalho específico, remanejamento de trabalhadores, enfim qualquer solução que elimine o problema. Segundo Campos (2004), é fundamental assegurar que as ações a serem tomadas sejam direcionadas às causas raízes do problema, e não apenas aos seus efeitos.

Avaliar o custo das ações também desempenha um papel importante. É necessário analisar a viabilidade financeira das soluções propostas, buscando alternativas menos dispendiosas, o que pode ser benéfico para o equilíbrio financeiro da empresa.

2.3.2 Execução do Plano de Ação

Nessa etapa de execução, após a elaboração do plano de ação, é essencial apresentá-lo de forma clara à equipe e aos responsáveis pela sua execução. Durante essa apresentação, é importante comunicar como as ações devem ser realizadas, quais são as expectativas em relação à sua execução, os prazos estabelecidos e o orçamento previsto.

Durante a execução das ações, é essencial acompanhar o progresso para contribuir e corrigir quaisquer desvios que possam surgir. É fundamental registrar todas as ações realizadas, incluindo a data em que foram executadas, conforme na Figura 5 enfatizado por (CAMPOS, 2004).

Figura 5 – Passos Executar



Fonte: Campos (2004)

Durante a implementação das ações, é necessário verificar se as atividades estão sendo executadas conforme planejado. É importante registrar todos os resultados dessas ações, sejam eles positivos ou negativos, conforme ressaltado por (CAMPOS, 2004).

2.3.3 Verificação das Ações

A fase de verificação desempenha um papel crucial, pois é nesse momento que ocorre a avaliação da comparação entre o cenário anterior e posterior à implementação das ações. Nessa etapa, é importante realizar a comparação dos parâmetros e indicadores que foram atualizados, como, por exemplo, a redução no número de perdas. Garantir que todas as ações foram executadas conforme planejado é um aspecto importante.

Segundo Campos (2004), se o resultado alcançado estiver de acordo com o que foi planejado, o plano de ação pode ser considerado efetivo na resolução do problema. No entanto, caso contrário, se o resultado não for satisfatório ou negativo, é necessário retornar à etapa de Observação e refazer o processo.

2.3.4 Aprimoração das Ações

Essa etapa é responsável por aperfeiçoar o processo e realizar ajustes necessários, nessa fase do ciclo é importante analisar os resultados, buscando identificar possíveis lacunas, variações e oportunidades de melhoria.

O aprendizado e melhoria contínua é a oportunidade para aprender com as experiências e buscar a melhoria contínua do processo. Ao concluir a etapa, o ciclo PDCA reinicia, retornando à fase de planejamento de novas melhorias ou repetir o ciclo para outras áreas ou processos da organização. Essa abordagem cíclica permite que as organizações realizem ajustes contínuos e promovam a eficiência e a eficácia em suas atividades.

- Padronização

Essa tarefa é fundamental para garantir que os procedimentos sejam sempre seguidos e que o problema seja resolvido de forma definitiva. Conforme ilustrado na Figura 6, após a elaboração do padrão, é necessário comunicar a todos sobre o novo modelo e fornecer treinamento aos colaboradores envolvidos.

Figura 6 – Passos para Padronização



Fonte: Campos (2004)

Após obter resultados positivos, o próximo passo é a padronização. É essencial compreender adequadamente a causa do problema para padronizá-lo corretamente, estabelecer um novo procedimento faz parte da fase de padronização, e esse novo procedimento deve substituir ou complementar os procedimentos anteriores (NEVES, 2016).

Além do treinamento e da exposição visual do novo procedimento, o responsável deve acompanhar de perto a execução do novo procedimento, corrigindo possíveis erros e esclarecendo dúvidas, portanto acompanhar a equipe nos primeiros meses é essencial para que o procedimento se torne parte da cultura da equipe (RODRIGUEZ, 2016).

Todos os membros do processo devem saber onde buscar informações em caso de dúvida ou acionar o supervisor da área para obter auxílio. Para garantir o cumprimento do novo padrão, verificações periódicas devem ser realizadas, garantindo assim que o problema tenha sido eliminado de forma definitiva (CAMPOS, 2004).

- Conclusão

Por fim, a etapa final do MASP é o fechamento do ciclo, nessa etapa ocorre basicamente com a revisão de todo o processo, buscando assim entender as dificuldades e oportunidades durante o ciclo. Para isso, é interessante colher todos os dados, métricas, resultados e reavaliar os problemas principais, a fim de “girar o ciclo” novamente da etapa inicial (CAMPOS, 2004). Caso o problema resolvido seja recorrente em outras linhas, basta aplicar o plano de ação já confirmado efetivo.

É de suma importância que todos os dados coletados, identificação de problema, análise, plano de ação, os procedimentos seguidos no plano, estejam devidamente documentados, registrar todo o aprendizado ao longo do processo é muito importante para aproveitar as oportunidades de melhoria, alimentando o conhecimento organizacional e contribuindo para futuras iterações do ciclo.

2.4 FERRAMENTAS DA QUALIDADE AUXILIARES

Existem várias ferramentas da qualidade que são amplamente utilizadas para ajudar na melhoria contínua e no gerenciamento de processos. Essas ferramentas fornecem métodos estruturados para coletar dados, analisar problemas, identificar causas-raiz e implementar soluções eficazes. As principais ferramentas auxiliares utilizadas nesta monografia serão abordadas a seguir.

- Kaizen

Kaizen é um conceito japonês que significa "melhoria contínua". Ele é amplamente aplicado no contexto da gestão da qualidade e da produtividade, com o objetivo de promover melhorias constantes em processos, produtos, serviços e no desenvolvimento pessoal.

O Kaizen tem suas raízes nas práticas de gestão implementadas nas indústrias japonesas após a Segunda Guerra Mundial, especialmente nas empresas automobilísticas como a Toyota. Foi no Japão que o conceito se desenvolveu e se disseminou pelo mundo como uma filosofia de gestão eficaz (ORTIZ, 2010).

A ideia central do Kaizen é que pequenas melhorias contínuas, realizadas de forma consistente ao longo do tempo, têm um impacto significativo na qualidade, eficiência e produtividade de um sistema. Ao invés de buscar grandes mudanças ou inovações radicais, o Kaizen enfatiza a importância de identificar e eliminar desperdícios, resolver problemas cotidianos e otimizar processos de forma incremental (ORTIZ, 2010).

O Kaizen envolve todos os membros de uma organização, desde a alta administração até os colaboradores da linha de frente. Ele encoraja o envolvimento ativo, a participação, o trabalho em equipe e o compartilhamento de ideias e conhecimentos, enfatizando e incentivando a cultura de melhoria contínua como um valor fundamental.

Dentre as principais ferramentas e técnicas utilizadas no Kaizen, destacam-se o PDCA (Plan, Do, Check, Act), o 5S, a padronização de processos, a eliminação de desperdícios e a resolução de problemas (ORTIZ, 2010).

O Kaizen é uma abordagem flexível e adaptável, que pode ser aplicada em diversos contextos e setores. Seu objetivo é promover a cultura de melhoria contínua como um hábito e um modo de vida, impulsionando a excelência e aperfeiçoando constantemente a organização e seus processos.

- Gráfico de Gantt

O gráfico de Gantt é uma ferramenta de gerenciamento de projetos que ajuda a visualizar, planejar e controlar o progresso das tarefas em um projeto ao longo do tempo. Ele foi desenvolvido por Henry L. Gantt na década de 1910 e é amplamente utilizado em uma variedade de setores para o planejamento e controle de projetos (SILVA, 1996).

Principais características do gráfico de Gantt:

1. Estrutura de Tempo: O gráfico de Gantt exibe as tarefas do projeto no eixo vertical e o tempo no eixo horizontal. Cada tarefa é representada como uma barra horizontal que se estende ao longo do período de tempo necessário para concluí-la.
2. Tarefas e Dependências: As tarefas individuais do projeto são listadas na coluna vertical à esquerda do gráfico. As dependências entre as tarefas podem ser indicadas por meio das relações de início e término entre as barras das tarefas.
3. Duração das Tarefas: A duração de cada tarefa é representada pelo comprimento da barra horizontal correspondente. Tarefas mais longas terão barras mais extensas, enquanto tarefas mais curtas terão barras menores.
4. Marcos e Eventos: Além das tarefas, os marcos e eventos importantes podem ser destacados no gráfico de Gantt para indicar pontos cruciais ou entregas-chave no projeto.
5. Progresso: À medida que o projeto avança, o progresso real das tarefas pode ser atualizado no gráfico, permitindo que os gerentes de projeto visualizem o status real em comparação com o planejado.
6. Agendamento e Recursos: O gráfico de Gantt também pode mostrar a alocação de recursos para cada tarefa, permitindo o planejamento da utilização de pessoal, materiais e equipamentos ao longo do tempo.

Essa ferramenta é valiosa para o planejamento e monitoramento de projetos, permitindo uma visão geral do cronograma das tarefas. No entanto, para projetos complexos ou que requerem detalhamento adicional, pode ser necessário combinar o gráfico de Gantt com outras ferramentas de qualidade que ajudem no gerenciamento de projetos, importante destacar que com sua correta aplicação, minimizam-se os erros (SILVA, 1996).

- Brainstorming

O termo "brainstorming" se refere a uma técnica conhecida como "tempestade de ideias", que busca obter o máximo de ideias sobre as causas e soluções de um problema, por meio da participação de um grupo de pessoas envolvidas na resolução desse problema.

A composição adequada da equipe de brainstorming é fundamental para o sucesso da atividade. É essencial que as pessoas envolvidas sejam aquelas que participam do processo e possuam conhecimento técnico e prático, como operadores, mecânicos, eletricitas, analistas, supervisores, entre outros. Quanto mais complexo for o problema, maior deve ser o nível técnico e conhecimento da equipe envolvida.

As reuniões de brainstorming devem ser participativas, permitindo que os membros do grupo apresentem suas ideias para resolver o problema em questão. É recomendado aproveitar esse momento para criar um Diagrama de Causa e Efeito com base nas ideias sugeridas. Para garantir a eficiência da reunião, é importante estabelecer um tempo máximo para a discussão e designar um moderador, que será responsável por conduzir a reunião, evitar desvios do tema, conversas paralelas e garantir a participação ordenada dos membros do grupo (FALCONI, 2004).

- Os 5 Porquês

O método dos "5 Porquês" é uma abordagem utilizada para aprofundar a análise das causas identificadas no diagrama de causa e efeito, por meio do questionamento repetitivo do "Por que?" Relacionado a cada causa identificada. Ao seguir essa técnica, é possível chegar à causa raiz de um problema, pois a cada resposta obtida, é feito um novo questionamento de "Por que?". É importante ressaltar que um problema pode ter mais de uma causa raiz, e a identificação da causa raiz não se limita necessariamente a apenas cinco questionamentos, podendo ser alcançada com menos ou mais de cinco "Por quês" (ANDRADE, 2003).

Essa técnica foi desenvolvida por Sakichi Toyoda e aplicada com sucesso na Toyota Motor Corporation. Abaixo podemos ver um exemplo na Tabela 2, de uma análise dos 5 Porquês, utilizada para problemas relacionados a produtos acabados.

Tabela 2 – Modelo de uso Porquês

Definição do problema: Aumento do descolamento das sandálias High					
Causas	Por quê?	Por quê?	Por quê?	Por quê?	Por quê?
Inspeção nos produtos acabados.	Os produtos acabados são enviados sem inspeção.	Não existe controle frequente para inspeção de produtos acabados.	O responsável pela inspeção não consegue realizar a atividade.	Ele é sobrecarregado com diversas atividades.	Só existe uma pessoa responsável para o controle de qualidade.
Prensagem de materiais para fixar a cola.	A prensagem não é feita de maneira correta.	As máquinas não estão calibradas.	Os operadores não sabem calibrá-las.	Não existe treinamento específico.	Existe um grande rodízio de funções.
Película nos emborrachados	O material é montado com películas no emborrachado.	O material entra no processo produtivo com películas.	Os operadores não retiram materiais com película do processo.	Os operadores não são instruídos para fazer essa retirada.	Não existe orientação para retirada desse material.

Fonte: Andrade (2003)

- Diagrama de Ishikawa

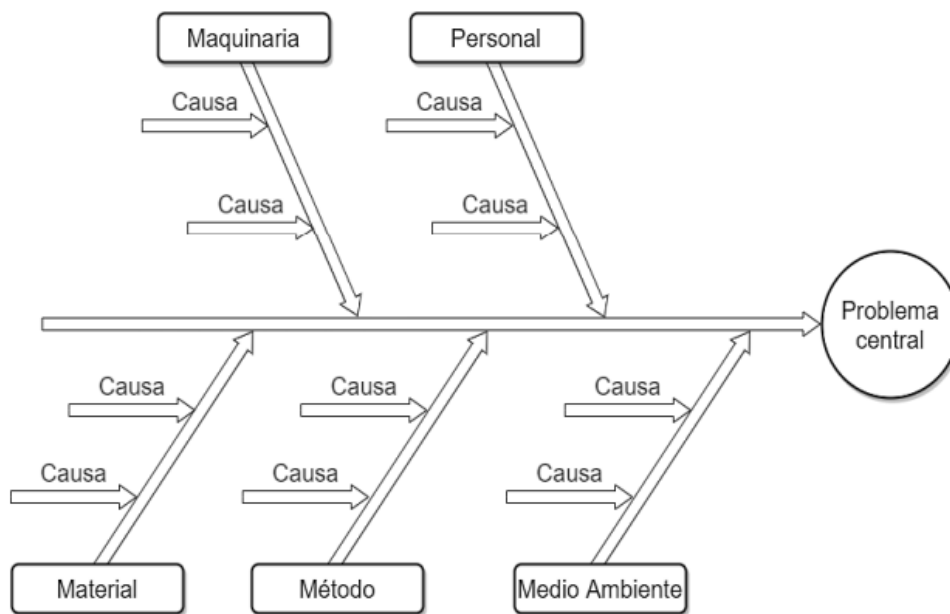
O Diagrama de Ishikawa, também conhecido como Diagrama de Causa e Efeito ou Diagrama de Espinha de Peixe, é uma ferramenta de qualidade utilizada para identificar e analisar as causas raiz de um problema ou efeito indesejado. Ele foi desenvolvido pelo engenheiro japonês Kaoru Ishikawa na década de 1960.

O diagrama consiste em uma representação gráfica em forma de espinha de peixe, na qual a causa principal ou efeito indesejado é colocado no centro e os principais fatores que podem influenciar esse efeito são identificados e conectados como "espinhas" ao longo de uma linha horizontal, como na Figura 7. Essas espinhas podem representar categorias como máquina, mão de obra, material, método, meio ambiente e medição, dependendo do contexto do problema em análise (ISHIKAWA, 1990).

O Diagrama de Ishikawa é uma ferramenta valiosa para auxiliar equipes a visualizar e compreender as possíveis causas de um problema, facilitando a identificação da causa raiz. Ao analisar e discutir as espinhas do diagrama, os membros da equipe podem colaborar na busca por soluções e na implementação de ações corretivas eficazes.

Graças à sua simplicidade e eficácia, o Diagrama de Ishikawa tornou-se amplamente utilizado em diversas áreas e setores, ajudando a melhorar a qualidade, reduzir desperdícios e promover a resolução de problemas de forma estruturada e colaborativa.

Figura 7 – Diagrama Espinha de Peixe



Fonte: Morillo y Muñoz (2004)

▪ Fluxograma

Um fluxograma é uma representação gráfica de um processo, sistema ou fluxo de trabalho. Ele utiliza símbolos e setas para ilustrar as etapas sequenciais, as decisões, as interações entre os elementos e o fluxo de informações ou materiais ao longo do processo.

O objetivo do fluxograma é fornecer uma visão clara e organizada do funcionamento de um processo, ele é usado para documentar, analisar, otimizar e comunicar processos de forma eficiente (FERREIRA, et al. 2018).

Os símbolos utilizados em um fluxograma podem variar, os mais comuns incluem:

- Retângulos ou retângulos arredondados: representam etapas ou atividades do processo.
- Losangos: representam decisões ou pontos de ramificação onde diferentes caminhos podem ser seguidos com base em uma condição ou critério.
- Setas: indicam o fluxo direcional do processo, mostrando a sequência das etapas.
- Círculos ou bolinhas: representam conectores ou pontos de partida e término do fluxo.
- Linhas: conectam os símbolos e indicam a sequência ou direção do fluxo.

Segundo Ferreira, et al. (2018) o fluxograma pode ser utilizado em diversas áreas,

como na indústria, nos negócios, na engenharia, na gestão de projetos, entre outros. Ele ajuda a identificar gargalos, identificar oportunidades de melhoria, simplificar processos complexos, padronizar procedimentos e facilitar a comunicação entre os membros da equipe.

Existem várias notações e técnicas de criação de fluxogramas, como o Diagrama de Fluxo de Processo (DFP), o Fluxograma de Blocos Funcionais (FBF), o Fluxograma de Sistemas (FS), entre outros. Cada notação pode ter suas próprias convenções e símbolos específicos, mas o objetivo geral é fornecer uma representação visual clara e compreensível do processo em questão (FERREIRA, et al. 2018).

2.5 GESTÃO DE ESTOQUE DE MATERIAIS

A gestão de estoque tem como objetivo principal controlar e gerenciar eficientemente o estoque de uma empresa ou organização. Ela desempenha um papel crucial no equilíbrio entre a oferta e a demanda, garantindo que os produtos ou materiais certos estejam disponíveis no momento adequado, na quantidade correta e nas condições adequadas (SOUSA, 2022).

Entre os principais objetivos e benefícios da gestão de estoque, estão os seguintes pontos: Atender à demanda do cliente, garantindo que os produtos estejam disponíveis para atender às necessidades dos clientes de forma oportuna, também para reduzir os custos evitando o excesso ou a escassez de produtos, minimizando perdas por vencimento. Otimizar o espaço de armazenamento maximizando o uso do espaço de abastecimento disponível, isso inclui a utilização de técnicas como o reabastecimento regular, o uso de prateleiras e sistemas de organização eficientes, resultando em um melhor aproveitamento do espaço físico, melhorar o fluxo de caixa evitando o excesso de capital vinculado a produtos parados em estoque e minimizar erros e retrabalho, ajudando a reduzir erros, como pedidos incorretos, produtos perdidos ou extraviados, e retrabalho devido a falhas no controle de estoque (PAOLESCHI, 2019).

Em resumo, a gestão de estoque desempenha um papel vital na operação de uma empresa, permitindo o equilíbrio entre a oferta e a demanda, a redução de custos, a otimização do espaço, a melhoria do fluxo de caixa e a tomada de decisões embasadas em dados. Ela ajuda a garantir a disponibilidade dos produtos certos, no momento adequado, promovendo a satisfação do cliente e o sucesso do negócio (SOUSA, 2022).

2.6 FABRICAÇÃO DE FILME DE POLIETILENO

O estudo realizado está dentro de uma indústria que fabrica filmes de polietileno (PE), é um processo industrial que envolve diversas etapas. O polietileno é um polímero termoplástico amplamente utilizado na produção de filmes plásticos flexíveis, devido à sua versatilidade, baixo custo e propriedades como resistência, flexibilidade e impermeabilidade, o polietileno pode ser fabricado de duas formas, o PEAD (Polietileno de Alta Densidade) e o PEBD (Polietileno de Baixa Densidade). Extremamente utilizado no mundo, com alta demanda das indústria de alimentos, setor logístico e têxtil (MIGUEL, 2003). O processo de fabricação de filmes de PE segue as seguintes etapas:

- 1- **Matéria-prima:** O processo começa com a seleção e preparação da matéria-prima, que é o polietileno. O polietileno é produzido a partir de eteno, que é obtido a partir da destilação do petróleo bruto ou do gás natural. O Eteno é submetido a um processo de polimerização para formar cadeias longas de polietileno.
- 2- **Extrusão:** O polietileno é alimentado em uma extrusora, que é uma máquina projetada para fundir e homogeneizar o polímero. Na extrusora, o polietileno é aquecido e derretido, formando um líquido viscoso.
- 3- **Moldagem do filme:** O polietileno derretido é extrusado, que dá forma ao filme. Existem diferentes tipos de matrizes que podem ser utilizadas, dependendo das características desejadas, como espessura, largura e acabamento superficial.
- 4- **Resfriamento:** O filme extrusado passa por um sistema de resfriamento, geralmente por meio de um banho de água ou de ar, para solidificar o polietileno e garantir a sua estabilidade dimensional, o mais comum é a extrusora do tipo balão, que sopra ar por dentro do polietileno.
- 5- **Tratamento de superfície (Tratamento Corona):** O filme passa por um processo de tratamento superficial, como tratamento Corona, que consiste em expor a superfície do filme a um campo elétrico de alta voltagem para melhorar a aderência de tintas, colas ou outros revestimentos, esse tipo de tratamento tem validade de 6 meses.
- 6- **Corte e enrolamento:** Após o resfriamento e o tratamento de superfície, o filme é cortado em rolos de tamanhos específicos, de acordo com as necessidades do cliente. Os rolos de filme são enrolados em bobinas, prontos para serem utilizados ou comercializados.

Existem maquinários bem conhecidos no mercado multinacional que realizam todas as etapas, ou seja, apenas uma máquina, alimentada com o polietileno, já produz as bobinas prontas na etapa final de seu processo, com o tratamento superficial também, pois ele é de suma importância para os processos seguintes.

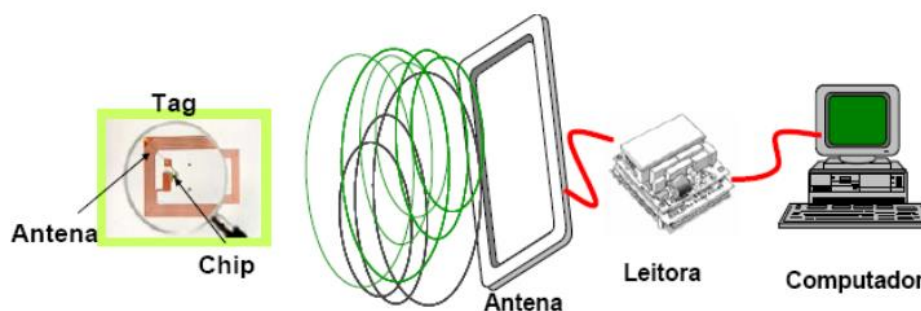
É importante ressaltar que o processo de fabricação de filme de polietileno pode variar dependendo da aplicação do filme, bem como características técnicas e dos requisitos do cliente, existem filmes de Polipropileno Bi Orientado, PET Metalizado e entre outros.

A fabricação de filme de polietileno é uma atividade industrial complexa, que requer conhecimento técnico, controle de qualidade e investimento em equipamentos especializados. O filme de polietileno é amplamente utilizado em diversas indústrias, incluindo embalagens flexíveis, agricultura, construção civil, indústria automotiva, entre outras (MIGUEL, 2003).

2.7 SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO POR RÁDIO FREQUÊNCIA (RFID)

A tecnologia RFID (Radio Frequency Identification) utilizada nesse trabalho precisa que seus conceitos básicos de funcionamento sejam explicados. Ela é um sistema de identificação automática que utiliza sinais de rádio, ondas eletromagnéticas, para transmitir dados entre um leitor e uma etiqueta RFID. A etiqueta RFID, Transponder, ou também conhecida como TAG RFID, é um dispositivo que contém um chip eletrônico e uma antena. Essa tecnologia permite a identificação e o rastreamento de objetos, animais ou pessoas de forma automática e sem contato físico. Como podemos analisar na Figura 8, um chip recebe sinal de uma antena, esse sinal retorna com informações para a leitora, e assim ela é traduzida através de um computador.

Figura 8 – Sistema genérico RFID



Fonte: Puhlmann, (2020)

Essa tecnologia foi desenvolvida por um grupo de cientistas e pesquisadores ao longo de várias décadas, uma das figuras mais reconhecidas e importantes no desenvolvimento do RFID é Charles Walton. Ele é creditado como o inventor da patente original do RFID em 1973, intitulada "Portable Radio Frequency Emitting Identifier" (Identificador Portátil de Emissão de Frequência de Rádio). A patente de Walton descreve um sistema de identificação por radiofrequência que se tornou uma base para a tecnologia RFID moderna. Desde então, várias melhorias e avanços foram feitos na tecnologia RFID por cientistas, engenheiros e empresas de todo o mundo. Hoje em dia, o RFID é uma tecnologia amplamente utilizada em diversos setores, impulsionando a automação, a rastreabilidade e a eficiência em muitos processos e aplicações (PUHLMANN, 2020).

O funcionamento do RFID ocorre da seguinte forma: o leitor RFID emite um sinal de rádio, quando uma etiqueta RFID está dentro do alcance do leitor, ela recebe essa energia do sinal de rádio e utiliza essa energia para transmitir seus dados armazenados de volta para o leitor. Essa comunicação ocorre por meio da modulação do sinal de rádio emitido pela etiqueta (ZANLOURENSI, 2011).

Existem diferentes tipos de etiquetas, as mais comuns são etiquetas passivas e ativas. As etiquetas passivas não possuem bateria própria e dependem da energia fornecida pelo leitor para transmitir os dados. Já as etiquetas ativas possuem uma bateria interna que alimenta o chip eletrônico, permitindo comunicação mais robusta e em maiores distâncias.

Na Figura 9, está o modelo usado no projeto apresentado no TCC, desenvolvido durante o estágio supervisionado, essa etiqueta que é do tipo passiva. Como podemos visualizar, nas duas extremidades estão as antenas que recebem os sinais das antenas dos portais e no centro está o microchip.

Figura 9 – Tag RFID



Fonte: Autor (2023)

Devido às propriedades físicas dos campos eletromagnéticos, as características de desempenho do sistema RFID são determinadas pela faixa de frequências dos transponders. Para garantir a padronização das etiquetas, as normas técnicas estabelecem diretrizes para a construção de sistemas dentro de faixas de frequências específicas (PUHLMANN, 2020).

Como exemplo das faixas de frequência, a Tabela 3 esclarece seus comprimentos de onda e denominação.

Tabela 3 – Faixa de Frequências

Faixa de Frequência	Comprimento de Onda	Denominação
300Hz - 3KHz	100 a 1000Km	ELF - Extremely Low Frequency
3KHz - 30 KHz	10 a 100Km	VLf - Very Low Frequency
30KHz - 300KHz	1 a 10Km	LF - Low Frequency
300KHz - 3 MHz	100m a 1Km	MF - Medium Frequency
3 MHz - 30 MHz	10 a 100m	HF - High Frequency
30 MHz - 300 MHz	1 a 10m	VHF - Very High Frequency
300MHz - 3GHz	0,1 a 1m	UHF - Ultra High Frequency
3 GHz - 30 GHz	10 a 100mm	SHF - Super High Frequency
30 GHz - 300 GHz	1 a 10mm	EHF - Extremely High Frequency

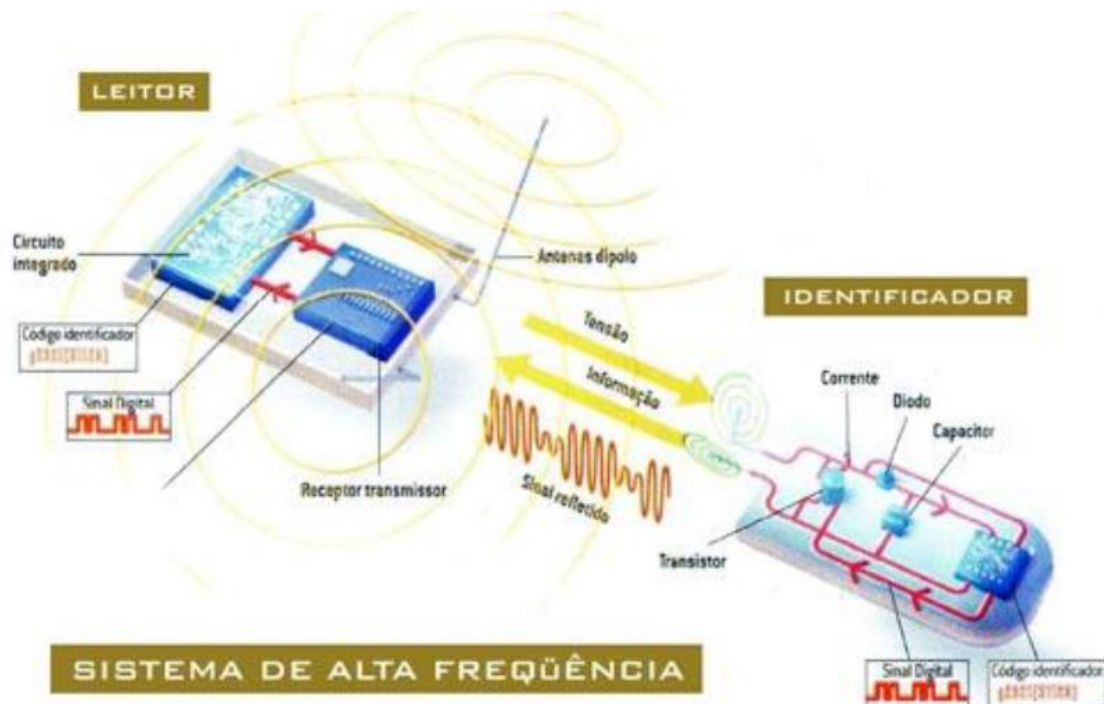
Fonte: Zanlourensi (2011)

Ultra Alta Frequência (UHF), é usada em aplicações de longo alcance, como rastreamento de ativos, logística, cadeia de suprimentos e inventário, o qual faz parte do nosso objeto de estudo.

Uma vantagem da tecnologia RFID é a capacidade de ler e escrever informações na etiqueta de forma não visual, ou seja, sem a necessidade de alinhamento ou contato direto entre o leitor e a etiqueta. Além disso, a tecnologia RFID possibilita a leitura simultânea de múltiplas etiquetas em uma área, agilizando processos de inventário, controle de estoque, logística, controle de acesso, entre outros (PUHLMANN, 2020).

Na Figura 10 temos um exemplo do sistema de UHF, as antenas emitem os sinais constantemente, assim quem um identificador (TAG), entra no raio de alcance desse sinal, ele recebe essa onda eletromagnética, carrega um capacitor e assim consegue devolver uma informação para os receptores da antena, realizando assim a comunicação.

Figura 10 – Sistema RFID UHF



Fonte: Puhlmann, (2020)

Os transponders RFID podem ser classificados em diferentes categorias com base em suas funcionalidades, suas classes podem variar de acordo com a organização ou padrão utilizado, mas aqui estão algumas das classes comumente encontradas:

- Classe 0: Transponder apenas de leitura e programação em fábrica. É o tipo mais básico, geralmente contendo apenas um número de série e sem memória programável no chip. É utilizado em sistemas antifurto em supermercados, lojas de conveniência e livrarias.
- Classe 1: Transponder de leitura apenas, mas permite uma única gravação de dados. Pode ser programado de fábrica ou pelo usuário. Também pode conter uma memória para armazenar informações sobre o produto ao qual está associado, fornecendo detalhes completos, como a configuração de um computador.
- Classe 2: Transponder de leitura e escrita, permitindo a gravação de dados a qualquer momento. É o tipo mais flexível, pois pode ser regravado várias vezes e acompanhar as ações realizadas em um produto. Um exemplo de aplicação é em uma linha de produção, onde a etiqueta registra informações sobre cada etapa de montagem, formando um histórico completo.
- Classe 3: Transponder de leitura e escrita, com bateria e sensores. Além de conter

informações sobre o produto, pode interagir com ele, coletando dados como temperatura, pressão, tensão elétrica, entre outros. Esses dados são armazenados na memória da etiqueta e enviados quando solicitados.

- Classe 4: Transponder de leitura e escrita com transmissores integrados. Funcionam como mini-rádios, podendo se comunicar não apenas com os leitores, mas também com outras etiquetas. São utilizados em redes inteligentes de logística. Cada faixa de frequência possui vantagens e desvantagens para esse tipo de operação.
- Classe 5: Transponder de leitura e escrita com transmissores integrados, possuindo todas as funcionalidades da Classe 4, além da capacidade de se comunicar com transponders passivos. Conceitualmente, funcionam como leitores.

Essa tecnologia é amplamente utilizada em diversos setores, como varejo, manufatura, saúde, logística, transporte, agricultura e até mesmo na identificação de animais. Oferecendo soluções eficientes e precisas para automatizar processos, melhorar a rastreabilidade, segurança e eficiência operacional, esse estudo determina que a classe 2 é a mais adequada para implantação em fábrica.

Se existe uma restrição no uso da tecnologia RFID, está relacionada à identificação de objetos metálicos. Devido às propriedades dos campos eletromagnéticos, é natural que o metal interfira negativamente no desempenho do sistema. No entanto, com o uso de encapsulamentos especiais, é possível contornar essa limitação, permitindo a identificação de automóveis, vagões de trem e contêineres (PUHLMANN, 2020).

É importante notar que as frequências e suas classificações podem variar em diferentes regiões do mundo devido a regulamentações e padrões específicos de cada país.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo, é descrita a metodologia que será adotada no desenvolvimento da pesquisa. Apresentando o contexto em que a pesquisa foi realizada e a abordagem metodológica e caracterização da pesquisa, bem como os instrumentos que serão utilizados para coleta e análise dos dados.

3.1 ESTUDO DE CASO

Este trabalho de conclusão de curso, é baseado no estudo de caso desenvolvido no período do estágio supervisionado obrigatório, realizado em uma empresa que produz embalagens flexíveis plásticas, líder em soluções de embalagens flexíveis fornecendo uma ampla gama de produtos para os mercados de alimentos, bebidas, saúde, higiene e limpeza, agronegócio, nutrição animal, material de construção civil, químicos e petroquímicos e fertilizantes.

Esse estudo foi desenvolvido em uma unidade da empresa localizada em São Paulo – SP. Nessa unidade foi desenvolvido o estágio supervisionado em Engenharia Mecânica, na área de gestão da produção, com foco em projetos de melhorias. O histórico de dados da empresa apresentou índices de desperdícios de bobinas na área de estoque. A metodologia deste TCC foi desenvolvida utilizando o PDCA que é uma ferramenta da gestão da qualidade aplicando o método MASP.

3.2 ABORDAGEM DA PESQUISA

O trabalho buscou, por meio da ferramenta MASP, identificar os principais problemas referentes a desperdícios de material e horas de trabalho, de forma a reduzir a perda. Além da utilização da metodologia, o estudo contou com auxílio de algumas ferramentas da qualidade para facilitar a análise do problema e melhorar o entendimento e resolução do mesmo.

A pesquisa adotada neste estudo combinou elementos qualitativos e quantitativos. A abordagem, conforme descrita por Knechtel (2014), envolve a interpretação de informações quantitativas por meio de símbolos numéricos, assim como a observação, a interação participativa e a interpretação dos dados qualitativos.

O objeto de estudo dentro da empresa, são as bobinas de polietileno (PE), que quando saem das 4 extrusoras da unidade, essas bobinas necessitam ser registradas no sistema da empresa, com um número de identificação (ID), e por fim ir para o estoque.

Na figura 11, é representado o tipo de maquinário (VAREX II – Extrusora Variável de 11 camadas - Windmüller & Hölscher), utilizado na empresa para fabricar os filmes de polietileno.

Figura 11 – VAREX II – Extrusora Variável de Termoplásticos



Fonte: Windmüller & Hölscher (2023)

Após finalizar o processo da extrusão de PE, temos o produto do maquinário, que são as bobinas, elas retiradas na parte final da Extrusora, Figura 12, onde é realizado o embobinamento.

Figura 12 – Etapa final da Extrusora - Embobinadora



Fonte: Windmüller & Hölscher (2023)

A primeira e segunda etapas da metodologia MASP são a identificação do problema e a observação. Foi realizada a identificação do problema, o descarte de materiais na área de estoque, onde foi possível identificar o comportamento e os agentes responsáveis pelas perdas. Posteriormente foram coletados dados numéricos e observada a gestão do processo de fabricação das bobinas, a fim de entender quais as causas raízes dos problemas e montar um plano de ação estruturado para combater os desvios. Para isso, foram realizadas auditorias no chão de fábrica, e a área do estoque foi o modelo selecionado para executar as intervenções necessárias da metodologia MASP.

A terceira etapa, foram analisados documentos e planilhas disponibilizadas pela empresa, que fornecem o histórico de dados de todas as bobinas de polietileno entre 2019 a 2022.

Na etapa seguinte, foi construído o plano de ação, desenvolvidas ações corretivas para os problemas identificados, criando uma lista de ações específicas que podem ser tomadas para eliminar ou mitigar as causas do problema, cada ação foi claramente definida, mensurável e atribuída a uma pessoa ou setor responsável.

Após a conclusão das ações, as próximas etapas são as avaliações da eficácia das ações, verificando se tiveram resultados positivos ou não, acompanhamento o progresso e avaliando o desempenho das ações, após o término de execução do plano de ações, todos os resultados são avaliados. Uma vez que o problema foi resolvido com sucesso, é importante criar padrões e procedimentos para evitar que o problema ocorra novamente no futuro. Isso ajuda a garantir a sustentabilidade da solução.

O último passo envolve a busca de medidas preventivas para evitar que problemas semelhantes ocorram no futuro. Isso pode incluir aprimoramentos nos processos, treinamento adicional e outras ações preventivas.

Com essas informações é realizada a comparação com o fluxo utilizado anteriormente e tratar os benefícios do uso da ferramenta de Método de Análise e Soluções de Problemas (MASP), no contexto da empresa, ganhos financeiros e eficiência.

A Figura 13 é um exemplo de uma bobina de PE sobre um pallet, no chão de fábrica da empresa, essas bobinas pesam em torno de 400 Kg, e são movimentadas por toda fábrica, vão de máquinas para estoques e vice-versa, elas são o principal objeto de estudo nesse trabalho.

Figura 13 – Bobina de Polietileno (PE)



Fonte: O autor (2023)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo descreve as etapas executadas do estudo de caso, a implementação do MASP, detalhando cada passo realizado durante o processo de implementação e benefícios para empresa.

4.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

Os resultados apresentados no TCC, foram referentes aos dados obtidos durante o estágio supervisionado numa fábrica de embalagens flexíveis no setor estoque. Em janeiro de 2023, surgiu um alerta para o desperdício de bobinas de PE no chão de fábrica, como o problema causava grandes perdas de dinheiro para a fábrica e aumento de resíduos foi iniciando pelo setor de engenharia, uma análise e consequentemente a aplicação do MASP, para resolver esses problemas.

Foi verificado que não existia uma cultura de organização de estoque, como inventários periódicos, alojamento de materiais mais antigos a frente dos mais novos. As bobinas de PE após serem extrusadas, contam com validade de 6 meses devido ao tratamento corona, e vão para os estoques sem passar por uma organização de alocação prévia, nenhum sistema de gerenciamento. Então-quando a produção requisita bobinas para serem utilizadas em máquinas, as bobinas fabricadas mais recentes são utilizadas, e não as bobinas que tem mais tempo na prateleira. Como a validade da aplicação do tratamento corona é de apenas 6 meses, as bobinas de PE fabricadas, após a validade são descartadas.

Podemos observar na Figura 14, uma foto parcial registrada do estoque da unidade fabril de São Paulo.

Figura 14 – Estoque de Bobinas



Fonte: O autor (2023)

Quando os inventários de estoque eram realizados, eram auditorias físicas com métodos ultrapassados (métodos manuais), que requisitavam grande quantidade de horas de trabalho, identificavam-se toneladas de materiais vencidos ou de arte vencida (já impressos).

Todos os materiais que não passam para o processo seguinte, materiais não conformes, eles viram aparas, e elas para a empresa significam perda de dinheiro, sendo assim, a engenharia tem que trabalhar efetivamente para diminuir as quantidades de toneladas de aparas mensais. A meta de aparas mensais da empresa é de 10%, ou seja, quando esse valor é ultrapassado existe um problema que precisa ser enfrentado.

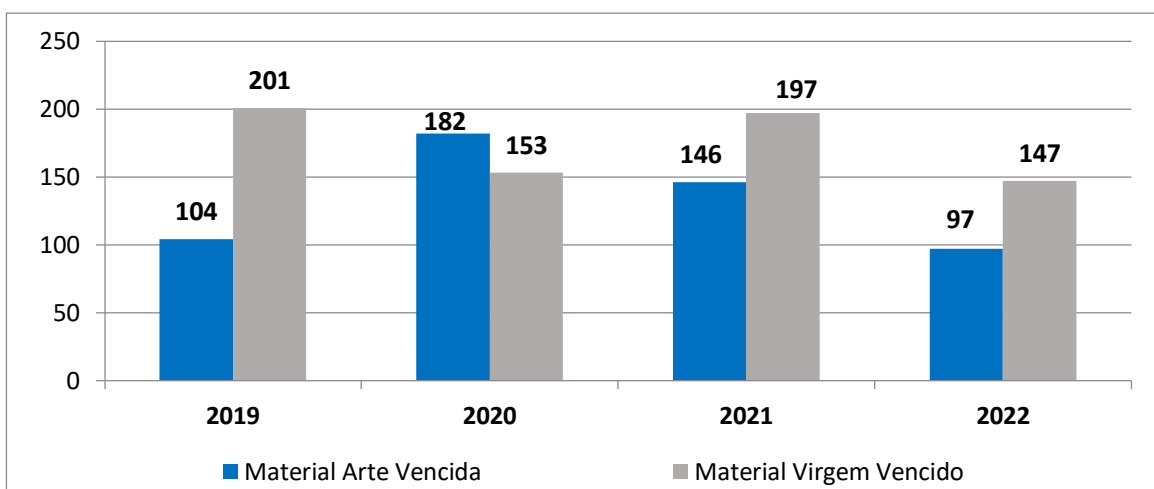
Os descartes de bobinas vencidas nos estoques, entram na mesma conta das aparas, pois são materiais fabricados que não passaram para o processo seguinte.

Foi identificado grandes quantidades de bobinas descartadas, além de falta de monitoramento das datas de validade e falta de controle de movimentação das bobinas no estoque e chão de fábrica, basicamente para encontrar uma bobina específica, era necessário andar pelos estoques, e ir conferindo uma a uma.

4.2 OBSERVAÇÃO DO PROBLEMA

Após a identificação do problema, a metodologia segue com a etapa de observação. Nesta etapa é necessário que adquiríssemos o máximo de informação possível, para assim realizar as análises necessárias dos problemas. Feito um levantamento de dados dos descartes entre os anos de 2019 a 2022, apresentamos a quantidade em toneladas de materiais que foram descartados, segue nas Gráficos 1 e 2.

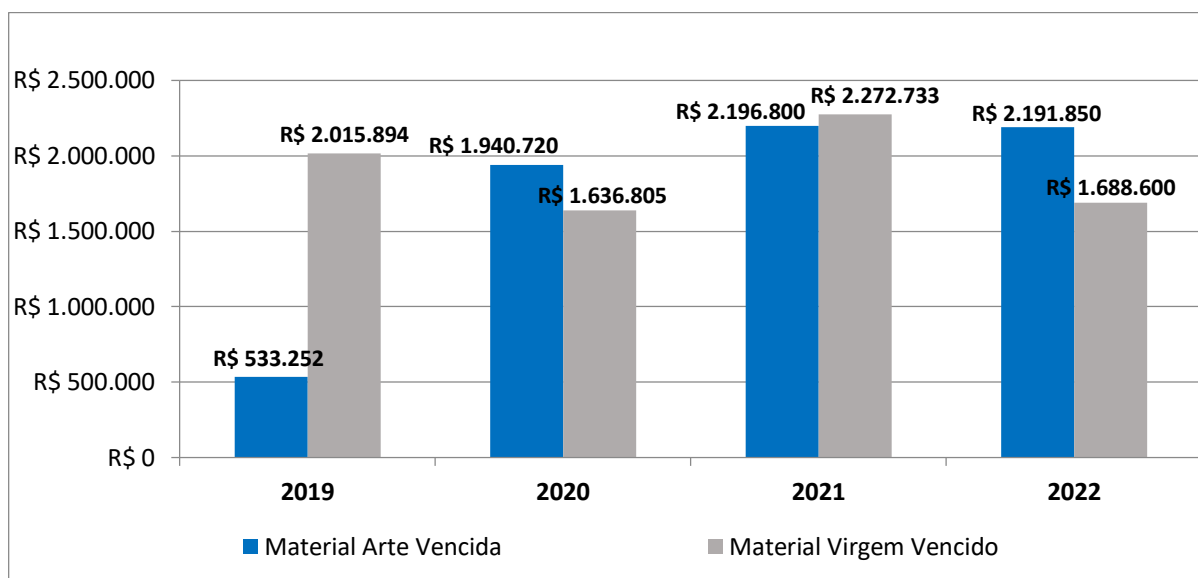
Gráfico 1 – Descartes (Toneladas)



Fonte: O autor (2023)

Do gráfico 1, apresentamos os descartes em toneladas (2019-2022), que no total somam 1227 toneladas de materiais de 2019 a 2022, uma média de 25,5 toneladas por mês.

Gráfico 2 - Descartes (Reais)



Fonte: O autor (2023)

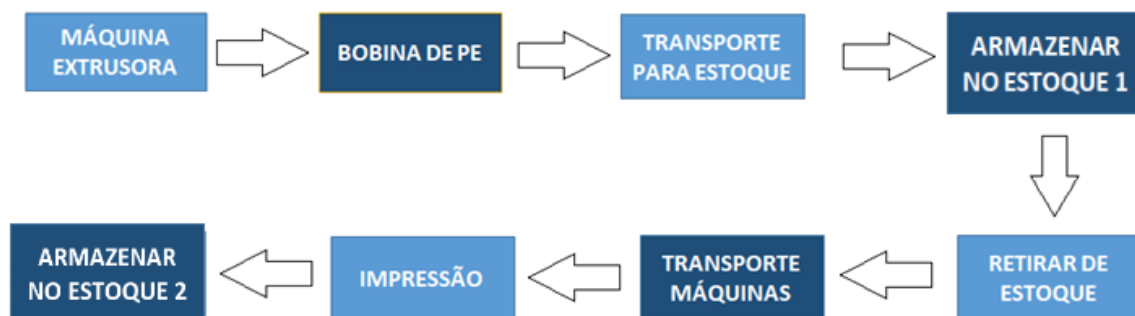
Do Gráfico 2, temos as perdas em reais por ano, que no total (2019-2022) somam uma quantia de R\$ 14.476.654,00, representa uma média de R\$ 301.600,00 por mês. Foi visto que os valores das perdas foram aumentando nesse período de tempo estudado, tornando ainda mais grave os problemas.

De forma geral, na etapa 1 de identificação do problema, devido aos grande números de perdas, cerca de 14,5 milhões de reais “jogados no lixo”, tendo em vista que a fabrica trabalhava 24 horas por dia, o desperdício de materiais prejudicava as rotinas dos trabalhadores, sem as devidas providencias

Para ajudar na observação dos problemas, realizamos um fluxograma do objeto de nosso estudo, as bobinas de PE, apresentado na Figura 15, foi mapeado apenas o estoque, interesse do TCC na fábrica, sendo a entrada e saída de estoque e suas movimentações no chão de fábrica.

Na figura 18, é visto um fluxograma de bobinas com os estoques 1 e 2. Os estoques dentro da fábrica são divididos em estoque 1 para materiais virgens e estoque 2 para materiais com arte impressa.

Figura 15 – Fluxograma de Bobinas



Fonte: O autor (2023)

Realizado o fluxograma (Figura 15), podemos observar que as bobinas são movimentadas constantemente entre os setores da empresa, essa movimentação ocorre apenas por profissionais de empilhadeiras, esses colaboradores são responsáveis por estocar e retirar as bobinas de acordo com a necessidade da produção.

Após a fabricação das bobinas pelas extrusoras, são transportadas direto para o estoque 1 e são armazenadas, sem o controle de movimentação.

4.3 ANÁLISE DO PROBLEMA

Na etapa de análise, o principal objetivo é descobrir causas raízes para saber se o tipo de problema está sendo constante, ou ocorre em situações parecidas.

Através de um Brainstorming realizado com os operadores, coordenadores de produção, setor de movimentação e gerente de fábrica, foi possível encontrar algumas lacunas dentro do processo da empresa, ou seja, graves problemas que a operação vem enfrentando todos os dias, causando perda de horas de trabalho, desperdícios de bobinas e falhas com a segurança predial.

Realizando o diagrama de causa e efeito (Diagrama de Ishikawa), que atua como guia para identificar as principais causas nos estoques de matérias, como, falta de confiabilidade no estoque, segurança precária, erros operacionais, bobinas vencendo no estoque, sem monitoramento em tempo real e com falta de tecnologias de controle, pode ser visto na Figura 16.

Figura 16 – Diagrama de Ishikawa



Fonte: O autor (2023)

De acordo com as auditorias realizadas pela equipe de engenharia, os problemas registrados são apresentados no Brainstorming, com o foco de identificar as causas raízes, apresentados na Tabela 4 onde são vistas as principais causas, relatadas pelos operadores do setor de Estoque/Movimentação, utilizando a ferramenta dos 5 Porquês.

Tabela 4 – Análise de Causa Raiz

Análise de Causas dos principais pontos do Brainstorming						
Causa Provável	1º Porque?	2º Porque?	3º Porque?	4º Porque?	5º Porque?	Causa Raiz
Furos nos Estoques	Falta de Confiabilidade	Sistema atual não oferece Garantias	Não há registro de endereços	Sistema atual não permite Registros de endereços		Sistema atual não permite Registros de endereços
Erros de Apontamentos	Registros manuais	Erros operacionais	Não tem sistema automático			Não tem sistema automático
Roubo de Materiais	Falha na Segurança	Controle Precário	Falta de monitoramento	Monitoramento Realizado por Humanos	Fraca Tecnologia de Segurança	Fraca Tecnologia de Segurança
Materiais Vencendo no Estoque	Não tem Controle das datas	Não há registros automáticos	Falta de Organização	Não tem tecnologia de Controle		Não tem tecnologia de Controle
Perda de Tempo Nos Estoques	Falta de Organização	Tecnologia fraca de controle	Não há acompanhamento em tempo Real	Falta de Sistema de monitoramento		Falta de Sistema de monitoramento

Fonte: O autor (2023)

A partir das causas prováveis abordadas na Tabela 3, foi feita análises através da metodologia dos 5 porquês, registrando as causas prováveis como furos nos estoques, erros de apontamentos, roubos de materiais, materiais vencendo no estoque e perda de horas de trabalho nos estoques, sendo as causas principais de todos os problemas a falta de sistemas de controle automáticos, com tecnologias de controle de estoque.

A partir das causas levantadas e com a realização das análises em cada problema específico presente no processo, foi implementado um controle unitário por cada bobina de polietileno (PE) que era fabricada.

A segurança predial da empresa era precária e sem monitoramento para funcionar 24 horas por dia, ocorrendo alguns roubos de matéria prima, bobinas e outros materiais, que poderia ser evitado com uma tecnologia de controle automatizada.

Como foi visto, o estoque de bobinas, apresenta sérios problemas, como a organização e controle de saída e entrada de várias bobinas durante o dia, sem nenhum tipo de tecnologia por parte dos operadores, além disso outro ponto que causa o desperdício são as datas de validades das bobinas, pois não existe monitoramento do uso das bobinas mais antigas no estoque.

Atualmente o sistema computacional da empresa funciona com um programa que conecta todos os computadores em uma única rede, na rede estão conectadas todas as máquinas da empresa, assim quando os operadores realizam as ações, o sistema registra como: inserir novos materiais no sistema, lançar quantidades em quilogramas de aparas, consumir bobinas nas máquinas, relatar problemas que acontecem, e etc. O sistema computacional calcula o índice de eficácia geral do equipamento (OEE) diário, que assim todos os envolvidos nas operações estão sendo informados sobre o funcionamento de cada máquina, cada turno e cada operador.

O sistema computacional se encontra defasado para gerir esses campos de estoque, controle predial, movimentação das bobinas e apontamentos incorretos da operação; apenas permite que os operadores das áreas insiram no sistema novas unidades de bobinas, seu número de identificação (ID), sua data de fabricação, peso e qual máquina que a fabricou, após isso, até essas bobinas chegarem nas máquinas de impressão, não tem nenhuma informação, como sua localização atual por exemplo, assim gerando um erro no processo, os operadores inserem manualmente as informações finais da impressão da arte das bobinas, as quais podem ficar como inexistente para o setor operacional.

Os problemas mais graves são: Perda de horas de trabalho dos operadores, tentando encontrar bobinas “perdidas no estoque” e realizando inventários manualmente, segurança predial defasada, falta de controle de movimentação de bobinas, inventários de estoques manuais e erros de manuseios do sistema apontamentos e consumos de bobinas no sistema. Com isso a atenção foi direcionada para a gestão de estoque e controle unitário de cada bobina de polietileno.

4.4 PLANO DE AÇÃO

O plano de ação foi construído com base nas causas raízes, definido o que deve ser feito para resolver os problemas já apresentados, e os responsáveis pela execução das ações com prazo estabelecido. Foi implementada a tecnologia de identificação por rádio frequência, como base nos exemplos de utilização em veículos pelas estradas, quando passam por cancelas de pedágios, ou de shoppings, por ser um controle feito para cada unidade de automóvel, seria a solução exata para o nosso problema.

Com a localização de cada bobina no chão de fábrica, pôde-se organizar, controlar e gerir melhor os processos, passando de cada setor a setor, máquina a máquina e estoque. Com o RFID (Radio Frequency Identification) as metas de redução de desperdícios foram traçadas para 90% de redução e total monitoramento de cada unidade de bobina, assegurando segurança patrimonial.

Para implantar a tecnologia RFID, foi contratada empresa terceirizada com domínio da tecnologia, equipamentos e software

A planta baixa foi demarcada com as necessidades do projeto, os pontos que seriam necessários a instalações de antenas (portais), impressoras nas máquinas, pontos de segurança patrimonial e monitoramento do estoque.

O projeto indicou a necessidade de 19 Portais RFID (Antenas e Leitores), 10 impressoras de etiqueta RFID, 1 coletor manual para as bobinas que saem das extrusoras, sistema de prateleiras de estoque inteligente, além de toda a parte de cabos para ligação com rede elétrica e a rede de internet da fábrica. Pode-se verificar na Figura 17 a seguir.

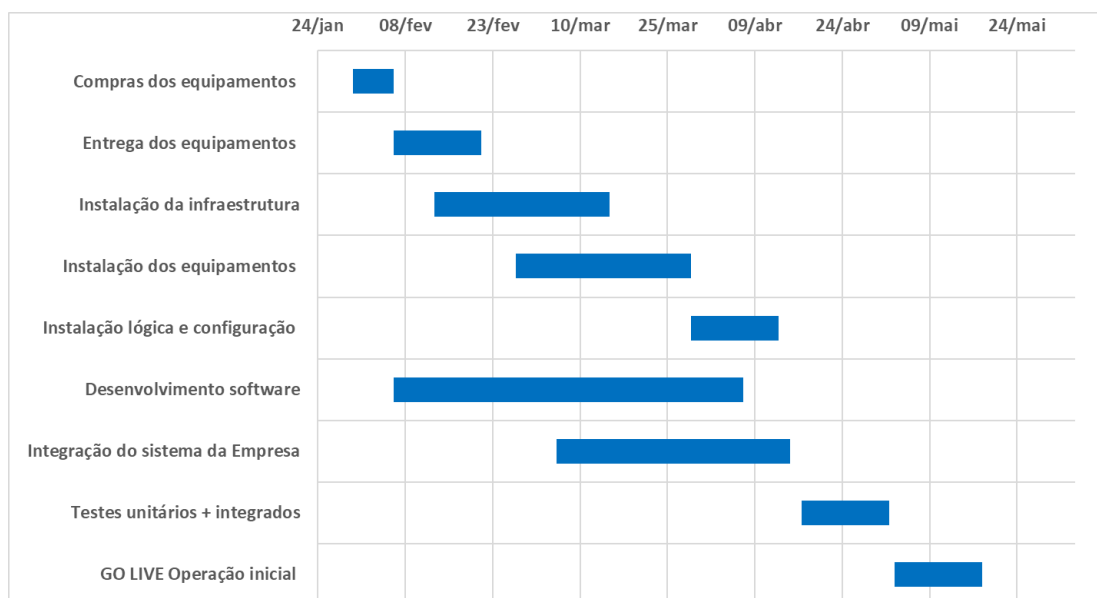
Figura 17 – Planta Baixa da Fábrica



Fonte: O autor (2023)

Podemos observar no gráfico de Gantt, representado no Gráfico 3, as fases de andamento do projeto, como as compras e entrega de equipamentos, instalação da infraestrutura, o desenvolvimento do Software e integração com o sistema da empresa, testes unitários e integrados com todos os equipamentos juntamente com o sistema computacional.

Gráfico 3 – Gráfico de Gantt



Fonte: O autor (2023)

O plano de ação, demonstrado na Tabela 5, constam todas as ações necessárias que foram construídas pela equipe de engenharia, através do uso da metodologia MASP, para implementar a tecnologia RFID dentro da fábrica.

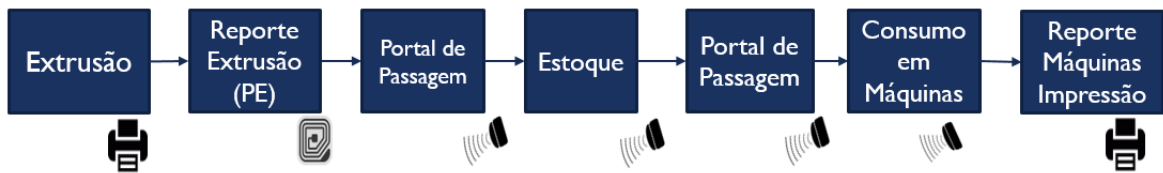
Tabela 5 – Plano de Ação

Plano de Ação					
AÇÃO	Por que?	Como?	Onde?	Responsável	Prazo
Encontrar Empresas para vender a Tecnologia RFID	Buscar opções dentro do mercado que atenda às necessidades	Pesquisando com parceiros empresariais ou na internet	Escritório de Engenharia	Equipe de Engenharia	20/01/2023
Realizar orçamento	Encontrar o melhor custo benefício	Levantamento de todos os equipamentos necessários	Chão de fábrica	Engenharia e setor de compras	27/02/2023
Fechar contrato de produto e serviços	Negociar a melhor proposta recebida	Reuniões entre as duas empresas	Escritório de compras	Setor de Compras	03/02/2023
Efetuar Compra	Receber todos os equipamentos para o projeto	Realizar as transações	Escritório de compras	Setor de Compras	21/02/2023
Desenvolver o Software	O sistema vai ser monitorado via rede na fábrica, para todos terem acesso	A empresa terceirizada vai montar uma equipe de programadores	Setor de desenvolvimento de produtos e serviços	Empresa Terceirizada	07/04/2023
Desenvolver infraestrutura de instalação	Todos equipamentos precisam de infraestrutura instalação correta na fábrica	Marcar os locais corretos para cabos e antenas, desenvolver suportes	Chão de fábrica	Engenheiro Mecânico	15/03/2023
Instalar os equipamentos	Para o funcionamento correto da tecnologia, e sincronismo com o software	Fixar os equipamentos nos suportes, passar os cabos de rede e energia	Chão de fábrica	Engenheiro Mecânico	29/03/2023
Migrar o Software para o sistema da empresa	Para obter um sistema único dentro da fábrica, acessado por todos	integrar o software RFID dentro do software da fábrica	Setor de desenvolvimento de produtos e serviços	Empresa Terceirizada e Ti da Fábrica	15/04/2023
Configurar Portais RFID	Cada portal deve ter sua configuração única para ler as TAG's	Configurar as frequências das antenas para uma distância correta	Chão de fábrica	Engenheiro Mecânico	26/04/2023
Treinar os colaboradores	A equipe de chão de fábrica deve compreender tecnologia, seu funcionamento e propósito	Parada de fábrica, com palestra e exemplos práticos	Chão de fábrica	Equipe de Engenharia	18/05/2023
Testes Unitários	Verificar o funcionamento de cada portal	Realizar testes práticos com cada portal separadamente	Chão de fábrica	Equipe de Engenharia e Empresa Terceirizada	02/05/2023
Testes Integrados	Verificar o funcionamento de todo sistema operando em um dia de trabalho da fábrica inteira	Monitorar pelo sistema as movimentações de materiais	Chão de fábrica	Equipe de Engenharia e Empresa Terceirizada	18/05/2023

Fonte: O autor (2023)

O sistema RFID da fábrica monitorar e registra as movimentações de bobinas de PE, mostrado na Figura 18, como a impressão da etiqueta no setor da extrusão, quando a bobina sair do setor de extrusão e ir para o estoque, é feito um monitoramento pelos portais, entregando no sistema sua localização correta, até quando sair de estoque e ir para os processos de impressão, a bobina é sendo monitorada constantemente.

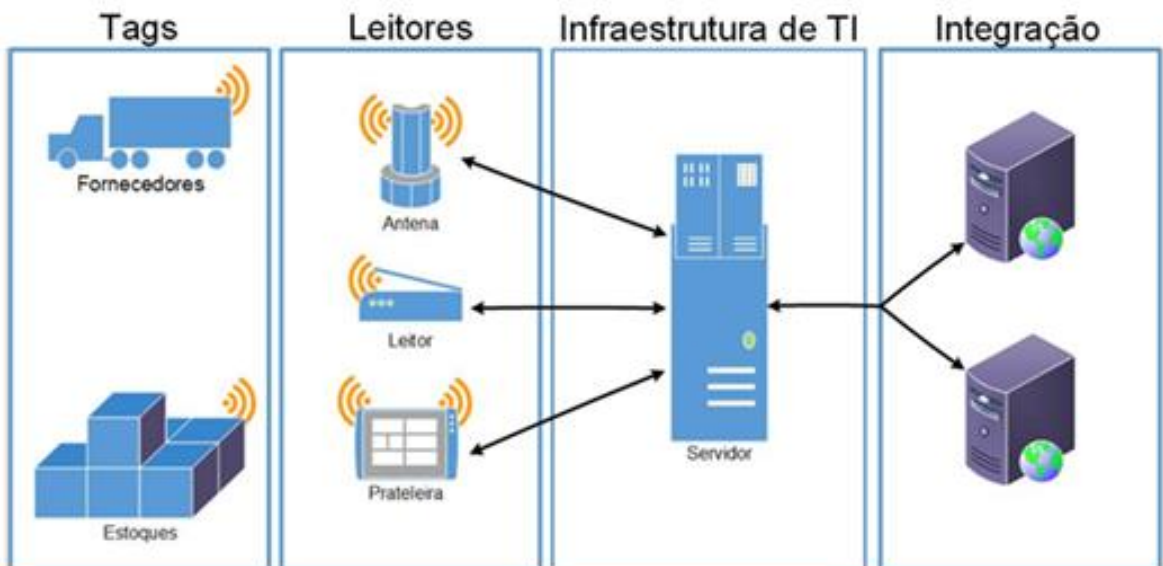
Figura 18 – Sistema RFID



Fonte: O autor (2023)

Os materiais com as TAG's recebem e emitem os sinais das antenas e prateleiras do estoque, o servidor recebe as informações através das leituras realizadas pelas antenas e leitores, e o sistema integra as localizações e informações de cada bobina, como apresenta na Figura 19.

Figura 19 – Sistema RFID



Fonte: O autor (2023)

4.5 AÇÃO

Antes do início das ações citadas no plano de ação, todos os estoques foram ajustados no sistema para que houvesse mais assertividade e um acompanhamento melhor da eficiência da tecnologia implementada

A empresa terceirizada forneceu a tecnologia RFID, desenvolveu o software integrado com o sistema da fábrica, para o sistema RFID atuar de acordo com a planta baixa, quantidades de equipamentos e fluxo de transporte de bobinas diário.

A parte mecânica do projeto foi desenvolver a infraestrutura, suportes móveis de alumínio para as antenas e leitores, podendo posicioná-los de acordo com cada tipo de portal, e configuração do sinal de frequência emitido pela antena, classificado como UHF (Ultra High Frequency) que funciona entre 300MHz – 3GHz, que é usado em aplicações de longo alcance, como a logística e controle de nossos materiais.

Nas configurações das antenas, testou-se a passagem das bobinas pelos portais em várias frequências diferentes, quando a bobina de PE passava pela porta de entrada em estoque por exemplo, constava dentro do sistema que o material já tinha seu endereço dentro do estoque, o sinal perfeito de funcionamento para todos os portais ficou na faixa de 400MHz a 500MHz, nessa faixa de frequência as antenas estavam entregando o sinal para as bobinas que se aproximavam ao ponto de passar pelo portal, pois poderia ocasionar um erro de leitura no sistema, devido as antenas captam bobinas que estavam longe do portal, causando erros de configuração no sistema, os quais não acontecerão.

Com essa configuração padronizadas as TAG's conseguiram gerar energia suficiente para entregar os dados de volta para os leitores, e o sistema funcionava conforme o especificado. Foi realizado a configuração dos 19 portais, um a um, para obter máxima efetividade do sistema de comunicação leitor e TAG, as impressoras foram posicionadas em cada local específico, conforme na planta baixa.

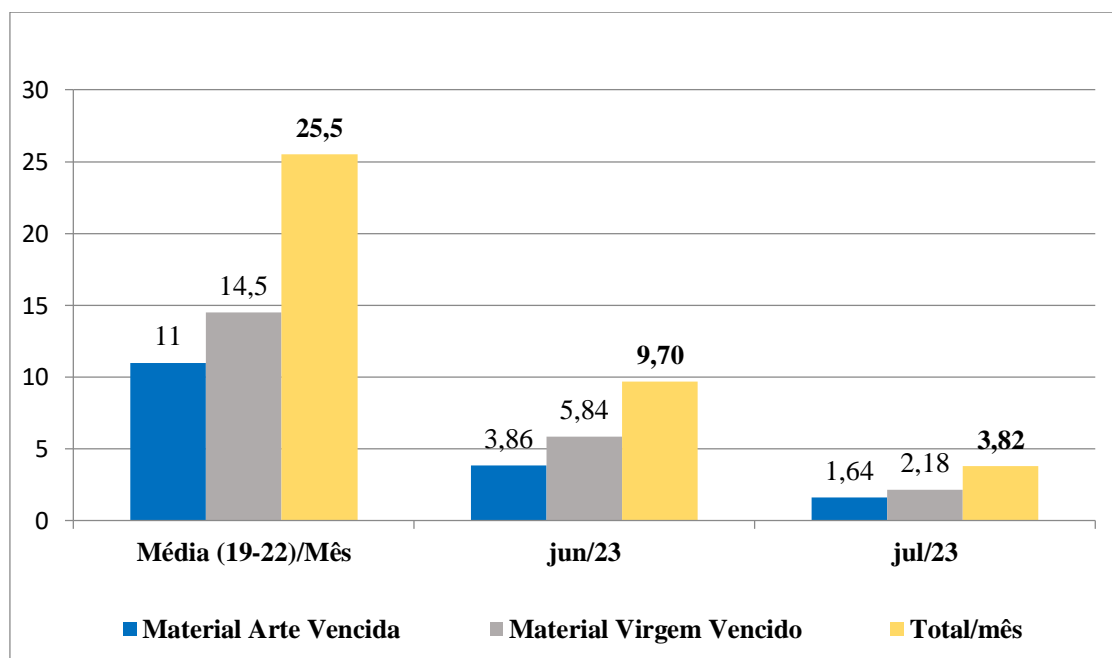
Outra parte de extrema importância na execução do plano de ação foi o treinamento de todos os colaboradores de chão de fábrica que contou com os operadores de máquinas, ajudantes, setor de movimentação e estoque de materiais (empilhadores), gestores e coordenadores de produção. A equipe de engenharia efetuou uma parada de fábrica para realizar esse treinamento, proporcionando uma oportunidade valiosa para melhoramento das habilidades, atualizações de conhecimentos gerando benefícios significativos em termos de produtividade, qualidade, segurança e satisfação dos funcionários.

Após o treinamento, iniciou-se os testes integrados, com todos os portais funcionando, leitores, impressoras e o monitoramento diário do novo sistema dentro da fábrica com operando perfeitamente.

4.6 VERIFICAÇÃO

Após a conclusão da parte das ações, inicia-se a nova fase de avaliação das perdas. Foi realizado a análise de perdas dos meses seguintes (junho e julho) ao finalizar o projeto RFID, foi coletada os seguintes dados mostrados na Gráfico 4.

Gráfico 4 – Perdas de Material (Toneladas)

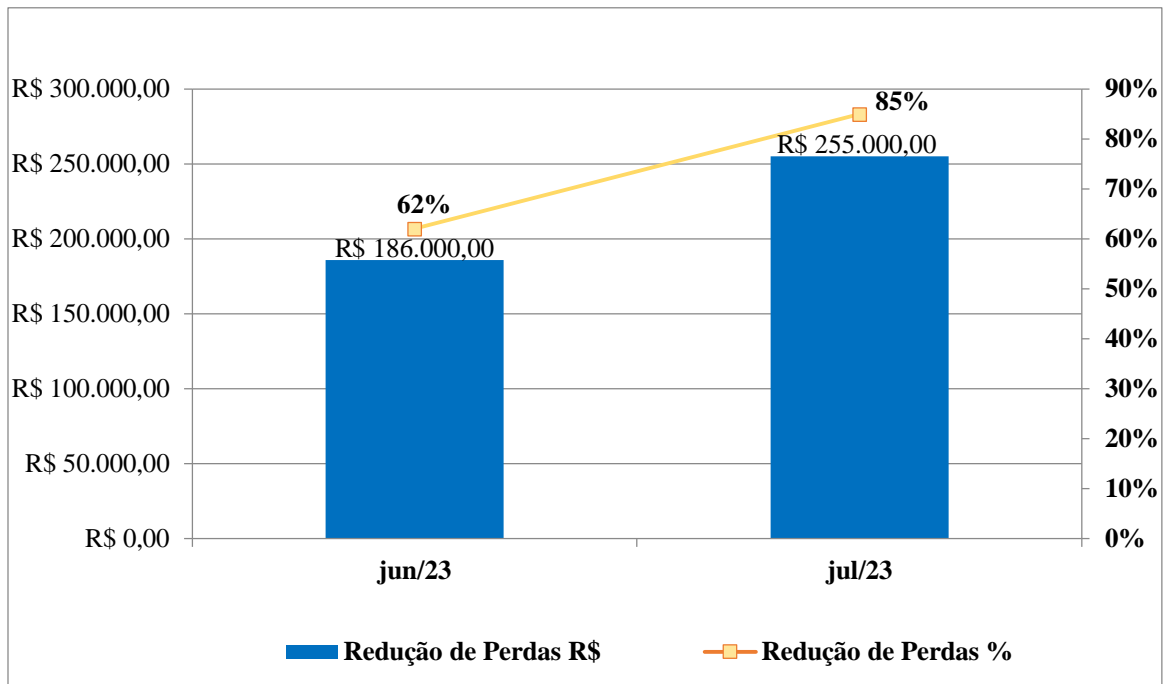


Fonte: O autor (2023)

Na figura 24, observa-se que no mês de junho/2022, considerando que o referencial são 25,5 toneladas/mês médias dos anos anteriores de desperdícios, é observado uma redução de perdas de bobinas de 15,8 toneladas. No mês seguinte (julho) a redução foi de quase 21,7 toneladas. Essa diferença se deve ao fator da produção está se acostumando a monitorar as bobinas, com a nova tecnologia implantada na fábrica, logo espera-se que, a redução de perdas das bobinas diminua com o tempo aplicação da nova tecnologia e experiência dos operadores.

O Gráfico 5 mostra os valores em reais referentes a redução dos desperdícios de materiais, no mês de junho. Observa-se que foi possível economizar aproximadamente R\$ 186.000,00, o que significa uma redução de 62% referente a média (19-22) de R\$ 300.000,00/mês de desperdícios. No mês seguinte (julho/2022) as perdas foram ainda menores, chegando a 85% de redução equivalente em reais a R\$ 255.000,00.

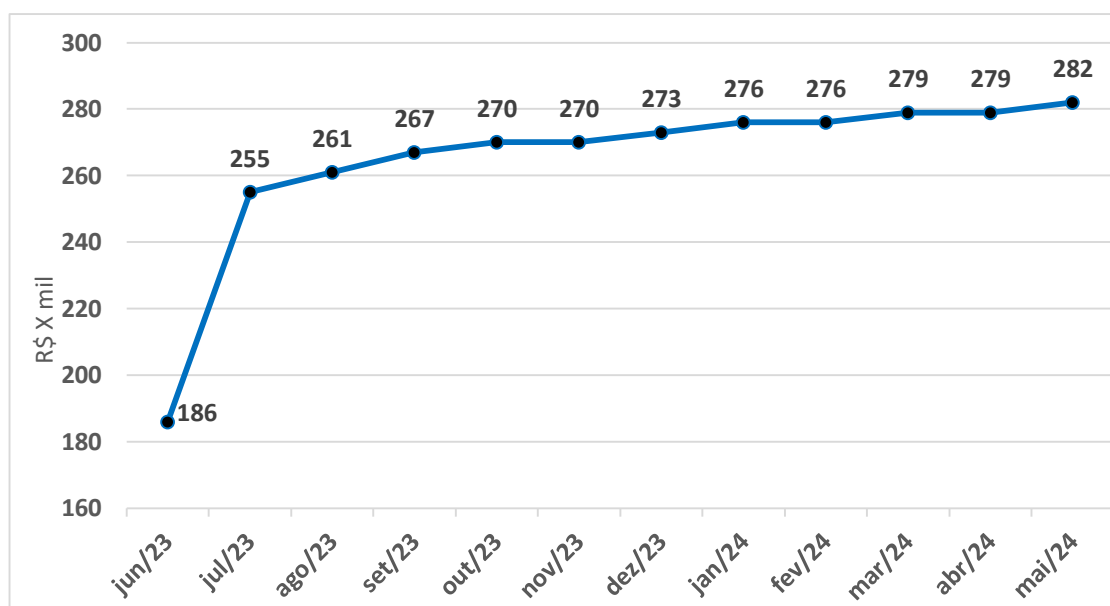
Gráfico 5 – Redução de Perdas (R\$)



Fonte: O autor (2023)

Analisando a redução 85% no mês junho/2022, e com indicativos de que esse número poderia aumentar cerca de 1 a 2 % ao mês, de acordo com o projeto, onde se pode prever que em um ano de projeto implementado, a empresa alcançaria, uma economia de mais de 3,1 milhões de reais, isso significa mais de 270 toneladas de materiais que não seriam descartados como mostrado na Figura 20.

Figura 20 – Gráfico Previsão de Economia R\$



Fonte: O autor (2023)

Além disso, foi realizado um Brainstorming para o sistema operacional, a fim de coletar informações importantes sobre o novo sistema instalado na fábrica, realizando o ciclo MASP. A satisfação dos colaboradores com o novo sistema, reduziu grandes quantidades de horas de trabalho em alguns setores, como exemplo, o inventário de estoque que antes era realizado de forma manualmente, gastando dias de trabalho, teve seu tempo reduzido devido a automatização do sistema.

Para os operadores de estoque, o acesso ao sistema, facilitou a busca e a localização das bobinas de PE, e as informações importantes como: a data de fabricação, data de vencimento, a máquina que a fabricou e o número de identificação do operador responsável no momento da fabricação. A confiabilidade do sistema aumentou cerca de 95%, o sistema de rastreabilidade de erros também foi beneficiado, pois todo o histórico de cada bobina estava sendo registrado.

A segurança patrimonial predial foi reforçada com a tecnologia, sabendo que nenhum produto pode deixar a fábrica sem autorização prévia, qualquer bobina que fosse levada para fora do prédio, o sistema teria um modo de acionamento de alarme diretamente no usuário do gerente de produção, assim poderia tomar decisões imediatas sobre o que estaria acontecendo com aquele material. Todo os dados de movimentação ficam registrados, o sistema de segurança tornou-se confiável, dificultando possíveis ações de roubo de bobinas.

A ações da metodologia MASP foram repetidas para coleta de novos dados para

verificação da performance da fábrica. Os dados coletados apresentam pontos positivos em relação a diminuição de perdas e rejeitos, o que deixou a diretoria da fábrica e colaboradores muito satisfeitos.

4.7 PADRONIZAÇÃO

Após a implementação do projeto e dados positivos avançou-se para a fase de padronização. Uma apresentação foi conduzida para destacar os resultados alcançados, detalhar as ações empreendidas, compartilhar a abordagem de planejamento da equipe e expor o processo de análise de dados perante a gerência e a diretoria industrial, bem como para as equipes de produção.

Um aspecto crucial durante a fase de padronização, foi destacado para as atividades que não demandam esforços consideráveis para serem executadas. Como exemplo, o caso dos treinamentos. Uma vez que os treinamentos tenham sido ministrados, tornou-se responsabilidade dos supervisores assegurar que os operadores estivessem desempenhando suas tarefas de acordo com as orientações fornecidas durante os treinamentos. Isso implicava na verificação, cobrança e correção de quaisquer equívocos identificados.

No encerramento do ciclo de melhoria, todos os procedimentos realizados, análises conduzidas, tópicos abordados na sessão de brainstorming, plano de ação delineado e as demais atividades correlacionadas, após a validação dos setores, são compilados. Após essa compilação, todo o processo foi registrado documentalmente, assegurando a descrição completa de como o ciclo PDCA foi implementado para tratar as perdas de filmes de embalagens. Isso proporcionará orientação a futuros estagiários, analistas e operadores ao executarem novos ciclos de aprimoramento.

4.8 CONCLUSÃO MASP

O uso da metodologia MASP trouxe resultados positivos, os quais puderam ser verificados através de acompanhamento diário e auxílio de todos os envolvidos no processo produtivo. O fruto dessa ferramenta de qualidade se tornou um projeto de sucesso para a empresa, com resultados expressivos, além de melhorar a qualidade do trabalho realizado.

As grandes dificuldades encontradas pela equipe foi a organização do chão de fábrica para receber a tecnologia, e iniciar o projeto com os dados existentes como a organização

das bobinas que estavam nas prateleiras do estoque e o mapeamento do fluxo provável dos materiais. As análises realizadas foram importantes para conseguir enxergar alguns erros dentro do processo, como bobinas sem identificação, alteração de peso, materiais de outros setores misturados no estoque de bobinas de PE.

Para maior confiabilidade, a diretoria e equipe de engenharia giraram novamente o ciclo do MASP, para e usar a tecnologia do RFID para outras aplicações.

A tecnologia RFID pode ser usada em outras áreas da fábrica, por exemplo, para o controle de matérias-primas e monitoramento de jogos de cilindros de cromo que são usados na impressão rotogravura, desde que, seja realizada uma nova análise dos problemas e para construir um novo plano de ação.

5 CONCLUSÃO

Durante a execução do presente trabalho foi realizada a análise crítica do fluxo de bobinas de Polietileno dentro do seu processo de pós fabricação. Em suma, a pesquisa revelou a importância da abordagem utilizando as metodologias de qualidade, que auxiliam a resolver problemas da produção insutrial, promover a melhoria da melhoria, redução de desperdícios em ambientes fabris como um meio eficaz de otimizar processos produtivos e promover a sustentabilidade operacional. Ao longo deste trabalho, exploramos a utilização da técnica do MASP, usando estratégias e ferramentas destinadas a identificar, quantificar e mitigar os diferentes tipos de desperdícios de produtos e serviços, no setor de estoque.

A análise detalhada dos problemas industriais, inventário de estoque, falha de controle, movimentação de bobinas, identificou diversas oportunidades de melhoria, incluindo controle de estoque, movimentação de bobinas e implementação do MASP. A adoção de uma cultura enxuta não apenas elimina atividades improdutivas, mas também promove inovação e responsabilidade ambiental. A implementação eficaz de estratégias de redução de desperdícios, como o uso de tecnologias como RFID, requer uma equipe comprometida, liderança sólida e mudança cultural. A avaliação contínua e adaptação são essenciais para a sustentabilidade das melhorias ao longo do tempo, como demonstrado na aplicação do MASP para redução de perdas na fábrica de embalagens.

Como foi visto na etapa de verificação da metodologia MASP, as perdas de bobinas tiveram uma redução nos dois meses de implementação de projeto de 85%, equivalente a uma economia de aproximadamente 440 mil reais, e com estimativa na redução de 1 a 2%

ao mês, em um ano de projeto implementado, o que equivale a aproximadamente 3,1 milhões de reais economizados, além das melhorias conquistadas referente a segurança patrimonial, redução de trabalho nos estoques e um sistema altamente confiável e integrado a fábrica.

Qualitativamente, foi possível observar a grande receptividade dos setores envolvidos com relação às ações sugeridas, nos níveis operacional, recursos humanos e estratégico.

Em última análise, esta pesquisa reforça a ideia de que a redução de desperdícios, futuramente é sugerida a revisão constante do plano de ação utilizado neste trabalho para se adequar às novas realidades do fluxo do material, ou até mesmo para outros materiais utilizado em fábricas, como controle de matéria-prima e cilindros de impressão rotogravura.

Recomendamos outros trabalhos para dar continuidade na evolução dos processos produtivos da organização focando em oportunidades de redução de desperdícios. Através da implementação de práticas enxutas e da promoção de uma cultura de melhoria contínua, as fábricas podem não apenas alcançar maior eficiência operacional, mas também contribuir para a construção de um futuro mais sustentável e responsável.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, F. F. **O método de melhorias PDCA**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-04092003-150859/publico/dissertacao_FABIOFA.pdf. Acesso em 27 jun. 2023.
- BEZERRA, Filipe. **Ciclo PDCA: Do conceito à aplicação**. São Paulo: Portal Administração, 2014.
- CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia**. 8. ed. Nova Lima: INDG, 2004.
- CAMPOS, V. F. **Qualidade Total - Padronização de Empresas**. 2. ed. Nova Lima: Falconi Editora, 2004.
- FERREIRA, D, et al. **Metodologia Lean Six Sigma**. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte. SEDIS-UFRN. 2018.
- FONSÊCA, F. **Projeto de melhoria de perda de filme de embalagem em uma indústria de detergente em pó com auxílio da metodologia PDCA/MASP**. 2022. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/49038/4/TCC%2009-02-23.pdf>. Acesso em 30 jun. 2023.
- FRIGOTO, G. **Educação e a crise do capitalismo real**. 4. ed. São Paulo: Editora Cortez, 2000.
- GONÇALVES, E. P. **Iniciação à pesquisa científica**. Campinas: Editora Alínea, 2001.
- ISHIKAWA, Karou. **Introduction to Quality Control**, 3. ed. Japão: Springer, 1990.
- KNECHTEL, M. R. **Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico-prática dialogada**. Curitiba: Intersaberes, 2014.
- MARSHALL, I. J. et al. **Gestão da qualidade**. 10. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2010.
- MIGUEL, P. A. C. Desdobramento da Qualidade no Desenvolvimento de Filmes Flexíveis para Embalagens. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**. Piracicaba, v. 13, n. 2, p. 87-94, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/po/a/FMmq6Vg5TPg8vhT5ydhKYXD/?format=pdf>. Acesso em: 28 jun. 2023.
- MASP: conheça a metodologia e como usar na gestão da qualidade! **Moki Sistemas**, São Paulo. 2021. Disponível em: <https://www.site.moki.com.br/post/metodologia-masp/>. Acesso em: 30 jun. 2023.

MORAIS, M.G. *et al.* A gestão da qualidade na prestação de serviços: um estudo de caso em um restaurante localizado em São Luís – MA. *In: XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*. 2017, Joinville. **Anais [...]**. Joinville: ENEGEP, 2017. Disponível em: https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_239_389_31667.pdf. Acesso em: 30 jun. 2023.

MORILLO J. A. MUÑOZ, M. C. **Justificación de los requisitos de la Norma UNE - EM ISO 9001:2000 mediante análisis de causas por el diagrama de Ishikawa**. 1. ed. Buenos Aires: Docplayer. 2004.

NEVES, R. **Aplicação do método de análise e solução de problemas: estudo da variabilidade das resistências à compressão no cimento do tipo Portland**. 2016. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2016. Disponível em: <https://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/riui/2667/1/TCC%20Rafael%20Neves.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2023.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: Além da produção em larga escala**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, D. S. **Ferramentas para o aprimoramento da qualidade**. 2. ed. São Paulo: Editora Pioneira, 1996. p. 9.

ORTIZ, C. **Kaizen e Implementação de Eventos Kaizen**. 1. ed. Porto Alegre: Editora Artmed S. A. 2010

PAOLESCHI, B. **Almoxarifado e Gestão de Estoques**. 3. ed. São Paulo: Editora Érica, 2019.

PUHLMANN, H. F. W. Introdução à tecnologia de identificação RFID. **FAPESP**, São Paulo: 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/277954223_Introducao_a_tecnologia_de_identificacao_RFID. Acesso em: 26 jun. 2023.

RODRIGUES, B. **Análise da aplicação do MASP para redução dos níveis de consumo de matéria-prima em uma indústria fabricante de pás aerogeradores**. 2016. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia de Produção Mecânica) – Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2016. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/35772/1/2016_tcc_blrodrigues.pdf. Acesso em 30 jun. 2023.

SILVA, E.; ALVES MILFONT, F. Correlação e proposta de adaptação do MASP às etapas do Framework Scrum. **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada**. Recife, v. 4 n. 4, p. 73-81, 18 nov. 2019. Disponível em: <http://revistas.poli.br/index.php/rep/article/view/1234/532>. Acesso em: 8 jul. 2023.

SILVA, J, M. **O Ambiente da Qualidade na prática - 5S**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1996.

SOARES, E. **Gestão de qualidade nas organizações: uma estratégia competitiva.** Rio de Janeiro – RJ. Universidade Estácio de Sá. 2015

SOUSA, G. **Melhoria da acurácia no processo produtivo em indústria do ramo de energia eólica através da metodologia de análise e solução de problemas (MASP).** 2022. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Centro Universitário Christus Fortaleza, 2022. Disponível em: <https://repositorio.unichristus.edu.br/jspui/bitstream/123456789/1380/1/Gabriela%20Maciel%20de%20Sousa.pdf> . Acesso em 29 jun. 2023.

SOUZA, D. I.; et al. **Manual de orientações para projetos de pesquisa.** Novo Hamburgo: FESLSVC, 2013.

STONER, J. A. F.; FREEMAN, R. E. **Administração.** 5. ed. LTC, Rio de Janeiro: 1999.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas.** Bookman, 2. ed. Porto Alegre, 2004.

ZANLOURENSI, L. **Identificação por Rádio Frequência – RFID.** 2011. Trabalho de conclusão de curso (Tecnólogo em Teleinformática e Redes de Computadores) - Universidade Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2011. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/19986/2/CT_TELEINFO_XIX_2011_14.pdf . Acesso em 28 jun. 2023.

ANEXO I – PLANTA BAIXA

