



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE ANGICOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS
CURSO ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ALLISON BRUNO DA COSTA FREITAS

**ANÁLISE DOS DESPERDÍCIOS EM UMA INDÚSTRIA DE EMBALAGENS
PLÁSTICAS FLEXÍVEIS NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE**

ANGICOS
2024

ALLISON BRUNO DA COSTA FREITAS

**ANÁLISE DOS DESPERDÍCIOS EM UMA INDÚSTRIA DE EMBALAGENS
PLÁSTICAS FLEXÍVEIS NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador (a): Profa. Dra. Luciana Torres
Correia de Mello

ANGICOS

2024

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

FF866 Freitas, Allison Bruno da Costa.
aa Análise dos desperdícios em uma indústria de
embalagens plásticas flexíveis no estado do Rio
Grande do Norte / Allison Bruno da Costa Freitas.
- 2024.
65 f. : il.

Orientadora: Luciana Torres Correia de Mello.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de , 2024.

1. Manufatura enxuta. 2. Desperdícios. 3.
Melhorias. I. Mello, Luciana Torres Correia de,
orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Angicos
Bibliotecário: Helder Romero Maia Duarte
CRB: 15/673

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ALLISON BRUNO DA COSTA FREITAS

**ANÁLISE DOS DESPERDÍCIOS EM UMA INDÚSTRIA DE EMBALAGENS
PLÁSTICAS FLEXÍVEIS NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção.

Defendida em: 01 / 04 / 2024.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **LUCIANA TORRES CORREIA DE MELLO**
Data: 19/04/2024 16:18:58-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Luciana Torres Correia de Melo (UFERSA)
Presidente

Documento assinado digitalmente
 **JOANA KAROLYNI CABRAL PEIXOTO**
Data: 16/04/2024 15:36:20-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Joana Karolyni Cabral Peixoto (UFERSA)
Membro Examinador

Documento assinado digitalmente
 **MIRIAM KARLA ROCHA**
Data: 16/04/2024 20:00:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Miriam Karla Rocha (UFERSA)
Membro Examinador

Dedico este trabalho aos familiares e amigos
da vida, na qual foram peças fundamentais na
minha caminhada acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão à minha mãe, Creuza Barbosa da Costa, por ter desempenhado o papel de mãe e pai em minha vida. Ela sempre me ensinou os valores essenciais com dedicação e amor. Sua presença ao meu lado, apoiando, acreditando em mim e ajudando-me a alcançar meus sonhos, é algo pelo qual serei eternamente grato. Sem ela, não teria sido possível concluir esta jornada.

Quero expressar minha gratidão aos meus avós, Nestor Soares da Costa e Rosa Barbosa das Flores (*in memoriam*), que sempre me apoiaram nos estudos e me proporcionaram oportunidades para uma educação de qualidade. Eles sempre me incentivaram e me deram conselhos, destacando a importância da educação como base para o crescimento na vida. Por isso, sou profundamente grato por todo o apoio que me ofereceram.

Agradeço a todos os meus familiares e amigos, que me ajudaram de alguma maneira na realização deste trabalho.

Gostaria de agradecer à minha orientadora, Prof. Dra. Luciana Torres Correia de Mello, pela atenção, orientação e disponibilidade durante a elaboração deste trabalho. Além dos conselhos oferecidos em diversos momentos durante a jornada acadêmica.

Agradeço a empresa que se disponibilizou a participar desta pesquisa, o que proporcionou uma experiência importante para o meu aprendizado e formação acadêmica.

Também agradeço à UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO, onde percorri essa jornada acadêmica, sob a orientação de excelentes professores. Eles não apenas compartilharam conhecimentos fundamentais na área de engenharia de produção para a obtenção do título, mas também me guiaram no desenvolvimento pessoal, ampliando minha visão sobre a vida. Por isso, saio da faculdade como uma pessoa transformada.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

Marthin Luther King

RESUMO

A manufatura enxuta é uma abordagem essencial para as empresas independente do seu porte, pois ela visa a eliminação de desperdícios em todas as etapas do processo produtivo. Isso desencadeia resultados positivos relacionados à redução de custos; melhoria na qualidade; aumento da produtividade; detecção de falhas; enxugar processos e melhoria contínua, resultando em melhores posições no mercado consumidor, altamente competitivo. Desta forma, este trabalho teve como objetivo identificar os desperdícios presentes em uma empresa de manufatura de embalagens plásticas localizada no estado do Rio Grande do Norte, e propor melhorias com o intuito de minimizá-los e eliminá-los. Para realizar o estudo, foi selecionada uma empresa de produção de embalagens plásticas, localizada no estado do Rio Grande do Norte. As etapas da pesquisa se iniciaram com a definição do problema, estabelecida com base nas observações diretas do pesquisador na empresa, ao notar desperdícios presentes no processo produtivo. Na etapa seguinte, dados foram coletados por meio de uma entrevista com o engenheiro de produção da empresa. Após a coleta dos dados, foi realizado o mapeamento no processo produtivo. Desta forma, o pesquisador acompanhou as atividades do cotidiano no processo produtivo, mapeando os desperdícios citados pelo entrevistado. Com isso, os desperdícios identificados incluíram problemas relacionados ao tempo de *setup*, desgaste de peças das máquinas, *layout* inadequado, e desorganização das ferramentas de trabalho. Em seguida, foram definidos os desperdícios que seriam abordados neste trabalho, focando nos mais significativos para a empresa. Por último, foi realizada a análise dos resultados e proposição de melhorias. Após transcrever e analisar as respostas, os desperdícios, suas causas e impactos foram identificados. Estas propostas incluem atribuição das atividades individuais aos membros da equipe; proteção da matéria prima contra impurezas; adoção da manutenção preventiva e preditiva; mudança no *layout* e a implementação do 5S. Este estudo contribui para melhorar a eficiência e competitividade da empresa de embalagens plásticas flexíveis, ao analisar e propor soluções para minimizar e eliminar os desperdícios, visando redução de custos, maior qualidade e produtividade.

Palavras-chave: Manufatura enxuta; Desperdícios; Melhorias.

ABSTRACT

Lean manufacturing is an essential approach for companies regardless of their size, as it aims to eliminate waste at all stages of the production process. This triggers positive results related to cost reduction; improvement in quality; increased productivity; fault detection; streamline processes and continuous improvement, resulting in better positions in the highly competitive consumer market. Therefore, this work aimed to identify the waste present in a plastic packaging manufacturing company located in the state of Rio Grande do Norte, and propose improvements with the aim of minimizing and eliminating them. To carry out the study, a plastic packaging production company was selected, located in the state of Rio Grande do Norte. The research stages began with the definition of the problem, established based on the researcher's direct observations in the company, when noticing waste present in the production process. In the next stage, data was collected through an interview with the company's production engineer. After data collection, mapping of the production process was carried out. In this way, the researcher monitored daily activities in the production process, mapping the waste mentioned by the interviewee. As a result, the waste identified included problems related to setup time, wear on machine parts, inadequate layout, and disorganization of work tools. Next, the waste that would be addressed in this work was defined, focusing on those most significant for the company. Finally, the results were analyzed and improvements were proposed. After transcribing and analyzing the responses, the waste, its causes and impacts were identified. These proposals include assigning individual activities to team members; protection of raw materials against impurities; adoption of preventive and predictive maintenance; change in layout and implementation of 5S. This study contributes to improving the efficiency and competitiveness of flexible plastic packaging companies, by analyzing and proposing solutions to minimize and eliminate waste, aiming to reduce costs, improve quality and productivity.

Keywords: Lean manufacturing; Waste; Improvement.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estrutura do trabalho	19
Figura 2: Princípios do pensamento enxuto.	23
Figura 3: Etapas de implantação da manutenção preventiva.	30
Figura 4: Etapas de implantação da manutenção preditiva.	31
Figura 5: Visão ampliada das funções da embalagem.	31
Figura 6: Classificação de pesquisa.	35
Figura 7: Fluxograma do procedimento de pesquisa.	36
Figura 8: Estrutura hierárquica da empresa estudada.	40
Figura 9: Macrofluxo das principais etapas do processo produtivo da empresa.	41
Figura 10: Esquema de uma extrusora.	41
Figura 11: Extrusora do tipo balão.	42
Figura 12: Macrofluxo da produção.	50
Figura 13: Layout do setor de extrusão e impressão.	51
Figura 14: Proposta de melhoria no layout.	52
Figura 15: Estoque de tubetes.	53
Figura 16: Ferramentas de trabalho.	54
Figura 17: Modelo de estoque para tubetes.	56
Figura 18: Painel de ferramentas.	56

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Distribuição do valor da produção em 2022 por segmento.

32

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Problemas identificados	44
Quadro 2: Folha de manutenção preventiva	47
Quadro 3: Modelo de planejamento de manutenção preventiva	49
Quadro 4: Folha de relatório de manutenção preventiva	49
Quadro 5: Plano de ação para a implementação do 5S.	54
Quadro 6: Propostas de melhoria.	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

STP	Sistema Toyota de Produção
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
ABRE	Associação Brasileira de Embalagem
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PEBD	Polietileno de Baixa Densidade
PELBD	Polietileno Linear de Baixa Densidade
TRF	Troca Rápida de Ferramentas
TPM	Total Productive Maintenance

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Contextualização	15
1.2 Problema	16
1.3 Objetivo	17
1.3.1 Objetivo geral	17
1.3.2 Objetivos específicos	17
1.4 Justificativa	18
1.5 Estrutura do trabalho	19
2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS DA MANUFATURA ENXUTA	21
2.1 Manufatura enxuta	21
2.2 Desperdícios	23
2.3 Ferramentas da manufatura enxuta	27
2.3.1 O 5S	28
2.3.2 <i>Kaizen</i>	28
2.4 Manutenção Produtiva Total	29
2.4.1 Manutenção preventiva	29
2.4.2 Manutenção preditiva	30
2.5 Indústria de embalagens plásticas	31
3 MÉTODO DE PESQUISA	34
3.1 Classificação	34
3.2 Procedimentos de pesquisa	36
4 ESTUDO DE CASO	39
4.1 Característica da empresa	39
4.2 Caracterização do processo produtivo	40
5 ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO	44
5.1 Desperdício de espera	45
5.2 Desperdício por defeito	46
5.3 Desperdício por transporte	50
5.4 Desperdício de movimento	52
6 CONCLUSÕES	58
REFERÊNCIAS	60
APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA	63
APÊNDICE B – ROTEIRO DE ENTREVISTA (SUPORTE)	65

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como finalidade abordar os desperdícios, que vem sendo um problema comum entre as empresas. Com isso, o primeiro capítulo tem como propósito contextualizar o tema, destacando os desperdícios como obstáculos para a eficiência operacional e a competitividade das empresas. Este também apresenta a problemática, o objetivo geral, os objetivos específicos, e a justificativa dentro do contexto.

1.1 Contextualização

De acordo com Tubino (2015), é considerado desperdício tudo aquilo que não agrega valor ao cliente. Conforme destacado pelo autor, esses desperdícios presentes nas operações dos sistemas de produção são classificados em oito categorias: superprodução, estoque, defeito, transporte, movimento, espera, processamento (sete desperdícios propostos por Shingo) e o desperdício intelectual, mencionado na literatura mais recente. Desta forma, todos os processos apresentam algum tipo de desperdício, independentemente do setor, o que ressalta a importância de identificá-los, priorizá-los e, posteriormente, eliminá-los (Oribes, 2022).

No contexto de um processo produtivo de embalagens plásticas flexíveis, com um sistema de produção em lotes, há diversos fatores e etapas que podem resultar em desperdícios. A redução ou eliminação desses desperdícios é fundamental para aumentar a produtividade nas indústrias, ao utilizar de forma mais eficiente os recursos físicos disponíveis na produção (Gregório, 2018). Para alcançar esse objetivo, os princípios da manufatura enxuta (*Lean manufacturing*) têm sido cada vez mais explorados entre as empresas, aumentando assim a competitividade no mercado. Essa metodologia não apenas auxilia na redução de desperdícios, mas também promove a melhoria contínua dos processos (Lozada, 2017).

Combater constantemente os desperdícios de um sistema de produção possibilita que as empresas respondam de forma mais eficaz às demandas dos clientes, operando em níveis de desempenho mais eficientes (Ortiz, 2010). Neste contexto, empresas de grande porte investem significativamente na manufatura enxuta, estando dispostas a realizar mudanças internas sem poupar esforços e recursos, a fim de não perderem seu espaço no mercado (Venzani; Silva, 2016).

Os desperdícios nas indústrias podem ser gerados por uma série de fatores, incluindo problemas relacionados ao tipo de *layout*, o mau treinamento dos colaboradores, e a falta de capacidade produtiva (Tubino, 2015). Para eliminar ou minimizar os desperdícios, os gestores

podem tomar algumas decisões estratégicas, dependendo da causa raiz do problema. De acordo com Galvão (2012), isso pode incluir a padronização do processo, equilibrar as cargas de trabalho, ajustes no arranjo físico, entre outras soluções.

Conforme Galvão (2012), a manufatura enxuta não só auxilia a encontrar a causa dos desperdícios, como também a prevenir e a solucioná-los. Diversas técnicas presentes na literatura, incluindo a melhoria contínua, 5S e *Single Minute Exchange of Die* (SMED) ou Troca Rápida de Ferramentas (TRF), são apresentadas como fundamentais nesse processo, proporcionando uma visão ampla para lidar com os problemas relacionados aos desperdícios (Oribes, 2022).

1.2 Problema

A filosofia da melhoria contínua enfatiza que nenhum processo é totalmente livre de falhas; mesmo após várias otimizações, as empresas não alcançarão um estado de perfeição absoluta, e sempre haverá espaço para melhorias (Liker; Convis, 2013). Conforme os autores, cada etapa da linha de produção pode conter elementos de desperdícios, e mesmo que as melhorias tenham sido implementadas, as condições mudarão no futuro, e novos desperdícios podem surgir.

São muitos os problemas provenientes dos desperdícios, que foi preciso classificá-los para serem abordados da melhor forma (Oribes, 2022). Estes desperdícios podem ser observados em diversos contextos industriais, como evidenciado no estudo por Rodrigues e Kieling (2020), em uma linha de embalagens de lentes oftálmicas, na qual foi observado superprocessamento em um dos processos. Isso significava produção excessiva em relação a demanda do processo seguinte, gerando estoques desnecessários. Em virtude desses desperdícios, a linha de produção não trabalhava em sua total eficiência, prejudicando o equilíbrio entre os ritmos dos setores.

Em outro estudo de caso conduzido por Gadelha *et al.*, (2015) em uma indústria de transformadores, foi observado que o *layout* da empresa estava diretamente relacionado a um elevado *lead time* ou tempo de processamento. Essa situação era consequência de um alto nível de estoque e de movimentação dos insumos, ocasionando em até 2000 (dois mil) transformadores acumulados em atraso, considerando que a capacidade de produção da empresa era de 1000 (mil) transformadores. A consequência disso foram atrasos de até dois meses na entrega.

Semelhante aos trabalhos anteriores, Slack, Brandon-Jones e Johnston (2020, p. 567) observaram em suas análises que “... 5% do tempo total de atravessamento é realmente gasto

diretamente agregando valor, ... durante 95% de seu tempo, uma operação está agregando custo ao serviço ou produto, mas não agregando valor.” Slack, Brandon-Jones e Johnston (2020) comentam que tal porcentagem provém da enorme quantidade de desperdícios que são escondidos nos processos, por mais eficiente que seja. Esses resultados expressivos complementam as descobertas dos estudos anteriores, evidenciando a persistência de desperdícios nos processos industriais.

No contexto de manufatura enxuta, na empresa do ramo de produção de embalagens plásticas flexíveis, localizada no estado do Rio Grande do Norte, foi observada a presença de desperdícios que estão presentes na literatura. Diante dessa situação, surge o seguinte questionamento neste trabalho: Quais são os desperdícios presentes na empresa que estão gerando custos adicionais e quais medidas podem eliminá-los ou reduzi-los?

1.3 Objetivo

Os objetivos são categorizados em dois níveis distintos: geral e específicos. Esses objetivos devem estar diretamente relacionados com a problemática de pesquisa, e ser atrelado aos resultados finais (Martins; Mello; Turrioni, 2013). Desta forma, o presente trabalho será desenvolvido no intuito de alcançar os seguintes objetivos:

1.3.1 Objetivo geral

Identificar oportunidades de melhoria para a redução de desperdícios presentes em uma empresa de embalagens plásticas flexíveis localizada no estado do Rio Grande do Norte.

1.3.2 Objetivos específicos

Este trabalho tem os seguintes objetivos específicos:

- Descrever as etapas do processo de produção de embalagens plásticas flexíveis na empresa estudada;
- Analisar os desperdícios presentes em uma empresa de manufatura de embalagens e as causas dos mesmos, com o foco no setor crítico;
- Sugerir possíveis soluções que visam eliminar os principais desperdícios.

1.4 Justificativa

As embalagens desempenham um papel fundamental na evolução e competitividade do mercado. Seu *design* e formato final não apenas acrescentam valor ao produto, mas também fortalecem a marca e a empresa produtora (Matroniani, 2021). No entanto, este fator de competitividade pode ser considerado desafiador, pois, conforme aponta o mesmo autor, sua efetividade depende da aceitação pelo mercado consumidor.

Segundo Tubino (2015), para uma empresa se sobressair nesse mercado altamente competitivo, é necessário que seu sistema de produção ofereça aos clientes vantagens no prazo de entrega e flexibilidade dos pedidos, sem alterar negativamente o custo e a qualidade. Para que isso aconteça é importante a implementação da manufatura enxuta, pois os principais resultados obtidos são relacionados a eliminação de todas as formas de desperdícios (Slack; Brandon-Jones; Johnston, 2020). E com isso, resultará em resultados positivos relacionados à redução de custos; melhoria na qualidade; aumento da produtividade; detecção de falhas; enxugar processos e melhoria contínua (Venanzi; Silva, 2016).

Um estudo de caso realizado por Moutinho (2021), em uma empresa do ramo siderúrgico no município de Santa Luzia - MG, teve como objetivo reduzir/eliminar desperdícios presentes na mesma. Através do uso de ferramentas da manufatura enxuta, bem como Troca Rápida de Ferramentas e o 5S, obteve resultados positivos, sendo alguns: redução de 55 minutos para 32,17 minutos na realização de *setup* através da TRF e redução de 509,92 minutos para 401,40 minutos na movimentação dos operadores através do balanceamento de linha, e com isso, teve ganho da receita mensal de R\$23.514,00.

Em outro estudo realizado por Nunes (2019), em uma indústria de manufatura de presilhas, foi aplicado a filosofia de manufatura enxuta, onde obteve resultados positivos na redução de desperdícios e consequentemente aumentando a produtividade. Através de ferramentas como mapeamento de fluxo de valor, obteve redução de aproximadamente 76% em desperdícios de movimentação, e aproximadamente 57% de redução no tempo de montagem.

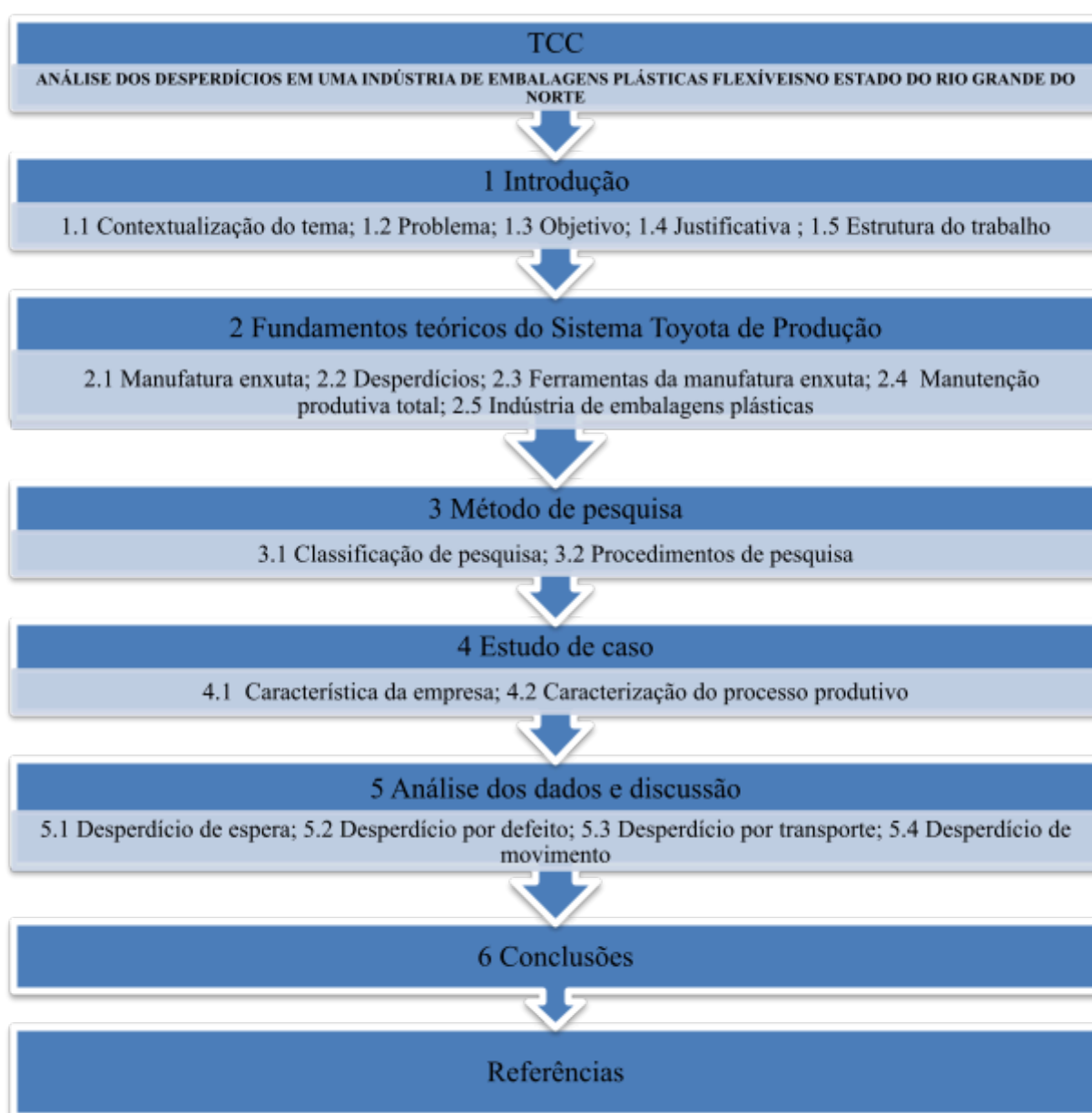
Conforme esses estudos, os desperdícios presentes nos processos produtivos empresariais possuem o potencial de reduzir a capacidade de gerar lucro de maneira discreta (Oliveira, 2022). Especialmente na produção de embalagens, como as de plástico, que é relativamente complexa e envolve diversas variáveis no processo, somado a um rigoroso controle de qualidade para atender as necessidades dos clientes, e com isso, é comum existir perdas e desperdícios no processo (Pereira *et al.*, 2022; Silva; Silva, 2016). Desse modo, justifica-se a realização deste trabalho, devido o estudo da manufatura enxuta ser de grande

importância referente à redução dos desperdícios e alcançar melhores resultados, obtendo ganhos significativos na produtividade, impactando diretamente na competitividade e sucesso da empresa.

1.5 Estrutura do trabalho

A Figura 1 traz um fluxograma representando a estrutura deste trabalho, proporcionando uma melhor compreensão dos elementos que estarão presentes neste trabalho.

Figura 1: Estrutura do trabalho



Fonte: Elaborado pelo Autor (2024)

Conforme a Figura 1, este trabalho é composto pelo **Título** (apresentação do tema principal do trabalho), **Introdução** (contextualização sobre os desperdícios), **Fundamentos teóricos da Manufatura enxuta** (revisão bibliográfica de alguns conceitos e metodologias relacionados ao tema), **Método de pesquisa** (descrição dos métodos), **Estudo de caso** (apresentação do caso estudado), **Análise dos dados e discussão** (apresentação e interpretação dos dados coletados) **Conclusões** (resultados e conclusões alcançados a partir da análise dos dados) e **Referências** (lista de todas as obras consultadas e citadas ao longo do trabalho).

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS DA MANUFATURA ENXUTA

Neste capítulo é apresentada a fundamentação teórica necessária para a compreensão de alguns conceitos importantes para o auxílio na análise do estudo de caso. No subtópico 2.1, serão apresentados conceitos sobre o Sistema Toyota de Produção e Manufatura Enxuta, bem como a origem, e seus princípios. No subtópico 2.2 são apresentados os desperdícios da manufatura enxuta, presentes na literatura. No próximo subtópico, 2.3, são abordados conceitos das ferramentas e técnicas da Manufatura Enxuta e Manutenção Produtiva Total, que foram utilizadas neste presente trabalho. E por último, o 2.4, apresenta o segmento do objeto de estudo de caso, apresentando dados relevantes sobre a indústria de embalagens plásticas.

2.1 Manufatura enxuta

Após a segunda guerra mundial, o Japão passava por uma crise econômica, com o seu setor industrial amplamente prejudicado (Galvão, 2021). Com isso, a Toyota redirecionou seus esforços para a revitalização da indústria automobilística japonesa, porém, a preocupação girava em torno dos níveis de produtividade, já que a indústria americana era muito superior nesse aspecto (Lozada, 2017).

De acordo com Imai (2014), o presidente da *Toyota Motor Company*, Kiichiro Toyoda, propôs um desafio aos seus colaboradores em alcançar a produtividade dos americanos em um período de três anos, caso contrário, a indústria japonesa não iria sobreviver. Dito isso, Lozada (2017) complementa:

Como primeiro passo para esse entendimento, os executivos da Toyota vão em busca de conhecimento a respeito dos métodos americanos de produção. Afinal, começam a se questionar sobre a capacidade produtiva dos operários americanos: será que eles realmente são capazes de um esforço físico dez vezes maior, ou os japoneses estavam desperdiçando algo? A resposta a essa pergunta correspondia a algo fundamental, principalmente no Japão pós-guerra, que correspondia a um ambiente de recursos escassos, em que desperdícios de qualquer natureza não podiam ser tolerados. Assim, a eliminação do desperdício seria uma condição elementar para a expressiva ampliação da produtividade (Lozada, 2017, p. 130).

Portanto, é possível notar que a busca pelos métodos americanos de produção se revelou de grande importância na estratégia da Toyota para aprimorar sua produtividade. Desta forma, foi desenvolvido um sistema revolucionário na indústria automobilística japonesa, o Sistema Toyota de Produção (STP) (Lozada, 2017).

O STP é uma abordagem viável para a fabricação de produtos, pois representa uma ferramenta eficaz para produção do objetivo final: lucro (Monden, 2015). Segundo o autor,

para alcançar esse objetivo, a principal meta do STP é a redução dos custos ou o aumento da eficiência produtiva.

O principal foco do STP é tornar a produção mais eficiente ao eliminar completamente os desperdícios (Ohno, 1997). Desta forma, a Toyota foi pioneira no desenvolvimento da manufatura enxuta, embora não tenha sido responsável pela criação do termo *lean manufacturing* (Oribes, 2022). Conforme o autor, esse conceito foi identificado por pesquisadores de diversas regiões do mundo durante um estudo aprofundado voltado para compreender os motivos da elevada competitividade da Toyota.

A manufatura enxuta, também conhecida como produção enxuta (*lean production*), é uma filosofia de produção diretamente relacionada aos princípios do STP, seu principal objetivo é minimizar o desperdício em todas as etapas do processo produtivo (Lozada, 2017). Ser enxuto resulta em eliminar completamente as perdas de qualquer natureza, aproximando-se quase da perfeição em termos de excelência e eficiência em diversos aspectos operacionais (Oribes, 2022).

Para Slack, Brandon-Jones e Johnston (2020) a respeito da produção enxuta:

O foco da produção enxuta é alcançar um fluxo de materiais, informações ou clientes que ofereça exatamente o que os clientes desejam (qualidade perfeita), em quantidades exatas (nem muito nem pouco), exatamente quando for necessário (não antes nem depois), exatamente onde for necessário (no local certo) e com o menor custo possível. Esse é um conceito muito semelhante ao “just-in-time” (JIT), o “Toyota Production System” (TPS), “produção sem estoque” e “sincronização enxuta”. Ele resulta em itens fluindo rápida e regularmente através de processos, operações e redes de suprimento (Slack; Brandon-Jones; Johnston, 2020, p. 559).

Portanto, é evidente que a manufatura enxuta não apenas se concentra em eliminar desperdícios, mas também garante a satisfação do cliente, resultando em uma produção mais eficaz e eficiente, elevando a competitividade da empresa.

Segundo Lozada (2017), o pensamento enxuto (*lean thinking*) consiste em uma maneira de abordar melhorias e reorganização no ambiente produtivo, levando em consideração o que gera valor para o cliente e identificando os desperdícios. Conforme o mesmo autor, esse pensamento enxuto é composto por cinco passos, conhecidos também como cinco princípios *lean*, observados na Figura 2.

Figura 2: Princípios do pensamento enxuto.



Fonte: Adaptado de Venanzi e Silva (2016).

Venanzi e Silva (2016) comentam que os princípios devem ser seguidos conforme a Figura 2 que consiste em:

1. Identificar o que é valor para o cliente, descobrindo suas necessidades e satisfazê-las;
2. Mapear o fluxo de valor e encontrar os desperdícios, procurando na cadeia produtiva os processos que geram valor, os que não geram valor e os que não agregam valor;
3. Implantar o fluxo contínuo, abandonando a tradicional produção por departamentos, a fim de proporcionar fluidez para os processos que geram valor, resultando em benefícios como a redução dos tempos no desenvolvimento dos produtos, na produção e na distribuição;
4. Deixar o cliente puxar a produção, ou seja, a produção corresponde à necessidade real do consumidor. A ordem de produção só é liberada após o pedido feito, reduzindo a necessidade de estoques e valorizando o produto;
5. Buscar a perfeição aprimorando continuamente os processos, através de todos os envolvidos no fluxo de valor (montadores, fabricantes de diversos níveis, distribuidores e revendedores).

Ao seguir esses passos de forma correta, as organizações podem aplicar o pensamento enxuto de forma efetiva, buscando redução de desperdícios, melhoria da eficiência e a entrega de maior valor aos clientes.

2.2 Desperdícios

Conforme Moreira (2008), desperdícios são as atividades que geram custos ao processo produtivo sem proporcionar valor ao produto. Ele destaca que os membros da Ford adotaram a perspectiva de que os desperdícios eram como o vilão de qualquer empresa de manufatura. Independentemente da natureza, do tamanho ou do setor, todos os processos

possuem algum tipo de perda ou desperdício, e por isso, surge a necessidade de identificá-los, classificá-los, priorizá-los e posteriormente, eliminá-los (Oribes, 2022). Com isso, a manufatura enxuta surge devido à existência de desperdícios na produção, e que grande parte dessa abordagem foi desenvolvida a partir das experiências de Kiinichi Toyoda e Taiichi Ohno, que identificaram desperdícios em empresas americanas durante suas visitas. (Oribes, 2022).

Para Moreira (2008, p. 506) “... o desperdício é um produto residual de algum defeito no processo. Isso significa que o desperdício nunca pode ser atacado diretamente e devemos antes procurar a sua causa inicial.” Com isso, é preciso identificar/focar na causa raiz do problema. Taiichi Ohno (1997) comenta que a ausência de padronização e racionalização resulta em desperdício (*Muda*), inconsistência (*Mura*) e despropósito (*Muri*). De acordo com Slack, Brandon-Jones e Johnston (2020), a definição dos Ms são:

- *Muda*: São as atividades realizadas no processo que não agregam valor, tanto no processo, como para o cliente. O mau uso dos recursos é um dos principais motivos da *Muda*. Tem como ponto chave, a falta de agregação de valor;
- *Mura*: São irregularidades que geram sobrecargas de trabalho (ou falta), tanto em equipamentos ou de pessoas em certos períodos. Tem como ponto chave, desnivelamento nas cargas de trabalho;
- *Muri*: São as atribuições de trabalho para as pessoas ou equipamentos além de seus limites, sobrecarregando pessoas e equipamento, o que resulta em maus resultados;

Os autores Slack, Brandon-Jones e Johnston (2020) destacam que esses Ms claramente se relacionam. Quando existe o desnivelamento (*Mura*) em um processo, isso gera a sobrecarga (*Muri*), ocasionando atividades que não agregam valor (*Muda*).

Shigeo Shingo (membro da *Toyota Motor Company*, no Japão) dividiu os desperdícios em sete categorias, a fim de facilitar na redução e eliminação dos mesmos. Sendo eles: superprodução, espera, transporte, processo, movimento, defeito e estoque (Corrêa; Corrêa, 2017).

O desperdício por superprodução, segundo Taiichi Ohno (1997), é considerado o “pior inimigo” dentro dos sete desperdícios, pois ele tende a ocultar os demais. A superprodução ocorre quando se é produzido mais que o necessário, chamado de superprodução quantitativa, ou quando se é produzido muito antes do momento que é necessário, a fim de atender a demanda do momento, chamado de superprodução temporal (Tubino, 2015). Ou seja, não há alinhamento entre a demanda e a produção (Galvão, 2021).

De acordo com Oribe (2022), na manufatura enxuta deve-se produzir somente o que é demandado, sem excesso, pois a produção em excesso é mais impactante do que a perda por oportunidade. Enquanto a superprodução é garantia do prejuízo para a empresa, a perda por oportunidade representa uma possibilidade de a empresa não atender as necessidades imediatas dos clientes, deixando-os sem os produtos que desejam no momento certo, ocasionando na insatisfação dos mesmos, e consequentemente, os perdendo para a concorrência (Oribe, 2022).

Segundo Tubino (2015), as principais causas do desperdício de superprodução são:

- Utilização de grandes lotes econômicos, com máquinas superdimensionadas em relação à demanda e elevados tempos de *setup*;
- Flutuações nas demandas, resultando em momentos de produção excessiva e falta de produção em outros;
- Restrições na capacidade produtiva em momentos específicos, contribuindo para limitações no processo.

De acordo com o autor, o resultado da superprodução ocasiona o consumo desnecessário e antecipado de material e capital, além da ocupação das máquinas, mão de obra e os espaços físicos.

O segundo desperdício, **o de espera**, acontece quando tanto funcionários como máquinas e equipamentos ficam ociosos, esperando materiais, manutenção/ajustes nas máquinas ou instruções (Oribe, 2022). O operador fica ocioso devido problemas na linha de produção, falta de peças ou parada de máquinas, ou até mesmo quando a função do operador é monitorar um equipamento que está realizando uma atividade que agrega valor (Imai, 2014).

Em relação ao material em processo, Tubino (2015) comenta que a espera está relacionada ao tempo em que o mesmo fica na fábrica sem ser processado, movimentado ou inspecionado, ou seja, não agregando nenhum valor ao cliente. Segundo o autor, o resultado desse desperdício é a necessidade de espaço físico próximo às máquinas, e o surgimento de problemas técnicos ligados à qualidade do produto.

O terceiro desperdício, o de transporte, surge quando materiais (sejam eles acabados ou em processo) são movimentados na empresa, a fim de passar pelas etapas requeridas (Oribe, 2022). Além disso, conforme Slack, Brandon-Jones e Johnston (2020) destacam, esse

desperdício não se restringe apenas a materiais e produtos, mas também envolve movimentos de clientes ao redor da operação, que não agregam valor.

O desperdício por transporte resulta no aumento dos custos relacionados em equipamentos de movimentação (empilhadeiras, veículos) e mão de obra, além da necessidade de maiores espaços físicos para a movimentação (Tubino, 2015). Além disso, durante o transporte podem surgir danos que podem comprometer a qualidade do produto (Imai, 2014).

Diante desses aspectos, a solução para esse tipo de desperdício é a mudança do arranjo físico, de forma que haja a aproximação dos processos, com o intuito de reduzir o transporte desnecessário, também de tal maneira que melhore os métodos de movimentação e a organização no local de trabalho (Slack; Brandon-Jones; Johnston, 2020).

O **desperdício por processo**, conforme Oribe (2022), ocorre ao executar alguma etapa que não agregue valor ao cliente. São as atividades desnecessárias realizadas pelos funcionários e que em algum momento foi imposto, erroneamente, como necessárias. O autor cita alguns exemplos, como: limpezas, aprovações, conferências, troca de ferramentas, etapas do processo que não deveria existir, e atividades que não fariam falta caso fossem removidas.

Conforme Tubino (2015), esse tipo de desperdício ocorre quando não há instruções de trabalho ou são pouco compreensíveis, quando os requisitos dos clientes não são claramente definidos, ou quando os critérios de qualidade são mais rigorosos do que o necessário, levando à realização excessiva de testes nos materiais em processo. Esse tipo de desperdício resulta na geração de custos adicionais, tanto em termos de tempo e energia, devido à realização de etapas ou atividades desnecessárias, quanto em custos associados às ferramentas de trabalho devido ao desgaste das mesmas (Oribe, 2022).

O **desperdício por movimento** ocorre devido aos movimentos desnecessários dos operadores nas estações de trabalho quando realizam suas funções designadas, em função do posicionamento das ferramentas de trabalho, do *layout* da empresa, na localização dos equipamentos, e do setor produtivo (Galvão, 2021). Esses movimentos improdutivos envolvem ações como: pegar, buscar, trazer, levantar, segurar, girar, andar, apertar e abaixar (Oribe, 2022).

As dificuldades relacionadas aos movimentos surgem devido a problemas no arranjo físico, como barreiras que atrapalham o percurso do operário (forçando-o a desviar do seu trajeto), e também a perdas de ferramentas de trabalho, devido à falta de organização no ambiente (Galvão, 2021). Como consequência, há o aumento de tempo e custos nas atividades designadas aos operadores, ocasionando em problemas de qualidade (Tubino, 2015). Esse aumento de tempo acarreta o alongamento do ciclo de produção, diminuindo assim a

produtividade (Oribe, 2022). Esse tipo de desperdício é semelhante ao desperdício por transporte, porém, o desperdício de transporte está ligado à movimentação de materiais, enquanto o de movimento está ligado à movimentação dos operadores.

Segundo Imai (2014), **o desperdício por estoque** está associado a produtos acabados, produtos semiacabados, peças e suprimentos. Em relação a matéria prima, este desperdício é ocasionado devido ao excesso de armazenamento, muitas vezes derivado de problemas com fornecedores ou divergência entre o estoque no sistema, e o estoque real (Galvão, 2021). Quanto aos produtos, peças e suprimentos, o autor observa que os desperdícios estão associados ao armazenamento em quantidades superiores ao necessário.

Para Oribe (2022, p.24), “esses estoques existem para compensar outros problemas, como por exemplo o planejamento do processo, o desbalanceamento, as perdas em processos, quebra ou ineficiência de equipamentos e até a falta de comunicação entre as diferentes áreas da empresa.”

O último desperdício, **por defeito**, ocorre quando as especificações dos clientes (interno ou externo) não são atendidas em relação ao produto (Galvão, 2021). A ocorrência de defeitos resulta em perdas que incluem sucateamento e geração de sobras; retrabalho ou reprocesso; reparos ou consertos; atrasos; consumo extra de material; atividades de inspeção e controle; aumento do tempo de ciclo da atividade (Oribe, 2022). Para Tubino (2015), a causa deste desperdício está associada a procedimentos incorretos, lotes econômicos muito grandes e equipamentos desregulados sem manutenção.

Jeffrey K. Liker aborda os sete desperdícios mencionados por Shingo (1996), acrescentando um **oitavo desperdício, o desperdício intelectual** (Liker, 2022). Esse desperdício, mais recentemente citado na literatura, refere-se ao desperdício da criatividade humana para impulsionar a produção. O autor destaca a importância não apenas de reduzir desperdícios materiais, mas também de otimizar o talento e a criatividade dos colaboradores, impulsionando assim, o sucesso e a eficiência dos processos produtivos (Liker, 2022; Oribe 2022).

2.3 Ferramentas da manufatura enxuta

Ferramentas e técnicas provenientes da manufatura enxuta são utilizadas com o propósito de eliminar ou minimizar os desperdícios. Neste trabalho, optou-se pelo 5S, *Kaizen*, pois o autor as utilizou na sugestão de melhorias durante a análise dos desperdícios na empresa estudada.

2.3.1 O 5S

O 5S consiste em cinco termos japoneses, todos iniciados com “s”, com o objetivo de criar um ambiente cultural e adequado (Venanzi; Silva, 2016). Esses termos conforme Ortiz (2015) são:

1. *Seiri* (Classificar): Remover itens desnecessários no local de trabalho;
2. *Seiton* (Organizar): Arrumar o que é essencial, assegurando que cada item tenha seu local designado;
3. *Seiso* (Limpar): Manter limpo o local de trabalho;
4. *Seiketsu* (Padronizar): Consistência no ambiente de trabalho;
5. *Shitsuke* (Manter): Manter as melhorias e evoluir de forma constante a partir delas.

Os 5S podem ser considerados como um método simples de organização nos espaços de trabalho, que enfatizem a ordem visual, limpeza e organização. Desta forma, auxilia na eliminação de diversos tipos de desperdícios associados a incertezas, espera, entre outros (Slack; Brandon-Jones; Johnston, 2020). Neste cenário, o 5S viabiliza um ambiente de trabalho favorável para uma maior produtividade sendo fundamental para o sucesso da manufatura enxuta (Galvão 2021).

2.3.2 Kaizen

Para Liker e Ross (2019), *Kaizen* é traduzido como “melhoria contínua”, e é representado na filosofia da Toyota como comprometimento em um desafio, superando obstáculos progressivamente. Isso requer o envolvimento de todas as pessoas que compõem a organização (Imai, 2019). Segundo o autor, embora as melhorias conquistadas por meio do *Kaizen* sejam pequenas, esse processo demonstra impacto significativo ao longo do tempo.

Segundo Oribe (2022), a base da manufatura enxuta é eliminar os desperdícios, cujo os mesmos são considerados problemas a serem resolvidos. Nesse sentido, a adoção do *Kaizen* se torna fundamental. O autor complementa:

Na manufatura enxuta, o Kaizen não é apenas atividades a serem realizadas, mas a própria quintessência desse conceito. Seja nos sete desperdícios ou em outros alvos, a melhoria deve focar a qualidade, produtividade, o tempo ou a redução de custos de qualquer produto ou processo (ORIBE, 2020, p. 86).

Com isso, o *Kaizen* não é apenas uma prática, mas a essência da manufatura enxuta. Sua aplicação é versátil, em diversas formas e com diferentes objetivos com foco em

melhoria, como em fluxos de trabalho, processos, arranjo físico, método e divisão do trabalho, equipamentos e instalações, dentre outros (Corrêa; Corrêa, 2022).

2.4 Manutenção Produtiva Total

A Manutenção Produtiva Total, também conhecida como TPM (do inglês, *Total Productive Maintenance*) é uma filosofia originada do Japão que visa elevar a qualidade dos produtos e a utilização dos recursos disponíveis (Branco Filho, 2008; Gregório, 2018).

Essa filosofia pode resultar em práticas da manutenção preditiva, capacitando operadores, os quais passam a auxiliar no monitoramento das máquinas durante suas atividades, como também pode resultar em práticas da manutenção preventiva, realizando tarefas de manutenção de pouca complexidade (Almeida, 2015).

2.4.1 Manutenção preventiva

A manutenção preventiva é executada em equipamentos que ainda não apresentem falhas, em intervalos estabelecidos previamente ou conforme critérios específicos (Gregório, 2018). Como destacado por Branco Filho (2018), a manutenção preventiva pode ser subdividida em preventiva por estado, realizada em equipamentos que estejam em funcionamento, porém foram detectados degradação nos itens. E a preventiva sistemática, executada de forma planejada em equipamentos em funcionamento, considerando critérios como tempo decorrido, distância percorrida, entre outros.

A manutenção preventiva foi desenvolvida para evitar perdas devido a paradas não planejadas e impedir que problemas pequenos causem danos maiores às máquinas (Almeida, 2015). Ela é principalmente utilizada em equipamentos críticos, na qual as falhas levam a consequências significativas para a produção, qualidade, despesas, segurança, preservação ambiental, entre outros (Gregório, 2018).

Para Gregório (2018), a implantação da manutenção preventiva consiste em sete etapas, conforme a Figura 3.

Figura 3: Etapas de implantação da manutenção preventiva.



Fonte: Adaptado de Gregório (2018).

Segundo Almeida (2015), administração da manutenção preventiva requer registros em formulários seguindo os padrões da empresa. Porém é essencial que contenham informações como: nome da empresa; departamento onde a máquina está localizada; fabricante e modelo da máquina; ano de fabricação; observações de segurança, se aplicável. Essas informações devem constar no cabeçalho de todos os formulários utilizados.

2.4.2 Manutenção preditiva

O objetivo da manutenção preditiva é executar a manutenção do componente somente quando essencial, maximizando sua durabilidade e diminuindo a dependência de outros tipos de manutenção, como a corretiva e a preventiva (Gregório, 2018). Com esse tipo de manutenção, é possível identificar o real estado de funcionamento da máquina, analisando sinais de desgaste em peças ou necessidade de ajustes, utilizando dados obtidos por meio de inspeções regulares. Na qual durante essas inspeções, são observados fenômenos como temperatura, vibrações, ruídos, entre outros indicadores (Almeida, 2015).

O monitoramento pode ser realizado de forma objetiva, por meio de equipamentos ou instrumentos, ou de forma subjetiva, fazendo uso da observação visual, auditiva, tátil, olfativa, entre outros métodos (Branco Filho, 2018). Para Gregório (2018), a implantação da manutenção preditiva consiste em sete etapas, conforme a Figura 4.

Figura 4: Etapas de implantação da manutenção preditiva.

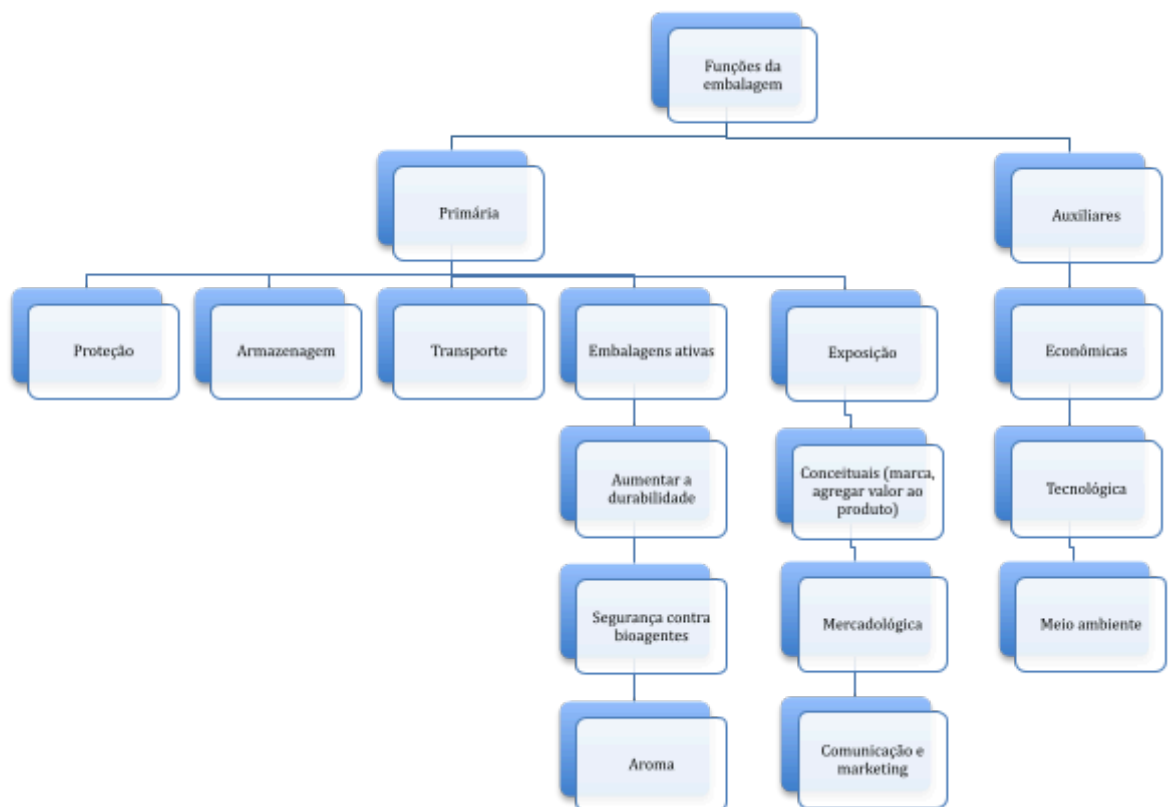


Fonte: Adaptado de Gregório (2018).

2.5 Indústria de embalagens plásticas

A utilização de embalagens torna-se cada vez mais frequente em diversas áreas da indústria (Pereira *et al.*, 2022). A função principal das embalagens sempre foi proteger os produtos contra fatores ambientais, como luz, umidade, oxigênio e microrganismos. No entanto, as embalagens também passaram a desempenhar diversas funções adicionais (Landim *et al.*, 2016). Essas funções podem ser observadas na Figura 5.

Figura 5: Visão ampliada das funções da embalagem.



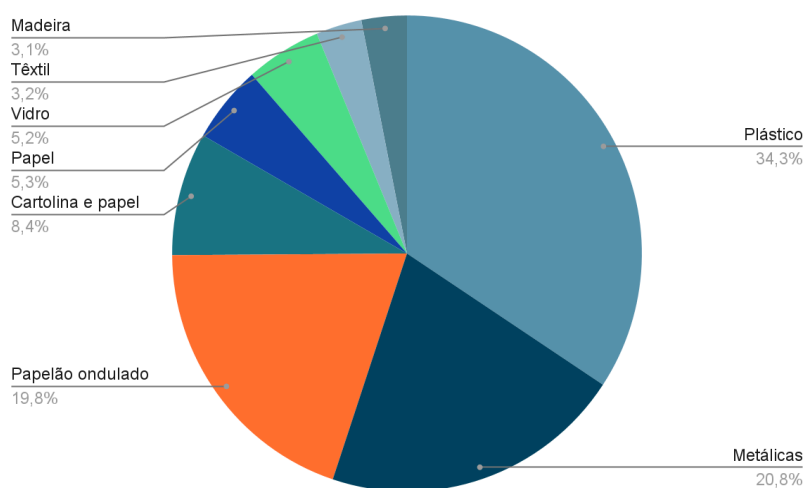
Fonte: Adaptado de Matroniani (2021).

Conforme ilustrado na Figura 5, fica evidente que a proteção é apenas uma das diversas funções desempenhadas pelas embalagens no mercado, que incluem também a agregação de valor ao produto, comunicação e marketing. Deste modo, as embalagens precisam ser flexíveis (tamanhos, formatos, *design*, etc.) e se ajustar às necessidades e exigências tanto dos fabricantes quanto dos consumidores (Geremias, 2021).

Segundo a Associação Brasileira de Embalagem (ABRE, 2021), o valor bruto da produção física de embalagens registrou aumento, conforme indicado por um estudo macroeconômico realizado pela instituição. Neste contexto, o valor bruto se refere à produção total de embalagens, sem levar em consideração os descontos ou reduções. Houve um aumento na produção de embalagens, com um significativo acréscimo de 31,1% em 2021 em comparação com 2020. Dentre os tipos de embalagens, os plásticos representam a maior parte dessa produção, totalizando 37,1%, seguidos pela produção de embalagens de papel, que representa 31,7% (ABRE, 2021).

A ABRE (2022) divulgou o valor da produção de embalagens por segmento de mercado em 2022, conforme apresentado no Gráfico 1.

Gráfico 1: Distribuição do valor da produção em 2022 por segmento.



Fonte: Adaptado ABRE (2022).

Em 2022 a produção total de embalagens alcançou o montante de R\$123,2 bilhões de reais. Embora a porcentagem das embalagens provenientes de materiais plásticos tenha caído, elas ainda lideram com 34,3%, seguidas pelo segmento de embalagens metálicas, representando 20,8% (ABRE, 2022).

Com esses dados, fica claro que as embalagens plásticas se destacam na indústria. Conforme Geremias (2021, p. 19), os plásticos são “Mais baratos, versáteis, apresentam boas propriedades de barreira e propriedades mecânicas. Sua sustentabilidade é foco de discussão em todo mundo. Uso em alimentos, bebidas, fármacos, cosméticos, produtos de higiene pessoal e limpeza etc.” Desta forma, tem-se impulsionado a substituição das embalagens de outros materiais pelo plástico (Landim *et al.*, 2016).

Existem diversas formas de produção das embalagens plásticas, os principais processos de produção deste material incluem a extrusão balão, termoformagem, sopro, injeção e termoformagem rotacional (Matroniani, 2021). Conforme o autor, a extrusão balão é o processo mais utilizado para moldagem de plásticos em filmes entre as empresas, isso se dá devido a sua eficiência e versatilidade.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Esse capítulo apresenta os métodos utilizados nesta pesquisa, dividido em 3.1 Classificação de pesquisa, e 3.2 Procedimentos de pesquisa.

3.1 Classificação

Metodologia é uma maneira organizada e planejada de alcançar um objetivo, solucionar um problema ou encontrar uma solução (Michel, 2015). Conforme o autor, para criar a metodologia de um trabalho, é preciso planejar e explicar como será feito a coleta e a análise de informações, incluindo os lugares, pessoas, métodos, técnicas e ferramentas que serão utilizados.

Dentre as concepções metodológicas existentes, Cauchick (2018) explica duas delas, o indutivismo e o dedutivismo. Segundo o autor, o indutivismo é um processo de geração de conhecimento que se baseia em observações rigorosas e variadas. A partir dessas observações, é possível estabelecer uma afirmação universal em forma de lei ou teoria, desde que nenhuma observação entre em conflito com a indução feita. Já no entendimento sobre dedutivismo, o autor comenta que “A partir de leis e teorias universais, o cientista pode derivar consequências a partir desse conhecimento, que permitirão elaborar explicações e previsões. Isso é obtido a partir da dedução, e o processo é o dedutivismo” (Cauchick, 2018, p. 21).

Quanto à natureza, a pesquisa pode ser classificada como básica ou aplicada. A pesquisa básica, segundo Gil (2019), é um tipo de estudo que busca preencher uma lacuna no conhecimento, ou seja, analisar algo que ainda não foi completamente compreendido ou explicado. O objetivo desse tipo de pesquisa é fornecer um conjunto sólido de conhecimento que possa ser aplicado em estudos futuros. Já a pesquisa aplicada, segundo o mesmo autor, é quando os pesquisadores estudam situações reais com o objetivo de resolver problemas que existem nas sociedades em que vivem (Gil, 2019).

Existem dois tipos de abordagem de pesquisa, qualitativa e quantitativa. Segundo Creswell e Creswell (2021), o método quantitativo é um processo que envolve a coleta, análise, interpretação e escrita dos resultados presentes em um estudo. Ele é aplicado em pesquisas experimentais e levantamentos, com métodos específicos para identificar amostras e populações, coletar e analisar dados, apresentar resultados e escrever a pesquisa. Já o qualitativo, os autores diferem das abordagens quantitativas por usar amostragem intencional, coleta de dados abertos, análise de textos e imagens, representação de informações em figuras e quadros e interpretação pessoal dos dados coletados.

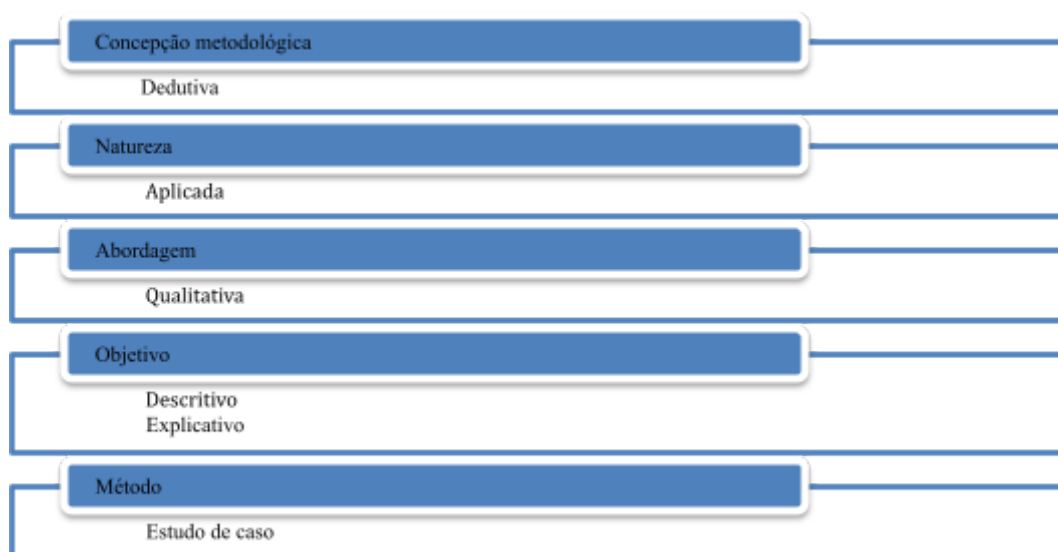
Dentre os métodos de pesquisa, o estudo de caso é um tipo muito comum nas ciências sociais. Ele consiste em uma análise detalhada e cuidadosa de um ou poucos casos, a fim de entender bem o que está sendo estudado. Segundo o autor, é difícil conseguir esse tipo de conhecimento profundo com outros tipos de pesquisa (Gil, 2022).

Existem três tipos de pesquisa: exploratória, descritiva e explicativa, cada uma com objetivos específicos. A pesquisa exploratória, segundo Gil (2019), é um tipo de pesquisa que tem como finalidade entender melhor sobre um assunto ou tema, visando torná-lo mais explícito. Com isso, o pesquisador poderá desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias que serão aplicados em estudos futuros. As técnicas utilizadas nesse nível de pesquisa estão relacionadas a pesquisas bibliográficas, entrevistas não padronizadas, estudo documental e análise de casos.

A pesquisa descritiva, é um tipo de pesquisa que tem como objetivo principal estudar e descrever as características de uma população ou fenômeno. Tem como característica a utilização de coleta de dados, como questionários, entrevistas, entre outros (Gil, 2019). Quanto à pesquisa explicativa, tem como objetivo central entender causas e efeitos que determinam o acontecimento de algum fenômeno. Tem como característica a utilização de pesquisa observacional em relação às ciências sociais, e nas ciências naturais o método experimental (Gil, 2019).

Diante desses aspectos, é possível afirmar que este trabalho tem as características conforme visualizado na Figura 6.

Figura 6: Classificação de pesquisa.



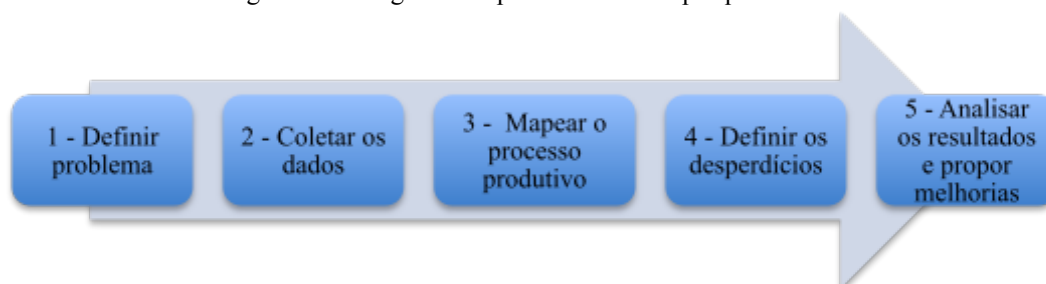
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Conforme a Figura 6, o presente trabalho tem uma concepção metodológica **dedutivista**, pois se baseia em premissas já estabelecidas para a formulação de hipóteses e conclusões, sendo essas premissas baseadas em fontes bibliográficas e teorias já existentes. Trata-se de natureza **aplicada**, devido a necessidade de resolver problemas práticos relacionados aos desperdícios na empresa estudada, através de conhecimento teórico da literatura. É considerada **qualitativa**, devido a necessidade de realização de entrevista para coletar informações cruciais sobre os desperdícios. Além disso, observações foram feitas para obter informações mais aprofundadas do cotidiano dos processos e das pessoas envolvidas, buscando entender as razões dos desperdícios. É considerado **descritivo** porque envolve a descrição dos processos de uma empresa. Porém também é considerado **explicativo**, porque irá explicar as causas dos desperdícios identificados e propor soluções para resolvê-los. E por último, é considerado um **estudo de caso** devido o presente trabalho está analisando uma empresa, examinando um problema específico, com o objetivo de entender suas causas e encontrar soluções.

3.2 Procedimentos de pesquisa

As etapas conduzidas para a realização deste estudo de caso podem ser visualizadas através da Figura 7.

Figura 7: Fluxograma do procedimento de pesquisa.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Para a realização deste estudo de caso, optou-se pela escolha de uma empresa especializada na fabricação de embalagens plásticas flexíveis, localizada no estado do Rio Grande do Norte. A escolha da empresa foi realizada considerando a facilidade de acesso e disponibilidade de informações, uma vez que o pesquisador desempenha o papel de estagiário na organização. A **definição do problema** foi estabelecida com base nas observações diretas do pesquisador na empresa, ao constatar desperdícios de material no cotidiano das operações.

Essa constatação despertou o interesse do pesquisador em abordar e solucionar questões relacionadas aos desperdícios na empresa.

Para iniciar a fase de coleta de dados, foram desenvolvidas questões para uma entrevista semiestruturada utilizada na pesquisa aplicada. A entrevista está dividida em três seções e pode ser vista na íntegra no Apêndice A. A primeira seção foi obter informações sobre o perfil do entrevistado, a segunda seção foram perguntas abertas sobre a percepção dos desperdícios na empresa, e na última seção apresentou um questionário, para avaliar os níveis de presença de cada desperdício. Cada tipo de desperdício foi avaliado em uma escala de um a cinco, representando a ausência do desperdício na empresa (um) até uma alta presença do mesmo (cinco). Realizou-se um teste piloto com um ex-funcionário da empresa visando aprimorar as perguntas elaboradas. A partir disto, notou-se a necessidade de um arquivo à parte (Apêndice B) que apresentasse os conceitos de cada tipo de desperdício. Este documento foi entregue ao entrevistado momentos antes da entrevista, com o objetivo de facilitar a terceira parte da entrevista (o questionário sobre a presença de cada desperdício).

Ainda na **coleta de dados**, foi selecionado o Engenheiro de Produção da empresa, responsável por um dos setores do sistema produtivo. A escolha de entrevistar o supervisor para este estudo se deve à sua proximidade com as atividades operacionais, tendo conhecimentos práticos dos processos que ocasionam desperdícios, e também pela facilidade de se obter informações. A entrevista foi conduzida por meio de ligação via *Whatsapp*TM. O pesquisador conduziu uma série de perguntas previamente estruturadas presentes no apêndice deste trabalho, com aviso prévio sobre a necessidade de gravação de áudio, para facilitar a análise. O objetivo foi obter informações sobre a percepção do entrevistado perante os desperdícios no processo produtivo, identificando causas, as dificuldades ocasionadas pelos desperdícios, e o setor mais afetado.

Após a coleta dos dados, foi realizado o **mapeamento no processo produtivo**. Desta forma, o pesquisador acompanhou as atividades do cotidiano no processo produtivo, mapeando os desperdícios citados pelo entrevistado. O objetivo foi compreender melhor os desperdícios mencionados na entrevista e trazidos na fundamentação teórica deste trabalho. Durante essa fase, o pesquisador observou as atividades realizadas pelos operadores e auxiliares, analisou o ambiente, o *layout* do setor, a locomoção dos operadores e auxiliares, bem como a posição das máquinas.

Em seguida, foram **definidos os desperdícios** que seriam abordados neste trabalho. Durante a etapa de mapeamento, foram identificados todos os desperdícios mencionados pelo entrevistado. Assim, foi estabelecido que apenas os desperdícios com um nível de presença

igual ou superior a quatro seriam abordados, focando nos mais significativos para a empresa. Além disso, nessa etapa, foi decidida a escolha do setor que seria foco da análise dos desperdícios, levando em consideração as respostas do entrevistado.

Por último, foi realizada a **análise dos resultados e proposição de melhorias**. Para isso, as respostas foram transcritas com o intuito de facilitar a análise e a interpretação dos dados, identificando e separando trechos importantes fornecidos pelo entrevistado, que continham informações específicas de cada desperdício. A análise das informações coletadas durante a entrevista e as observações diretas foram feitas com base nas informações presentes no subtópico 2.2 - Desperdícios, auxiliando não só na compreensão entre o ideal *versus* a realidade da empresa, mas também a como solucioná-los. Complementando a análise das informações, foram utilizados *softwares* como o *Bizagi®* para elaborar os fluxogramas, e o *Floorplanner* para a elaboração dos *layouts*. Nesta última etapa deste trabalho, constatou-se a viabilidade de desenvolver soluções (considerando minimizar os custos associados) adequadas para alcançar e formular uma conclusão que oriente a empresa a adotar as soluções propostas, visando reduzir os desperdícios analisados neste estudo de caso.

4 ESTUDO DE CASO

Este capítulo tem como propósito fornecer informações necessárias para o entendimento do leitor sobre a empresa utilizada nesta pesquisa, sendo dividida em subtópicos. O primeiro deles, 4.1 Característica da empresa, trará informações fundamentais sobre a empresa estudada, enquanto o subtópico 4.2, Caracterização do processo produtivo, explicará de forma sucinta o processo produtivo da organização.

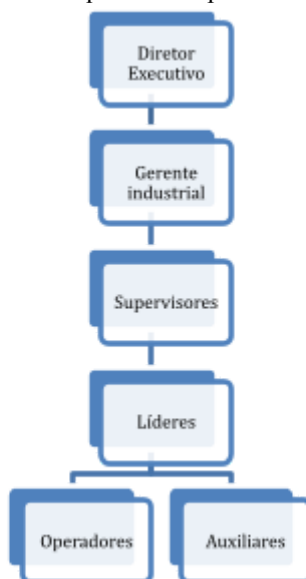
4.1 Característica da empresa

A empresa estudada está localizada no estado do Rio Grande do Norte (RN), e é especializada na fabricação de embalagens plásticas flexíveis, como sacos e sacolas. A mesma possui diversos tipos de produtos, como sacos para hambúrgueres, cachorros-quentes e sacos para verduras, bem como sacolas plásticas de diferentes especificações e tamanhos. Os insumos utilizados consistem em alguns polímeros, como: Polietileno de Alta Densidade (PEAD), Polietileno de Baixa Densidade (PEBD), e o Polietileno Linear de Baixa Densidade (PELBD). Além de alguns aditivos, que inclui os pigmentos.

A organização opera em dois modos: sob encomenda, personalizando seus produtos de acordo com especificações fornecidas pelos clientes e com prazos a serem cumpridos, incluindo elementos como logotipo, logomarca, tamanho e espessura do produto, e com produtos destinados ao estoque, onde são alocados um mix de produtos da empresa disponíveis para aquisição. Os produtos personalizados são adquiridos tanto por consumidores individuais quanto por distribuidoras, enquanto os produtos do estoque são adquiridos em sua grande maioria pelas distribuidoras para revenda.

Além dos modos operacionais descritos, a estrutura hierárquica da empresa é representada na Figura 8.

Figura 8: Estrutura hierárquica da empresa estudada.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

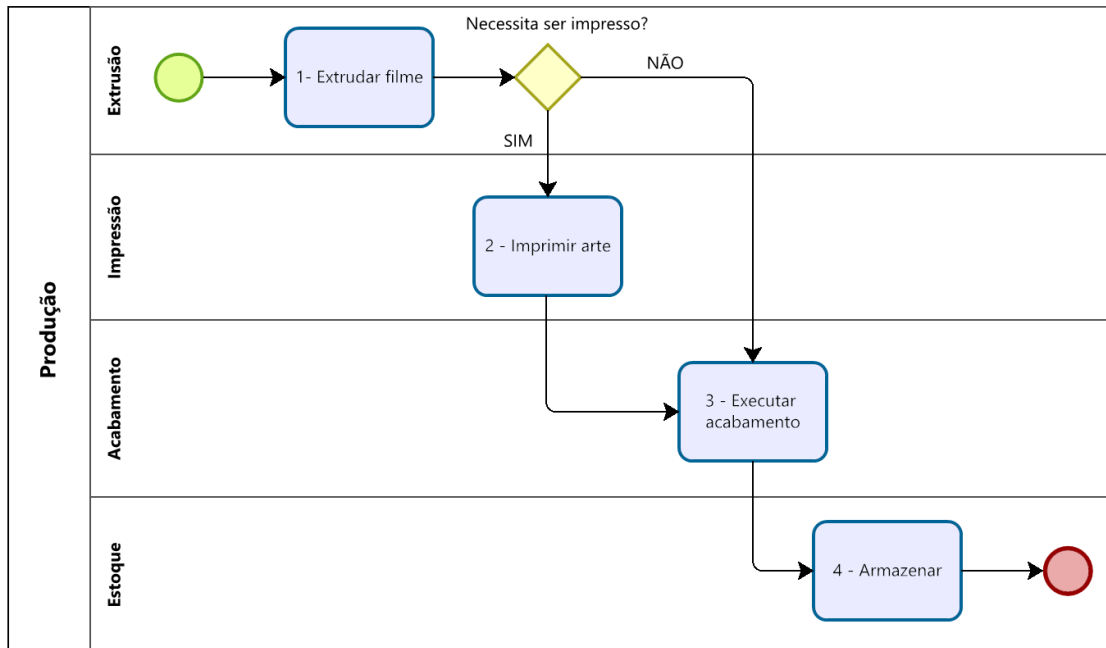
O diretor executivo é encarregado pela liderança e tomada de decisões da empresa. O gerente industrial supervisiona as operações de produção, garantindo a qualidade e eficácia. Os supervisores gerenciam equipes de produção, enquanto os líderes garantem o cumprimento das tarefas. Os operadores realizam tarefas de produção, operando as máquinas, enquanto os auxiliares prestam suporte geral nas operações.

4.2 Caracterização do processo produtivo

A empresa utiliza principalmente o método de produção por lote para fabricar sacolas e sacos em diferentes tamanhos e espessuras, de acordo com as necessidades dos clientes. Embora haja elementos de produção em massa, produzindo alguns itens padronizados para estoque, há necessidade de *setup* para diferentes lotes, tornando essa característica secundária.

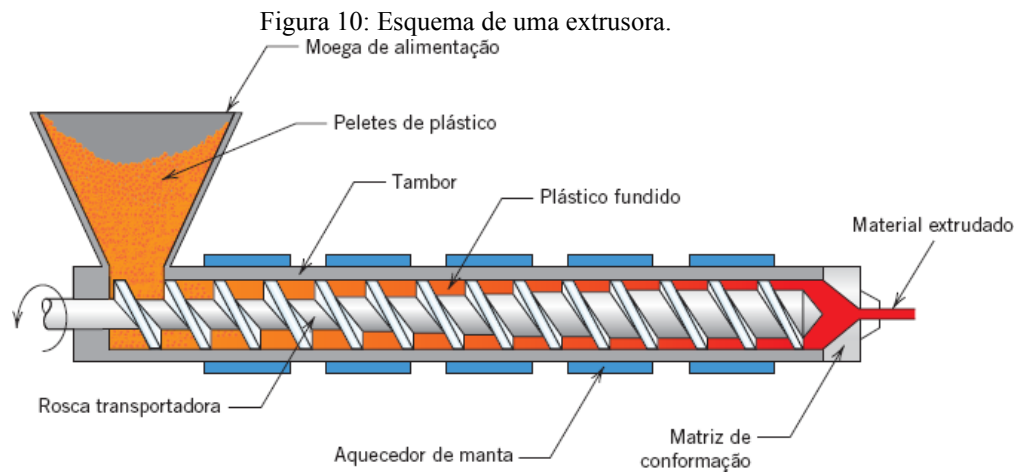
O macrofluxo de fabricação das principais etapas do processo produtivo da empresa é apresentado na Figura 9.

Figura 9: Macrofluxo das principais etapas do processo produtivo da empresa.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

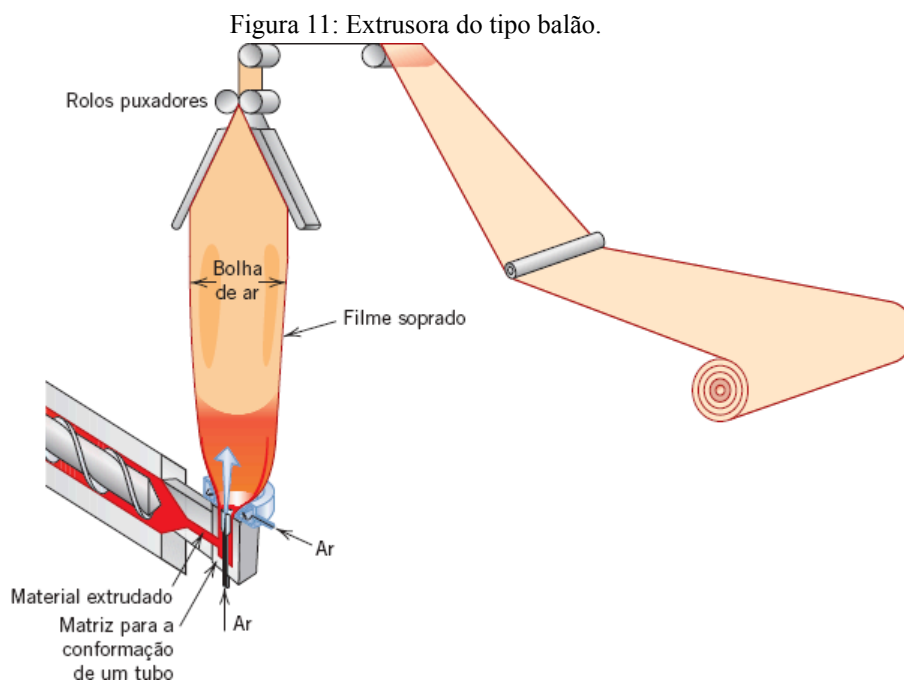
A empresa produz as embalagens plásticas pelo método de extrusão balão. Nesse contexto, a extrusão é a fase inicial e primordial do processo de produção, na qual os insumos são fundidos e aquecidos em uma máquina chamada extrusora, de forma automatizada. A Figura 10 apresenta o esquema de uma extrusora.



Fonte: Callister Jr. e Rethwisch (2020).

Conforme a Figura 10, os insumos são colocados na moega de alimentação, na qual são empurrados pela rosca transportadora até a matriz ao mesmo tempo em que são aquecidas.

Em seguida, o material é rapidamente solidificado através de uma pressão de ar (ver Figura 11).



Fonte: Callister Jr. e Rethwisch (2020).

Como observado na Figura 11, a pressão de ar faz com o que o material se expanda e fique em um formato de um balão, que posteriormente é puxado por rolos para serem transformados em filme plástico. Nessa fase, também é determinada a espessura do filme, de acordo com as especificações do cliente, exigindo ajustes prévios na máquina durante o *setup*. Embora esses ajustes sejam feitos de forma automatizada na máquina, é o operador que insere essa informação.

Essa fase é relativamente complexa, pois envolve diversas variáveis no processo, as quais interferem diretamente na qualidade do filme plástico, por isso, é de extrema importância que qualquer erro seja identificado e corrigido nesta fase, para que o erro não percorra para outros setores, resultando em mais desperdícios.

A segunda etapa consiste na impressão de logotipos e logomarcas no filme plástico de acordo com as especificações do cliente. Esse processo se dá através de um método rotativo chamado flexografia, em que moldes com relevos previamente personalizados na empresa transfere a tinta para o filme. Esses moldes contêm o formato do logotipo, logomarca e outras informações desejadas pelos clientes. Para que isso ocorra, o filme plástico deve ter passado

por um processo de tratamento chamado corona durante a etapa de extrusão, esse processo se dá através de descargas elétricas no filme plástico, assegurando a aderência da tinta no filme.

A terceira etapa do processo produtivo acontece no setor do acabamento, onde são realizados cortes e as soldas do material. Nessa etapa são definidas as larguras do material variando de acordo com o tipo de máquina. As larguras são definidas conforme as especificações do cliente, exigindo ajustes prévios na máquina durante o *setup*. As máquinas, denominadas “sacoleiras”, são responsáveis pela produção de sacolas, enquanto as máquinas “picotadeiras” são destinadas aos sacos. Posteriormente os produtos são embalados, pesados e encaminhados ao estoque.

5 ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO

Conforme descrito no Capítulo 3 - Metodologia, a coleta de dados e o mapeamento dos desperdícios foram obtidos por meio de entrevista e observações diretas realizadas pelo pesquisador durante o processo produtivo. A primeira parte da entrevista, diz respeito ao perfil do entrevistado. Ele atua na empresa estudada há três anos, desempenhando o papel de supervisor tanto no setor de extrusão quanto no setor de recuperação, onde ocorre o retrabalho. O mesmo assume responsabilidades técnicas, como a composição e mistura dos insumos, realização de testes com novos materiais e coordenação das equipes, além de toda parte de solicitação de manutenção, seja corretiva ou programada. Desta forma, suas responsabilidades englobam a gestão de pessoas, insumos e programação.

A segunda parte da entrevista trouxe questões específicas acerca da percepção da entrevista sobre os desperdícios, e a terceira parte trouxe um quadro para classificar o nível e a presença dos desperdícios. A nível de descrição e análise dos resultados, inicialmente será discutida a terceira parte da entrevista, pela qual identificou-se os desperdícios presentes e, posteriormente, a análise será conduzida por cada tipo de desperdício.

Também é importante relatar que a produção das embalagens plásticas flexíveis envolve vários setores, porém, o mais apontado com a presença de desperdícios foi o setor de extrusão. Desta forma, este estudo foi direcionado ao setor de extrusão, visando identificar oportunidades de melhoria para a redução dos desperdícios, considerando minimizar os custos associados às propostas sugeridas. As perguntas apresentadas foram direcionadas para os setores do processo produtivo, porém, foram utilizados somente as falas do setor de extrusão.

O Quadro 1 lista os desperdícios identificados pelo entrevistado, além de apresentar o nível de intensidade atribuído a cada um pelo entrevistado, conforme apresentado no Apêndice A. Cada tipo de desperdício foi avaliado em uma escala de um a cinco, representando a ausência do desperdício na empresa (um) até uma alta presença do mesmo (cinco).

Quadro 1: Problemas identificados

Desperdício	Problema	Nível de intensidade
Espera	Tempo de <i>setup</i>	5
Defeito	Desgaste de peças das máquinas	5
Transporte	<i>Layout</i> inadequado	5

Movimento	Localização e desorganização das ferramentas de trabalho	4
-----------	--	---

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

O desperdício de espera foi destacado durante a entrevista, no qual o entrevistado referiu-se ao elevado tempo de *setup*. Essa questão será abordada de forma mais detalhada no tópico 5.1. Em relação ao segundo desperdício, referente ao defeito, o entrevistado também citou diversas vezes sobre o desgaste de peças nas máquinas, relatando a necessidade de uma manutenção preventiva e preditiva, isso também será melhor discutido no tópico 5.2. O terceiro desperdício diz respeito ao transporte, mencionado pelo entrevistado ao criticar o *layout* ineficiente do setor de extrusão, que aumenta desnecessariamente o fluxo do material entre os setores. Essa questão será discutida no tópico 5.3. Por último, o desperdício por movimento, conforme mencionado pelo entrevistado, está relacionado à desorganização das ferramentas de trabalho, sendo mais aprofundado no tópico 5.4. É importante destacar que, durante a análise, foram identificados todos os tipos de desperdícios na empresa em questão. No entanto, neste estudo, optou-se por priorizar os mais significativos, considerando os níveis de intensidade igual ou superior a quatro, atribuídos pelo entrevistado apresentados no Quadro 1.

Neste tópico, dividido em subtópicos, foram realizadas análises sobre cada tipo de desperdício da manufatura enxuta observado na empresa estudada, com base nos fundamentos teóricos apresentados no subtópico 2.2 - Desperdícios. Os trechos das falas do entrevistado foram separados e inseridos nos subtópicos, proporcionando uma visão detalhada de como essas questões são apresentadas no ambiente da empresa.

5.1 Desperdício de espera

No início da entrevista, foi questionado sobre sua percepção sobre os desperdícios, os desperdícios ele observava no processo produtivo da empresa. O entrevistado respondeu o seguinte:

“Na extrusão a gente tem desperdício, sempre tá muito relacionado é, em termos operacionais, é muita questão de setup, troca de pedido, o tempo de troca de pedido [...]”

Observando a rotina do processo produtivo, a fim de encontrar motivos que levassem ao aumento em tempos de *setup* no setor de extrusão, notou-se uma ausência de definição de

atividades específicas para os operadores e auxiliares. Em vez disso, as responsabilidades foram separadas genericamente, na qual existem funções de operador e funções de auxiliar. Nesse contexto, o pesquisador observou momentos em que os trabalhadores iniciavam uma atividade, a interrompiam e partiam para outras tarefas.

Além disso, observou-se que, ao surgir a necessidade de realizar uma atividade específica ou quando ocorria algum problema no equipamento, toda a equipe se deslocava para resolver a situação, mesmo que não fosse necessário o envolvimento de todos os membros, o que gerava ociosidade em alguns trabalhadores.

Outro ponto a ser destacado é que, durante as observações do pesquisador, notou-se que os depósitos de matéria-prima destinados ao abastecimento das máquinas permaneciam abertos, sem tampas, o que resultava na entrada de sujeira do ambiente na matéria-prima. Embora as extrusoras estejam equipadas com um sistema de filtro para remover impurezas dos insumos, é necessário substituir esses filtros em intervalos curtos, uma vez que se desgastam rapidamente devido às sujeiras presentes na matéria-prima. Isso resulta em um aumento das paradas das máquinas, pois quanto mais sujeira na matéria-prima, mais a vida útil do filtro diminui, contribuindo para o desperdício de espera, uma vez que máquinas ociosas também são característica desse tipo de desperdício.

Assim, essas observações evidenciam a presença do desperdício de espera, caracterizado pela ociosidade dos trabalhadores e máquinas, conforme abordado na fundamentação teórica deste trabalho. Portanto, torna-se claro a necessidade de definir as atribuições de cada membro da equipe, como também, proteger os depósitos de matéria prima das impurezas do ambiente, visando reduzir os tempos e a frequência dos *setups*, e consequentemente aumentar a eficiência operacional e a produtividade geral do setor de extrusão.

5.2 Desperdício por defeito

Quando perguntado sobre qual ferramenta ou melhoria no processo produtivo que gostaria que tivesse na empresa para minimizar ou eliminar esses desperdícios, o entrevistado comenta:

“A gente precisa ter uma manutenção, é, atuar de uma forma mais preventiva, ou mesmo se chegar uma manutenção preditiva, então hoje uma coisa que impacta muito é isso. Então a gente tem muito histórico de máquina que quebra, ou que, a gente tem indicadores de

máquinas apontando já o problema e que a gente não consegue resolver a tempo antes que cause uma coisa pior. Por exemplo, já aconteceu de eu trabalhar com uma máquina com problema obrigatoriamente, mesmo dando problema, mesmo dando desperdício, por que tinha que atender um cliente, a gente não tinha peça em casa e a peça ia demorar.”

Ao ser questionado sobre se é feito algum registro ou monitoramento desses desperdícios, ele comenta:

“Na extrusão, eu faço meu acompanhamento, eu tenho os dados no sistema em um banco de dados, então tenho meus gráficos, faço acompanhamento semanal [...] “

De acordo com as informações fornecidas pelo entrevistado e as observações feitas durante o cotidiano do processo produtivo, de fato as máquinas apresentam problemas. Esses problemas resultam em desperdício de produto extrudado, uma vez que as máquinas precisam operar continuamente, muitas vezes 24 horas por dia, para atender às demandas de produção.

Existe uma média não documentada de temperatura e velocidade estabelecida para as máquinas de acordo com a matéria prima, mas à medida que as peças se desgastam, os operadores precisam ajustar esses parâmetros para garantir que o filme plástico mantenha suas especificações. No entanto, chega um ponto em que ajustar a temperatura ou a velocidade não é mais eficaz devido ao nível de desgaste das peças, resultando em material não conforme.

De acordo com as falas do entrevistado, a empresa já está ciente dos indicadores que apontam problemas nas extrusoras antes que se tornem problemas maiores. No entanto, apesar desses indicadores, a empresa ainda não aproveitou do potencial da análise dos indicadores para evitar desperdícios. O desgaste de algumas peças varia de acordo com o material, seja virgem ou recuperado, o tipo de fabricante e os compostos presentes. Portanto, recomenda-se a implementação da manutenção preditiva, e com isso, sugere-se a elaboração de um documento de manutenção preditiva, conforme descrito no Quadro 2.

Quadro 2: Folha de manutenção preventiva

Indústria de embalagens plásticas
Folha de manutenção preditiva

Máquina:				Setor:	
Código da máquina:				Fabricante:	Ano de fabricação:
M at er ia l	Temperatura ideal	Velocidade ideal	Falha em potencial		Itens a serem checados
	C°	RPM	Temp.	Veloc.	
X	X ~ X	X ~ X	X	X	A;B;C;D

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

O quadro é apenas uma sugestão e precisa ser adaptado ao tipo de máquina, considerando a variedade de parâmetros que devem ser levados em consideração por meio de tentativa e erro para identificar valores que serão a falha potencial. De acordo com Gregório (2018), a falha potencial ocorre quando um problema surge no equipamento, mas ainda não afeta completamente seu funcionamento, apenas reduzindo seu desempenho.

Nesse contexto, o documento será mantido próximo às máquinas para consulta pelos operadores. Quando os parâmetros indicarem uma falha potencial, os operadores deverão solicitar ao setor de manutenção a verificação dos itens previamente definidos na folha, a fim de determinar se é necessária uma manutenção preventiva ou corretiva. Além disso, identificar a falha potencial permitirá que as peças necessárias sejam adquiridas antecipadamente, evitando desperdícios de material gerados pela espera da entrega das peças quando o problema já está gerando desperdício por defeito.

Entretanto, a manutenção preditiva não representa a única solução viável para a redução dos desperdícios por defeito na empresa em estudo. Em alguns casos, a falta de uma manutenção preventiva pode resultar no aumento desses desperdícios, como evidenciado por um exemplo mencionado pelo entrevistado:

“na máquina, eu tenho um cilindro emborrachado que está desgastado e ressecado, já fiz solicitação de compra desse cilindro e até agora não foi aprovado, então a gente passou uma fita, famosa gambiarra para poder trabalhar com a máquina. Só que aí, esse

cilindro, com esse desgaste, ele acaba trazendo irregularidades pro filme, e essas regularidades impactam no processo de acabamento e pode impactar no processo de impressão.”

Algumas peças críticas das extrusoras não são medidas pelos indicadores presentes no painel, por isso, sua degradação é percebida quando o filme plástico já apresenta não conformidades. De acordo com a fundamentação teórica, a manutenção preventiva deve ser realizada em equipamentos que estejam em condições operacionais, porém, foram detectados degradação de equipamentos. Portanto, recomenda-se a implementação da manutenção preventiva. Além disso, sugere-se a adoção de um modelo de planejamento de manutenção preventiva, conforme descrito no Quadro 3 e Quadro 4, embasado na fundamentação teórica.

Quadro 3: Modelo de planejamento de manutenção preventiva

Indústria de embalagens plásticas			
Planejamento de manutenção preventiva			
Máquina:		Setor:	
Código da máquina:	Modelo:	Fabricante:	Ano de fabricação:
N. da operação	Operação de manutenção	Critérios de substituição	Frequência de inspeção

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Quadro 4: Folha de relatório de manutenção preventiva

Indústria de embalagens plásticas				
Relatório de manutenção preventiva				
N. da operação	Descrição	Item verificado	Valores encontrados	Diagnóstico

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Com a implementação deste plano de manutenção preventiva, espera-se uma redução no desperdício de material, uma vez que o plano tem como objetivo identificar e corrigir precocemente as falhas ou desgastes nos equipamentos. Atrelado a esse plano, é necessário

que haja um estoque de reposição de peças críticas, já que com a disponibilidade de peças necessárias de modo imediato, garante a eficácia desse plano, permitindo a rápida substituição de peças, reduzindo os desperdícios.

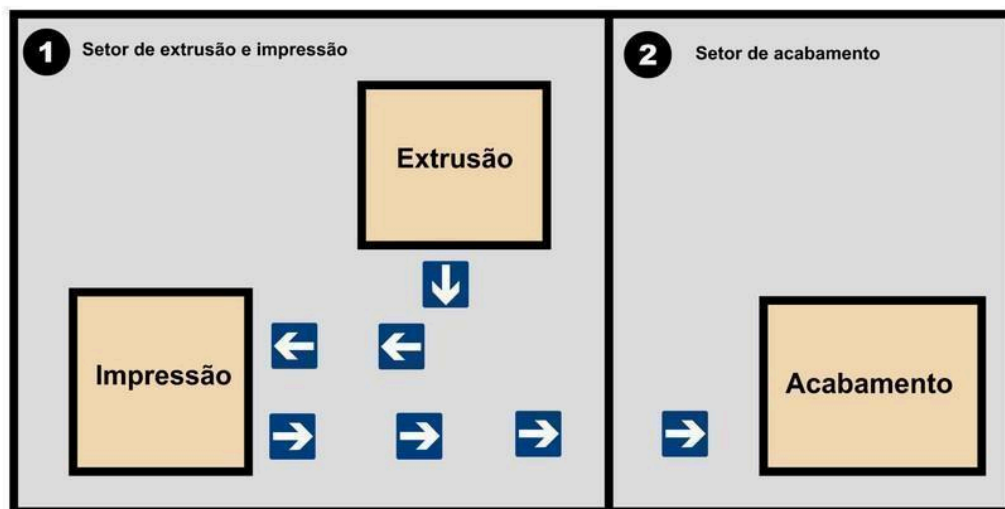
5.3 Desperdício por transporte

Na entrevista, quando perguntado especificamente sobre o desperdício de transporte, o entrevistado respondeu:

“O próprio layout, o layout no setor de extrusão é totalmente sem sentido né, ele sai da extrusão, vai lá para impressão e aumenta a distância do setor do acabamento, pra depois voltar e vir pro acabamento.”

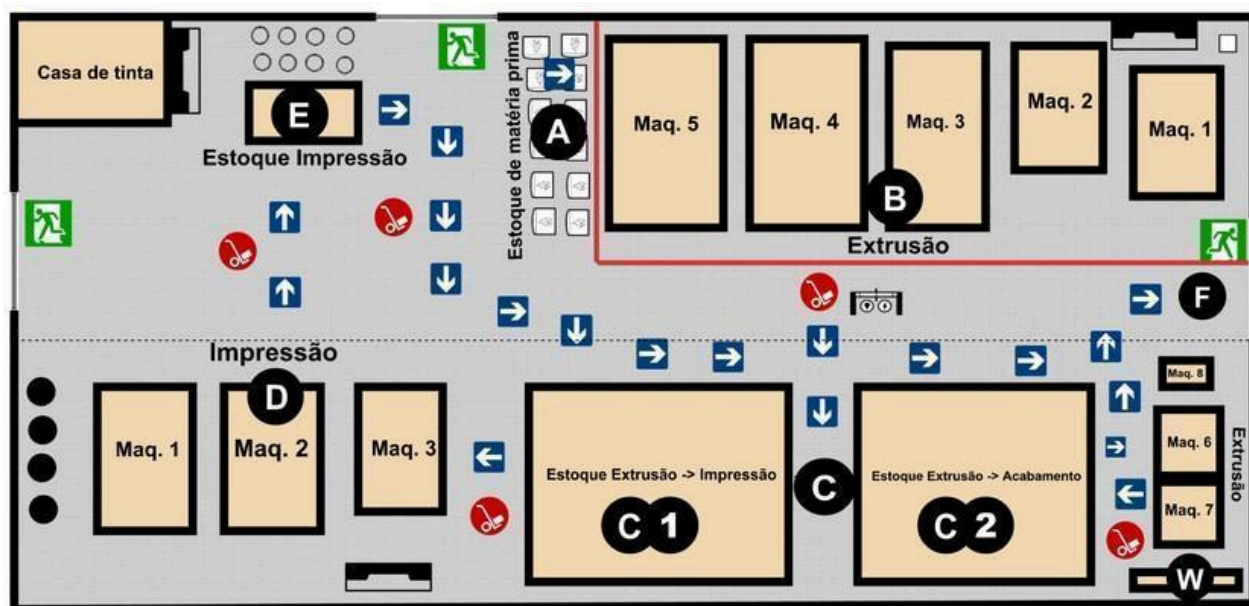
O ponto relevante em relação ao desperdício de transporte na empresa é a questão do *layout*, onde o fluxo não é contínuo (ver Figura 12), conforme mencionado pelo entrevistado.

Figura 12: Macrofluxo da produção.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Como pode ser observado na Figura 12, a causa do desperdício de transporte está localizada nos setores de extrusão e impressão (1). No entanto, a solução para essa questão é complexa devido às limitações evidenciadas na Figura 13.

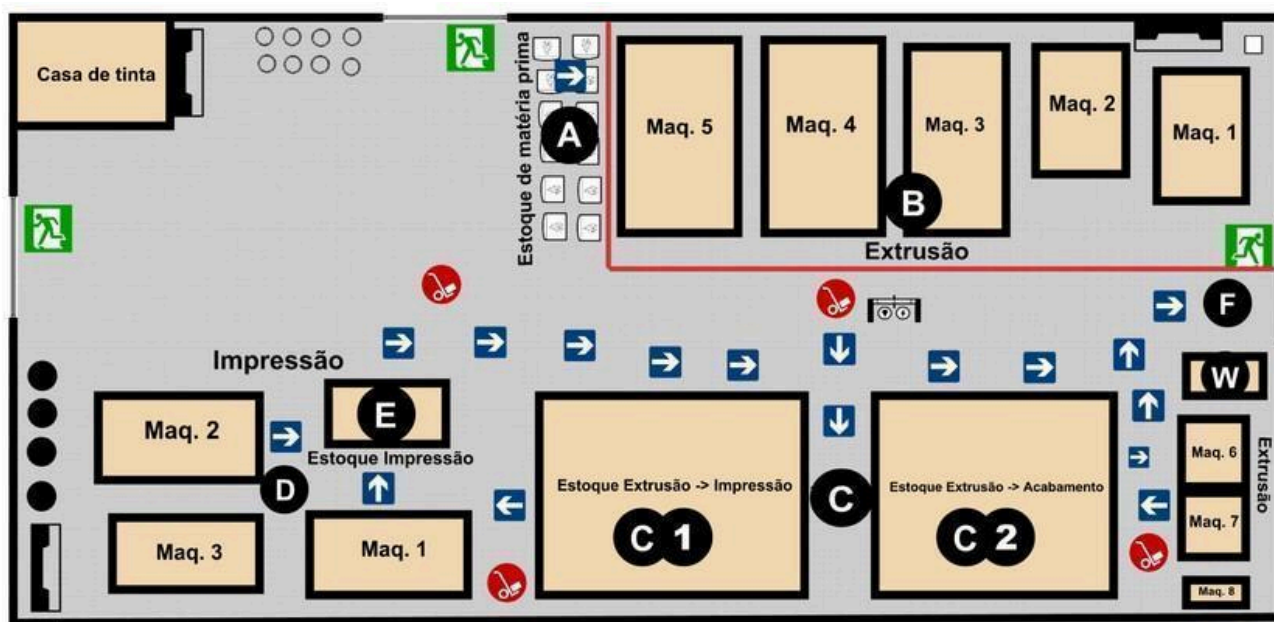
Figura 13: *Layout* do setor de extrusão e impressão.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

O fluxo inicia-se no estoque de matéria-prima (A), o qual é transportado para as máquinas de extrusão (B). Posteriormente, é encaminhado para o estoque de material em processo (C). Se o material precisa ser impresso, é direcionado para o estoque temporário (C1), caso contrário, segue para o estoque temporário (C2). O material em processo no estoque temporário (C1) é transportado para o setor de impressão (D), que, ao ser finalizado, é transportado para o estoque de material impresso (E) antes de ser movido para o setor de acabamento (F). Esse fluxo de movimento é representado pelas setas azuis.

De acordo com o entrevistado, a empresa reconhece o problema relacionado ao *layout*, porém um fator impede essa mudança, e esse fator está destacado em vermelho nas máquinas do setor de extrusão. A linha vermelha indica que as máquinas da extrusão 1, 2, 3, 4 e 5, não podem ser movidas devido à sua altura. Essas máquinas só podem ser posicionadas nessa área devido à altura do teto ser insuficiente em outras partes do setor, e, portanto, alterá-las para deixar o *layout* ideal envolveria altos custos. Além das limitações referente as portas para a ida e vinda de matéria prima, pessoas, materiais em processo, peças, entre outros.

Como consequência do *layout*, o fluxo do material é forçado a retornar (em produtos que exigem a etapa de impressão) antes de poder seguir para o setor de acabamento, resultando em desperdício de transporte. Portanto, sugere-se mudanças presentes na Figura 14, com o intuito de minimizar esse fluxo de material no setor de extrusão e impressão.

Figura 14: Proposta de melhoria no *layout*.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A mudança proposta para minimizar o desperdício de transporte foi realocar o estoque de impressão (E) próximo das máquinas no setor de impressão (D). Isso reduz o percurso de deslocamento do material em processo das máquinas até esse estoque, ao mesmo tempo que diminui o deslocamento do estoque de impressão (E) até o setor de acabamento (F). Além disso, considerou-se a utilização das máquinas do setor de impressão nesse ajuste, já que a máquina 3 do setor de impressão não estava ativa até a data deste trabalho, e por isso, a mesma foi posicionada mais distante do estoque, deixando as máquinas 2 e 1 mais próximas. No entanto, conforme informado pela empresa, a máquina 3 será reativada no futuro, o que exigirá novos ajustes no *layout*, levando em consideração sua utilização.

5.4 Desperdício de movimento

Quando questionado especificamente sobre o desperdício de movimento, o entrevistado respondeu o seguinte:

“Na extrusão tem a questão de desorganização. Algumas coisas básicas de organização no estoque de tubetes, e principalmente nas ferramentas que eles utilizam.”

Observando o ambiente de trabalho no setor de extrusão, foi possível identificar esses pontos críticos mencionados. Os tubetes citados pelo entrevistado, são tubos de papelão, na

qual o filme plástico é enrolado, formando uma bobina. Diversos tamanhos de tubetes são mantidos no estoque, pois são necessários para se adequar às diversas larguras dos filmes plásticos. O problema desse item é a desorganização do estoque, como observado na imagem Figura 15.

Figura 15: Estoque de tubetes.



Fonte: Autoria própria (2024)

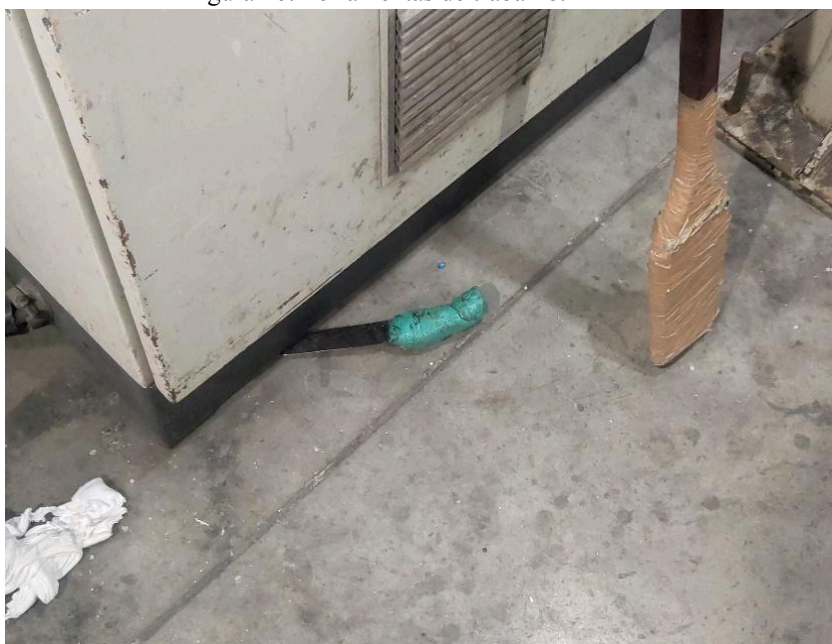
A partir da Figura 15 obtida no local, fica evidente a falta de organização. Embora haja algumas inscrições na parede, indicando o tamanho dos tubetes em cada divisão do estoque, essas inscrições ficam ocultas pelos próprios tubetes, às tornando praticamente inexistentes. Além disso, há tubetes alocados fora do estoque, colocados na frente do local designado para o armazenamento. Essa falta de organização resulta em tanto em desperdício de movimento, como de espera, uma vez que a ausência de locais adequados para armazenar as bobinas de acordo com seus tamanhos ocasiona na procura desnecessária de tamanhos específicos.

Outro ponto importante a ser destacado em relação a esses tubetes é sua localização no *layout*. Como mencionado anteriormente, os tubetes são tubos de papelão, que são encaixados em cilindros pela equipe, e em seguida, colocado na extrusora para que o filme plástico seja enrolado, formando uma bobina. Essa atividade é realizada com frequência, muitas vezes durante a mesma ordem de produção, o que resulta em uma constante ida dos colaboradores para buscar esses tubetes. No entanto, o estoque dos tubetes está localizado distante das

extrusoras, o que contribui para mais desperdício de movimento devido à distância causada pelo *layout*.

Quanto às ferramentas de trabalho, foram observadas espalhadas em diversos locais do setor de extrusão, como na Figura 16.

Figura 16: Ferramentas de trabalho.



Fonte: Autoria própria (2024)

Como evidenciado na Figura 16, as ferramentas de trabalho da equipe são facilmente encontradas desorganizadas, jogados pelo chão, sobre sacos da matéria prima, e sobre as máquinas. Não existe local específico para as ferramentas, e é comum ver os colaboradores procurando-as para a realização de alguma atividade.

Portanto sugere-se a implementação da ferramenta 5S para reduzir ou eliminar esses desperdícios de movimento, através de treinamentos as equipes, com o foco nos princípios do *Seiri*, *Seiton* e *Shitsuke*. Para Dennis (2020), o treinamento 5S representa um investimento com retornos rápidos. Ele introduz os princípios fundamentais da produção enxuta à equipe e estabelece os fundamentos para todas as atividades futuras. Essa implementação pode ser seguida através do plano de ação apresentado no Quadro 5.

Quadro 5: Plano de ação para a implementação do 5S.

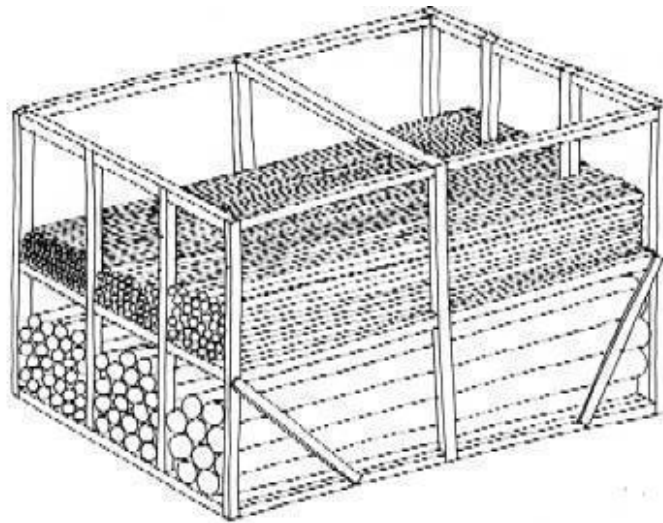
Etapa do plano de ação	Atividades	Responsável
------------------------	------------	-------------

1 - Treinamento da equipe	Realizar treinamentos sobre os princípios do 5S (com o foco em <i>Seiri, Seiton e Shitsuke</i>). Enfatizando a importância da organização e padronização no ambiente de trabalho.	Supervisor do setor
2 - Atividades da equipe	Distribuir as atividades individuais aos membros das equipes para a implementação do 5S.	Supervisor do setor
3 - Organização do Estoque de Tubetes	Determinar um novo local no <i>layout</i> para o estoque de tubetes, com mais divisórias para separação de tamanhos específicos. Utilizando demarcação para identificar as dimensões dos tubetes.	Supervisor do setor
4 - Padronização na Localização das Ferramentas	Definir locais específicos para armazenamento das ferramentas de trabalho, evitando que fiquem espalhadas pelo setor.	Supervisor do setor
5 - Inspeções de Rotina	Estabelecer inspeções periódicas para garantir a continuidade do 5S.	Supervisor do setor
6 - Avaliação de Resultados e Melhorias Contínuas	Realizar avaliações periódicas para medir os resultados da implementação do 5S, identificando áreas de melhoria e oportunidades de otimização.	Supervisor do setor

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Conforme o plano de ação do Quadro 5, para o estoque de tubetes é necessário a organização, adotando um modelo com mais divisórias (ver Figura 17) separando-os por tamanhos específicos e utilizando sinalizações claras e demarcações para identificação.

Figura 17: Modelo de estoque para tubetes.



Fonte: Mobuss Construção (2018).

Além disso, é necessário posicioná-los mais próximos das máquinas, facilitando o acesso e reduzindo o tempo de deslocamento. Essa alteração pode ser observada na Figura 14, na qual o estoque de tubetes é representado pelo (W). Quanto às ferramentas de trabalho, é fundamental designar um local específico para armazená-las, como apresentado na Figura 18.

Figura 18: Painel de ferramentas.



Fonte: Kamers (2022).

A Figura 18 mostra um exemplo de painel de ferramentas, ideal para armazenar as ferramentas de trabalho, evitando assim a necessidade de procurá-las desnecessariamente pelo setor. Além disso, é importante que haja sinalizações claras para identificar quais ferramentas podem ser colocadas nesse painel, facilitando ainda mais o acesso e o uso adequado das mesmas.

A empresa não dispõe de um auditor para a quinta etapa do plano de ação conforme descrito no Quadro 5. Nesse sentido, para atender a essa necessidade, a inspeção pode ser realizada internamente entre as equipes do setor. Como o setor é composto por quatro equipes, atuando em horários diferentes, cada equipe realizará a auditoria na outra, garantindo assim a verificação regular dos padrões estabelecidos pelo 5S.

6 CONCLUSÕES

Em um mercado consumidor altamente competitivo, é fundamental buscar constantemente a excelência operacional. Isso significa que identificar e eliminar desperdícios nos processos de produção é essencial para o sucesso das empresas. Com isso, o presente trabalho teve como objetivo geral identificar oportunidades de melhoria para a redução de desperdícios presentes em uma empresa de embalagens plásticas flexíveis localizada no estado do Rio Grande do Norte. Para isso, foi necessário a realização de uma entrevista ao supervisor responsável pelo setor de extrusão na empresa, a fim de obter informações a respeito dos desperdícios presentes na empresa, avaliar o nível de intensidade de cada desperdício presente, e o setor mais impactado.

Ao acompanhar de perto as operações diárias da empresa, foi possível compreender as etapas de produção e identificar os desperdícios (e a causa dos mesmos) mencionados pelo entrevistado, como espera, defeito, transporte e movimentação, os quais foram detalhadamente abordados neste trabalho. Com base nessas informações, foram propostas melhorias específicas para cada tipo de desperdício, conforme apresentado no Quadro 6.

Quadro 6: Propostas de melhoria.

Desperdício	Proposta de melhoria
Espera	Atribuição das atividades individuais aos membros da equipe.
	Proteção da matéria prima contra impurezas.
Defeito	Adoção da manutenção preventiva e preditiva.
Transporte	Mudança no <i>Layout</i> .
Movimento	Implementação do 5S.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

As principais limitações encontradas estavam relacionadas a encontrar lacunas que pudessem justificar a origem dos desperdícios. Esses desperdícios eram, em grande parte, causados pelo estado das máquinas, algumas das quais eram antigas e não automatizadas, além disso, havia desperdício decorrente da estrutura do setor. Resolver esses problemas resultaria em custos financeiros elevados, considerando que o objetivo do trabalho era propor melhorias visando à minimização dos custos associados às propostas apresentadas.

A análise dos desperdícios na empresa estudada resultou em propostas práticas para a resolução dos desperdícios abordados. Essas propostas visam à redução de custos, aumento da produtividade, e melhoria no ambiente de trabalho, contribuindo para tornar a empresa mais competitiva. Desta forma, esta pesquisa oferece uma contribuição para a eficiência e o sucesso da empresa.

Para futuros trabalhos acadêmicos na indústria de fabricação de embalagens plásticas, é recomendável a aplicação dos princípios da manufatura enxuta não apenas no setor de extrusão, mas também em outras etapas. Isso se justifica pelo fato de que o setor de extrusão não é o único na empresa onde se encontram desperdícios.

REFERÊNCIAS

- ABRE. Associação brasileira de embalagens. Dados do setor: 2021~2022. Disponível em: <https://www.abre.org.br/>. Acesso em: 15 set. 2023.
- ALMEIDA, Paulo Samuel de. **Manutenção mecânica industrial: princípios técnicos e operações**. 1. Ed. São Paulo: Érica, 2015. *E-book*.
- BRANCO FILHO, G. **Dicionário de termos de manutenção, confiabilidade e qualidade**. 4. ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008. *E-book*.
- CALLISTER, Jr.; WILLIAM, D. **Ciência e engenharia de materiais: uma introdução**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2020. *E-book*.
- CAUCHICK, Paulo. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018. *E-book*.
- CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de produção e de operações - O essencial**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2017. *E-book*.
- CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de produção e de operações**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2022. *E-book*.
- COSTA, Ricardo Sarmiento; JARDIM, Eduardo. **Gestão de operações de produção e serviços**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2017. *E-book*.
- CRESWELL, John W.; CRESWELL, J D. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2021. *E-book*.
- DENNIS, Pascal. **Produção lean simplificada**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008. *E-book*.
- ELIA, M.; RODRIGUES, H.; KIELING, A. C. Aplicação de ferramentas lean manufacturing em uma linha de embalagem de lentes oftálmicas. Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, 10., 2020, Paraná. **Anais eletrônicos [...]**. Paraná, 2020. Disponível em: https://aprepro.org.br/conbrepro/2020/anais/arquivos/10092020_161034_5f80b65e5909f.pdf. Acesso em: 01 dez. 2023.
- GADELHA, F. C.; BESSA, J. A.; MOURA, L B.; BARROSO, D. A.; MENEZES, J.W.M.; ALEXANDRIA, A. R. Alteração de um layout funcional para layout celular motivado pelos fundamentos da manufatura enxuta: estudo de caso em uma indústria de transformadores. **Holos**, v. 6, p. 156–169, 11 dez. 2015.
- GADELHA, Felipe Crisóstomo; BESSA, Jéssyca Almeida; MOURA, Lorena Braga; BARROSO, Darlan Almeida; MENEZES, José Wally Mendonça; ALEXANDRIA, Auzuir Ripardo de. Alteração de um layout funcional para layout celular motivado pelos fundamentos da manufatura enxuta: estudo de caso em uma indústria de transformadores. **HOLOS**, v. 6, p. 156–169, dez. 2015. Acesso em: 26, jan. 2024.
- GALVÃO, Reny A. **Manufatura enxuta e sustentável**. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2021. *E-book*.
- GEREMIAS, Ivana Morais. **Projetos de sistemas de embalagens**. 1. ed. São Paulo: Platos Soluções Educacionais S.A., 2021. *E-book*.

GIL, Antonio C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019. *E-book*.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2022. *E-book*.

GREGÓRIO, Gabriela Fonseca Parreira; SANTOS, Danielle Freitas; PRATA, Auricélio Barros. **Engenharia de manutenção**. Porto Alegre: SAGAH, 2018. *E-book*.

GREGÓRIO, Gabriela Fonseca Parreira; SILVEIRA, Aline Moraes de. **Manutenção industrial**. Porto Alegre: SAGAH, 2018. *E-book*.

IMAI, Masaaki. **Gemba Kaizen**: uma abordagem de bom senso á estratégia de melhoria contínua. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2014. *E-book*.

KAMERS, Douglas. Aprenda como escolher o painel de ferramentas para sua oficina em 5 passos. Disponível em: <https://cmb.ind.br/blog/aprenda-como-escolher-o-painel-de-ferramentas-para-sua-oficina-em-5-passos/> >. Acesso em: 19 mar. 2024.

LANDIM, Ana Paula Miguel; BERNARDO, Cristiany Oliveira; MARTINS, Inayara Beatriz Araujo; FRANCISCO, Michele Rodrigues, SANTOS, Monique Barreto; MELO, Nathalia Ramos de. Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil. **Polímeros**, v. 26, p. 82–92, 2016.

LIKER, Jeffrey K. **O modelo Toyota**: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2022. *E-book*.

LIKER, Jeffrey K.; ROSS, Karyn. **O modelo Toyota de excelência em serviços**: A transformação lean em organizações de serviço. Porto Alegre: Bookman, 2018. *E-book*.

LIKER, Jeffrey; CONVIS, Gary L. **O modelo Toyota de liderança lean**. Porto Alegre: Bookman, 2013. *E-book*.

LOZADA, Gisele. **Planejamento e controle da produção avançado**. Porto Alegre: SAGAH, 2017. *E-book*.

MARTINS, Roberto Antonio; MELLO, Carlos Henrique Pereira; TURRIONI, João Batista. Guia para elaboração de monografia e TCC em engenharia de produção. São Paulo: Atlas, 2014.

MATRONIANI, Renato. **Materiais de embalagem**: tipos, processos produtivos e aplicações. 1. ed. São Paulo: Platos Soluções Educacionais S.A., 2021. *E-book*.

MICHEL, Maria H. **Metodologia e pesquisa científica em ciências sociais**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2015. *E-book*.

Mobuss construção. Dicas para aprimorar a gestão de estoque na construção. Disponível em: <https://www.mobussconstrucao.com.br/blog/aprimorar-gestao-de-estoque/> >. Acesso em: 19 mar. 2024.

MONDEN, Yasuhiro. Sistema Toyota de produção: uma abordagem integrada ao just-in-time. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. *E-book*.

MOREIRA, Daniel A. **Administração da Produção e Operações**. 2. ed. São Paulo: Revista e Ampliada. Cengage Learning Brasil, 2008. *E-book*.

MOUTINHO, P. B. **Implantação da metodologia lean manufacturing na soluções em aço usiminas S.A.** Trabalho de conclusão de curso (Gestão Estratégica) - Faculdade de Ciências Econômicas. Belo Horizonte, 2021.

NUNES, Everton Antonio. **Aplicação das ferramentas do lean manufacturing na melhoria do processo de fabricação de presilhas**. 2019. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Mecânica) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Panambi, 2019.

OHNO, Taiichi. O sistema Toyota de produção além da produção. Bookman, 1997.

OLIVEIRA, Carlos Arthur Medeiros. **Mensuração dos desperdícios na fabricação de embalagens de papelão ondulado para pizzas em uma fábrica localizada em João Pessoa-pb**. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia de Produção) - Centro de tecnologia curso de engenharia de produção. João Pessoa, 2022.

ORIBE, Claudemir Y. **Advanced Kaizen: o método de análise e solução de problemas na manufatura enxuta e em outros contextos**. 1. ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2022. *E-book*.

ORTIZ, Chris A. **Kaizen e implementação de eventos Kaizen**. Porto Alegre: Bookman, 2018. *E-book*.

PEREIRA, Juliane Paula de Lima; ANDRADE, Daniela de Lourdes C. S.; ANDRADE, André Luís Simões. **Avaliação do desperdício no processo produtivo de embalagens *doy pack*: possíveis causas e soluções**. 2022.

SHINGO, Shigeo. **O sistema Toyota de produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996. *E-book*.

SILVA, Guilherme Pereira da; SILVA, Me. Darlan Marques da. **Análise de perdas em um processo produtivo de embalagens plásticas flexíveis**. 2016.

SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistair; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2020. *E-book*.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manufatura enxuta como estratégia de produção: A chave para a produtividade industrial**. São Paulo: Atlas, 2015. *E-book*.

VENANZI, Délvio; SILVA, Orlando Roque da. **Introdução à engenharia de produção - Conceitos e Casos Práticos**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. *E-book*.

APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA

	UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE ANGICOS DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS CURSO ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	Versão: 3
---	---	------------------

Parte I: Perfil do entrevistado:

- 1a. Qual a sua área de formação?
- 1b. Qual seu cargo na empresa?
- 1c. A quanto tempo está atuando neste cargo na empresa?
- 1d. Quais suas funções na empresa?

Parte II: Entrevista sobre percepção:

- 2a. Quais desperdícios você identifica em cada processo produtivo da empresa? Qual o mais impactante e por quê?
- 2b. Como você percebeu ou identificou esses desperdícios na empresa? Em qual momento?
- 2c. Você sabe as causas desses desperdícios? Se sim, poderia citar algumas situações?
- 2d. Qual setor mais apresenta desperdícios? Existe algum setor que você prioriza na eliminação dos desperdícios? Por quê?
- 2e. É realizado algum registro ou monitoramento desses desperdícios citados? Se sim, como é feito? Se não, como poderia fazer?
- 2f. Como a empresa lida com esses desperdícios? Você pode dar um exemplo de uma situação específica?
- 2g. Existe alguma ferramenta ou melhoria no processo produtivo que você gostaria que tivesse na empresa para minimizar ou eliminar esses desperdícios? Cite quais.

Parte III: Questionário:

Com qual intensidade esses desperdícios estão presentes na empresa?

1	2	3	4	5	N/A
Não tem	Raramente	Pouco Presente	Presente	Muito presente	Não sei

Desperdício	1	2	3	4	5	N/A	Exemplo
Superprodução							
Espera							

	UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE ANGICOS DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS CURSO ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	Versão: 3
---	---	------------------

Transporte							
Processamento							
Movimento							
Defeito							
Estoque							
Intelectual							

APÊNDICE B – ROTEIRO DE ENTREVISTA (SUPORTE)

	UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE ANGICOS DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS CURSO ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	Versão: 3
---	---	-----------

1. Régua de respostas para auxílio na terceira parte da entrevista.

1	2	3	4	5	N/A
Não tem	Raramente	Pouco Presente	Presente	Muito presente	Não sei

2. Definições dos desperdícios:

- a) **Desperdício por superprodução:** Ocorre quando não há alinhamento entre a demanda e a produção, produzindo mais do que o necessário ou muito antecipadamente.
- b) **Desperdício por tempo de espera:** Proveniente do material ocioso à espera de ser processado, ou quando funcionários ficam ociosos esperando materiais, conserto ou instruções.
- c) **Desperdício por transporte:** Causado pelo alto tempo de transporte dos materiais entre as instalações. Exemplo: (layout inadequado).
- d) **Desperdício por processo:** Proveniente das atividades e procedimentos desnecessários para o produto. Exemplo: (falta de padronização).
- e) **Desperdício por movimento:** Derivado dos movimentos desnecessários realizados pelos operadores durante a realização das tarefas designadas. Exemplo: (ferramentas desorganizadas).
- f) **Desperdício por defeito:** Ocorre quando as especificações dos clientes não são atendidas em relação ao produto.
- g) **Desperdício por estoque:** Causado pelo excesso dos inventários das matérias-primas e produtos acabados, ou seja, desperdício de espaço e investimento.
- h) **Desperdício intelectual:** Onde não se aproveita as ideias dos colaboradores.