

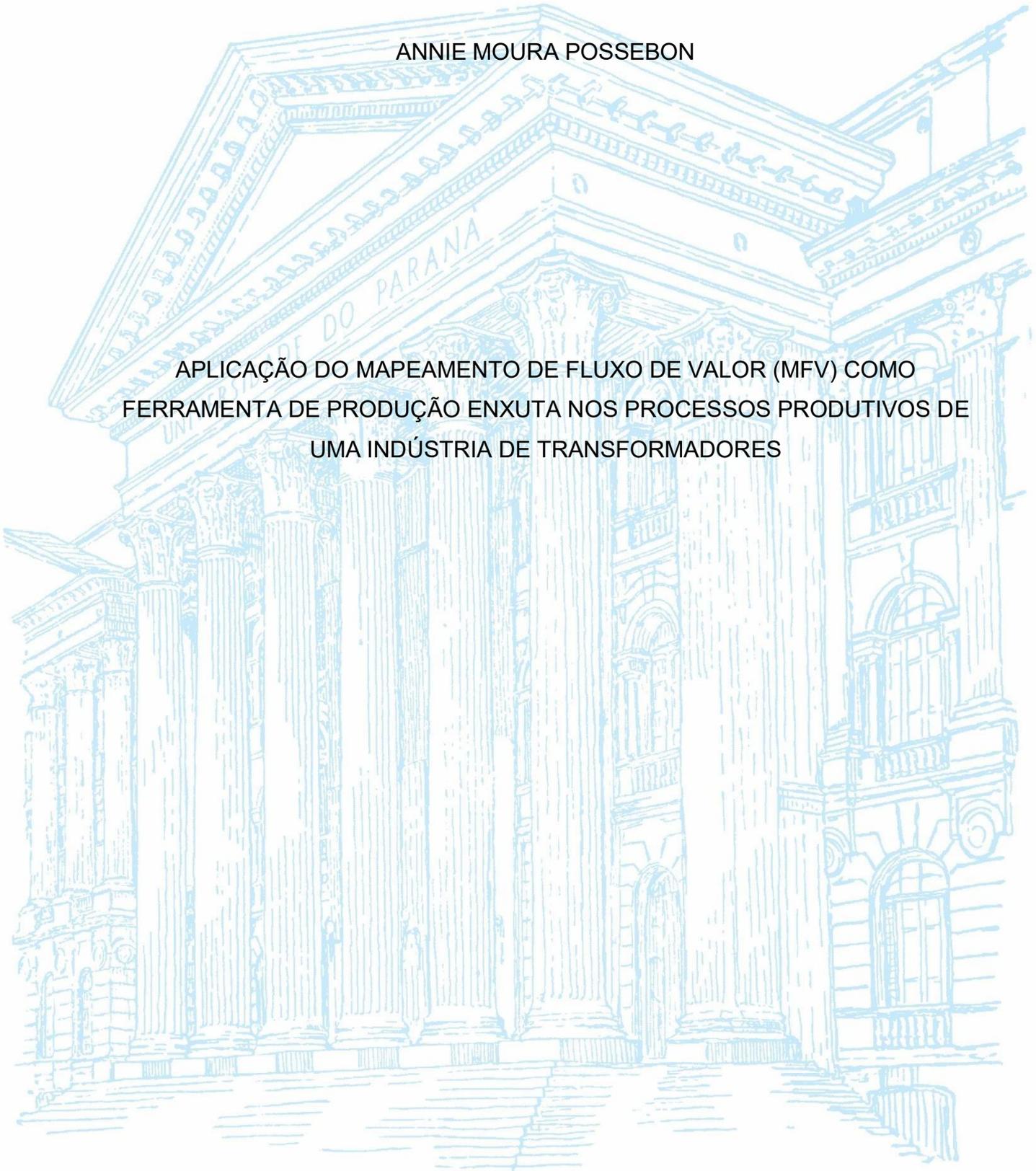
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**ANNIE MOURA POSSEBON**

**APLICAÇÃO DO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR (MFV) COMO  
FERRAMENTA DE PRODUÇÃO ENXUTA NOS PROCESSOS PRODUTIVOS DE  
UMA INDÚSTRIA DE TRANSFORMADORES**

**JANDAIA DO SUL**

**2023**



ANNIE MOURA POSSEBON

APLICAÇÃO DO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR (MFV) COMO  
FERRAMENTA DE PRODUÇÃO ENXUTA NOS PROCESSOS PRODUTIVOS DE  
UMA INDÚSTRIA DE TRANSFORMADORES

Trabalho de Conclusão de Curso I apresentado ao curso de Graduação em Engenharia de Produção, Campus Jandaia do Sul, Universidade Federal do Paraná, como pré-requisito para qualificação a disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II.

Orientador: Prof. André Luiz Gazoli de Oliveira

JANDAIA DO SUL

2023

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA JANDAIA DO SUL

Possebon, Annie Moura

Aplicação do Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) como ferramenta de produção enxuta nos processos produtivos de uma indústria de transformadores. / Annie Moura Possebon. – Jandaia do Sul, 2023.

1 recurso on-line : PDF.

Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Paraná, Campus Jandaia do Sul, Graduação em Engenharia de Produção.  
Orientador: Prof. Dr. André Luiz Gazoli de Oliveira.

1. Mapeamento de fluxo de valor. 2. Qualidade. 3. Elétrica.  
4. Processos. 5. Indústria. I. Oliveira, André Luiz Gazoli de. II.  
Universidade Federal do Paraná. III. Título.

CDD: 658.5

Bibliotecário: César A. Galvão F. Conde - CRB-9/1747



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

**PARECER Nº** 102/2023/UFPR/R/JA  
**PROCESSO Nº** 23075.079917/2019-87  
**INTERESSADO:** @INTERESSADOS\_VIRGULA\_ESPACO@

## TERMO DE APROVAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**TÍTULO: APLICAÇÃO DO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR (MFV) COMO FERRAMENTA NOS PROCESSOS PRODUTIVOS DE UMA INDÚSTRIA DE TRANSFORMADORES**

Autor(a): ANNIE MOURA POSSEBON

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do grau no curso de Engenharia de Produção, aprovado pela seguinte banca examinadora.

ANDRÉ LUIZ GAZOLI DE OLIVEIRA (Orientador)

RAFAEL GERMANO DAL MOLIN FILHO

MARCO AURÉLIO REIS DOS SANTOS



Documento assinado eletronicamente por **ANDRE LUIZ GAZOLI DE OLIVEIRA, VICE-DIRETOR(A) DO CAMPUS AVANÇADO DE JANDAIA DO SUL - JA**, em 04/12/2023, às 09:45, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **RAFAEL GERMANO DAL MOLIN FILHO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 04/12/2023, às 09:54, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **MARCO AURELIO REIS DOS SANTOS, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 06/12/2023, às 21:01, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida [aqui](#) informando o código verificador **6239210** e o código CRC **A0CDA1A1**.

Expresso meu reconhecimento a mim mesma por não ter desistido nos momentos mais desafiadores. Agradeço profundamente à minha família por seu apoio constante e suporte, sem eles, não teria alcançado o ponto em que me encontro hoje. Não posso deixar de mencionar minha querida pet, uma fiel companheira de quatro patas, por ter me proporcionado todo o amor necessário ao longo desse percurso.

## **AGRADECIMENTOS**

Expresso meus primeiros agradecimentos a Deus, por ter sido minha companhia constante ao longo desta jornada. Agradeço imensamente à minha família, cujo apoio foi fundamental em toda essa trajetória. Eles não apenas me incentivaram a cursar a universidade em outra cidade, mas também forneceram todo o suporte possível para que eu pudesse alcançar o ponto em que me encontro hoje.

Às pessoas incríveis que compõem meu círculo de amizades, expresso minha gratidão por sua ajuda e encorajamento nos momentos em que mais precisei. Agradeço também ao meu orientador Prof Dr André Luiz Gazoli de Oliveira, cujo apoio e orientação foram essenciais durante a elaboração desta monografia e na jornada dentro da universidade.

Não posso deixar de estender meus agradecimentos a um antigo professor do meu curso técnico, o professor Anatoli. Foi ele quem me indicou o curso de Engenharia de Produção em Jandaia, proporcionando minha primeira imersão neste universo. Seu conselho e influência foram cruciais para minha trajetória acadêmica e profissional, e por isso, sou imensamente grato.

“Não espere o futuro mudar tua vida, porque o futuro é a consequência do presente. É necessário acreditar que o sonho é possível, que o céu é o limite e você é imbatível...”

Racionais, A vida é desafio.

## RESUMO

Hodiernamente, devido a rápida evolução da tecnologia e o aumento exponencial da população mundial nos últimos anos, o mercado de energia elétrica mundial vem ganhando destaque em relação aos séculos passados. Em contraponto a isto, as indústrias de equipamentos elétricos têm recebido altas demandas de produção, gerando grandes impactos dentro dos processos fabris. Com a alta concorrência de mercado, as empresas precisaram se estruturar rapidamente, de modo a elevar sua produção e a qualidade de seus produtos. Com base nisso, o principal objetivo deste estudo foi empregar as ferramentas da manufatura enxuta para diminuir o lead time do processo, concentrando-se especialmente na redução dos desperdícios identificados ao longo da análise. Para atingir esse propósito, foi realizada a implementação do Mapa de Fluxo de Valor para identificar os problemas presentes no processo. Após essa etapa, conduziu-se uma análise por meio da matriz GUT para priorizar os desperdícios identificados no chão de fábrica, o que subsidiou a proposição de um plano de ação usando o 5W1H para alcançar um estado futuro desejado. Desse modo, considerando as ações delineadas pelo 5W1H, a empresa poderá aumentar sua demanda mensal em 18% e permitir que os setores A e B operem em apenas um turno, resultando na redução efetiva dos desperdícios.

**Palavras-chave:** Mapeamento de fluxo de valor, Qualidade, Elétrica, Processos, Industria.

## ***ABSTRACT***

In contemporary times, due to the rapid evolution of technology and the exponential increase in the world population in recent years, the global electricity market has gained prominence compared to past centuries. In contrast to this, electrical equipment industries have faced high production demands, generating significant impacts within manufacturing processes. Faced with intense market competition, companies needed to swiftly structure themselves to enhance both production and product quality. In light of this, the primary objective of this study was to employ lean manufacturing tools to reduce the process lead time, with a specific focus on minimizing identified waste throughout the analysis. To achieve this goal, the implementation of the Value Stream Mapping was carried out to identify current process issues. Subsequently, an analysis was conducted using the GUT matrix to prioritize identified waste on the factory floor, informing the proposal of an action plan using the 5W1H methodology to achieve a desired future state. Thus, considering the actions outlined by 5W1H, the company could increase its monthly demand by 18% and enable sectors A and B to operate in just one shift, resulting in an effective reduction of waste.

**Keywords:** Value Stream Mapping, Quality, Electrical, Processes, Industry.

## LISTA DE EQUAÇÕES

|   |    |
|---|----|
| (1) Equação para tempo disponível.....  | 40 |
| (2) Equação para <i>takt time</i> ..... | 40 |

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 1 – ESTRUTURA DA MONOGRAFIA.....                    | 15 |
| FIGURA 2 – PILARES DA MANUFATURA ENXUTA.....               | 16 |
| FIGURA 3 – DEFINIÇÃO DOS DESPERDÍCIOS.....                 | 18 |
| FIGURA 4 – NÍVEIS KAIZEN .....                             | 22 |
| FIGURA 5 – REPRESENTAÇÃO PDCA .....                        | 24 |
| FIGURA 6 – QUADRO KANBAN.....                              | 27 |
| FIGURA 7 – CURVA ABC .....                                 | 29 |
| FIGURA 8 – JIDOKA.....                                     | 31 |
| FIGURA 9 – GRÁFICO DE ESPAGUETE.....                       | 32 |
| FIGURA 10– 5W1H.....                                       | 31 |
| FIGURA 11 – GUT CONCEITO.....                              | 34 |
| FIGURA 12 – GUT .....                                      | 34 |
| FIGURA 13 – EXEMPLO DE MAPA DE FLUXO DE VALOR.....         | 32 |
| FIGURA 14 – ETAPAS DO MAPEAMENTO .....                     | 34 |
| FIGURA 15 – MATRIZ DE FAMÍLIA DE PRODUTOS.....             | 34 |
| FIGURA 16 – SIMBOLOGIA DO MFV.....                         | 36 |
| FIGURA 17 – SIMBOLOGIA ESTOQUES.....                       | 37 |
| FIGURA 18 – LINHA DO TEMPO.....                            | 38 |
| FIGURA 19 – ENQUADRAMENTO DE PESQUISA.....                 | 41 |
| FIGURA 20 – FLUXOGRAMA SIMPLIFICADO DO PROCESSO .....      | 43 |
| FIGURA 21 – FLUXOGRAMA SETOR A.....                        | 43 |
| FIGURA 22 – FLUXOGRAMA SETOR B.....                        | 44 |
| FIGURA 23 – FLUXOGRAMA SETOR C .....                       | 45 |
| FIGURA 24 – FLUXOGRAMA SETOR D.....                        | 45 |
| FIGURA 25 – CONDUÇÃO DE ESTUDO DE CASO .....               | 46 |
| FIGURA 26 – ETAPAS DA PESQUISA.....                        | 47 |
| FIGURA 27 – FORMULÁRIO DE OBSERVAÇÃO DIRETA .....          | 48 |
| FIGURA 28 – QUESTIONÁRIO NÍVEL DE OPERAÇÃO .....           | 49 |
| FIGURA 29 – COLETA DE TEMPO .....                          | 51 |
| FIGURA 30 – GRÁFICO DE ESPAGUETE .....                     | 52 |
| FIGURA 31 – COLETA DE DADOS MFV.....                       | 52 |
| FIGURA 32 – FORMULÁRIO DE OBSERVAÇÃO DIRETA RESPONDIDO.... | 57 |
| FIGURA 33 – TOMADA DE TEMPO SETOR A .....                  | 69 |

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 34 – TOMADA DE TEMPO SETOR B .....               | 70 |
| FIGURA 35 – TOMADA DE TEMPO SETOR C .....               | 70 |
| FIGURA 36 – TOMADA DE TEMPO SETOR D .....               | 71 |
| FIGURA 37 – GRÁFICO DE ESPAGUETE .....                  | 72 |
| FIGURA 38 – FAMÍLIA DE PRODUTOS.....                    | 73 |
| FIGURA 39 – COMPILAÇÃO DE DADOS .....                   | 74 |
| FIGURA 40 – MFV ATUAL .....                             | 75 |
| FIGURA 41 – FÓRMULAS PARA ELABORAÇÃO DO MFV ATUAL ..... | 76 |
| FIGURA 42 – FÓRMULAS PARA ELABORAÇÃO DO MFV ATUAL ..... | 77 |
| FIGURA 43 – TAKT TIME X TEMPO DE CICLO .....            | 78 |
| FIGURA 44 – IDENTIFICAÇÃO DE DESPERDÍCIOS .....         | 80 |
| FIGURA 45 – GUT SETOR A.....                            | 81 |
| FIGURA 46 – GUT SETOR B.....                            | 81 |
| FIGURA 47 – GUT SETOR C .....                           | 82 |
| FIGURA 48 – GUT SETOR D .....                           | 83 |
| FIGURA 49 – CLASSIFICAÇÃO GUT.....                      | 83 |
| FIGURA 50 – 5W1H.....                                   | 85 |
| FIGURA 51 – MFV FUTURO .....                            | 87 |
| FIGURA 52 – CÁLCULOS DO MFV FUTURO .....                | 88 |

## **LISTA DE TABELAS**

|   |    |
|---|----|
| TABELA 1 –QUESTIONÁRIO NÍVEL DE OPERAÇÃO .....              | 58 |
| TABELA 2 – QUESTIONÁRIO DE NÍVEL DE LIDERANÇA SETOR A.....  | 60 |
| TABELA 3 – QUESTIONÁRIO DE NÍVEL DE LIDERANÇA SETOR B ..... | 62 |
| TABELA 4 – QUESTIONÁRIO DE NÍVEL DE LIDERANÇA SETOR C.....  | 63 |
| TABELA 5 – QUESTIONÁRIO DE NÍVEL DE LIDERANÇA SETOR D.....  | 65 |
| TABELA 6 – QUESTIONÁRIO DE NÍVEL DE DIRETORIA.....          | 67 |

## LISTA DE ABREVIATURAS

PDCA – *Plan, Do, Check e Action*

JIT – *Just-in-Time*

ME – Manufatura Enxuta

MFV – Mapeamento de Fluxo de Valor

STP – Sistema Toyota de Produção

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                   | <b>18</b> |
| 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....                   | 18        |
| 1.2 PROBLEMA DE PESQUISA .....              | 20        |
| 1.3 JUSTIFICATIVA.....                      | 21        |
| 1.4 OBJETIVOS .....                         | 22        |
| 1.4.1 Objetivo geral.....                   | 22        |
| 1.4.1.1 Objetivos específicos.....          | 23        |
| 1.5 APRESENTAÇÃO DO TRABALHO .....          | 23        |
| <b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>        | <b>24</b> |
| 2.1 MANUFATURA ENXUTA.....                  | 24        |
| 2.1.1 Pilares da manufatura enxuta .....    | 24        |
| 2.1.2 Análise dos desperdícios .....        | 25        |
| 2.1.3 Pensamento Enxuto.....                | 27        |
| 2.2 FERRAMENTAS DA MANUFATURA ENXUTA.....   | 28        |
| 2.2.1 Just in Time.....                     | 28        |
| 2.2.2 Kaizen.....                           | 30        |
| 2.2.3 PDCA.....                             | 31        |
| 2.2.4 5'S.....                              | 33        |
| 2.2.5 Kanban.....                           | 35        |
| 2.2.6 Curva ABC .....                       | 36        |
| 2.2.7 Jidoka .....                          | 38        |
| 2.2.8 Poka-Yoke .....                       | 39        |
| 2.2.9 Gráfico de espaguete.....             | 40        |
| 2.2.10 5W1H.....                            | 41        |
| 2.2.11 Matriz GUT .....                     | 41        |
| 2.3 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR – MFV..... | 43        |
| 2.3.1 O que é MFV?.....                     | 43        |
| 2.3.2 Família de produtos .....             | 45        |

|                                |   |            |
|--------------------------------|---|------------|
| 2.3.3 Mapeamento estado atual  | <b>SUMÁRIO</b>                              | 46         |
| 2.3.4 Mapeamento estado futuro |   | 50         |
| 2.4                            | CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE A REVISÃO        | 51         |
| <b>3</b>                       | <b>MÉTODOS DE PESQUISA</b>                  | <b>52</b>  |
| 3.1                            | CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA                   | 52         |
| 3.2                            | CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE PESQUISA        | 53         |
| 3.2.1                          | A EMPRESA                                   | 53         |
| 3.2.2                          | PROCESSO PRODUTIVO                          | 53         |
| 3.3                            | PROTOCOLO DA PESQUISA                       | 56         |
| 3.3.1                          | Planejamento da pesquisa                    | 56         |
| 3.3.1.2                        | Definição da estrutura conceitual teórica   | 58         |
| 3.3.1.3                        | Planejamento do estudo                      | 58         |
| 3.3.1.3                        | Coleta de dados                             | 61         |
| 3.1.3.4                        | Análise dos dados                           | 63         |
| 3.1.3.5                        | Implementação do MFV                        | 63         |
| <b>4</b>                       | <b>RESULTADO E DISCUSSÕES</b>               | <b>65</b>  |
| 4.1                            | Planejamento do estudo                      | 65         |
| 4.1.1                          | Formulário de observação direta             | 65         |
| 4.1.2                          | Questionário nível de operação              | 66         |
| 4.1.3                          | Questionário nível de liderança             | 68         |
| 4.1.4                          | Questionário nível de diretoria             | 75         |
| 4.1.5                          | Coleta de dados                             | 77         |
| 4.2                            | Análise dos dados (Construção do MFV atual) | 81         |
| 4.2.5                          | MFV Atual                                   | 81         |
| 4.3                            | Identificação de desperdícios               | 87         |
| 4.4                            | Projeto de MFV Futuro                       | 94         |
| <b>5</b>                       | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>                 | <b>98</b>  |
| 5.1                            | RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTURO         | 99         |
|                                | <b>REFERÊNCIAS</b>                          | <b>100</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A atual conjuntura da alta demanda de energia elétrica mundial vem proporcionando as indústrias um grande desafio para o seu desenvolvimento operacional. Em consequência do aumento das concorrências globais no mercado de transformadores as empresas têm buscado cada vez mais soluções rápidas e eficientes para ganharem espaço na comercialização de seus produtos. Farina, Azevedo e Saes (1997) preservam o entendimento que a competitividade é a capacidade que a empresa tem para se desenvolver e se sustentar no mercado, dando ênfase ao que é necessário para sua evolução.

A busca pelo avanço dos sistemas de fabricação teve início na Primeira Revolução Industrial, mais especificamente em sua segunda fase na Inglaterra. Em meados de 1910, Henry Ford revolucionou o entendimento sobre os sistemas de produção, criando um conceito chamado de Fordismo. Segundo Bondarik, Kovaleski e Pilatti (2014) o Sistema Ford de Produção foi desenvolvido a partir da aplicação dos processos de produção em massa, buscando aprimorar os índices de produtividade e redução de custos. Santo e Araújo (2011) diz que nessa época as oficinas artesanais perderam a concorrência para as fábricas que incorporaram novos instrumentos, sendo um deles a criação da máquina a vapor.

Já em 1950 no Japão, a manufatura enxuta começou a tomar forças após a segunda guerra mundial, o país passava por dificuldades econômicas e necessitava de renovações em seus métodos de produção. Segundo Almeida e Souza (2000, p. 2) diante deste cenário, o empresário Taiichi Ohno da empresa Toyota observou uma nova oportunidade de renovação da estrutura de seu processo produtivo, visando a identificação e eliminação de perdas.

Por conseguinte, houve o surgimento do Sistema Toyota De Produção (STP), que tinha com principal objetivo a redução de desperdícios e o aumento da produtividade. Segundo Almeida e Souza (2000, p. 1) o STP tem como entendimento otimizar o chão de fábrica de forma a atender à curto prazo as necessidades do cliente mantendo a mais alta qualidade de seus produtos e com baixo custo agregado.

Filho e Fernandes (2004 p. 1) diz que para alcançar esses objetivos foram aplicadas técnicas como produção em pequenos lotes, redução de set up, redução de estoques, alto foco na qualidade.

Hodiernamente, a manufatura enxuta ganhou seu espaço em grandes empresas no cenário industrial, a sua implementação nos processos produtivos promoveu ganhos significativos em termos de custos e alta produtividade, transfigurando em sistemas ágeis e flexíveis. Segundo Milani e Oliveira (2010 p. 5) o principal motivador da aplicabilidade da manufatura enxuta dentro das indústrias se deve, principalmente a redução de custos e a eliminação dos desperdícios.

A manufatura enxuta, por sua vez, se baseia em certos componentes para a sua execução, Ayough e Farhadi (2019, p. 2), afirma que existem três componentes envolvidos na implementação enxuta, sendo eles: componentes técnicos, fatores humanos e os elementos organizacionais. Alinhado a isto, Barbieri (2018, p. 2) escabele-se que a manufatura enxuta se destina a obter a melhor eficiência de todos os recursos, sejam eles pessoas, máquinas, energia, insumos ou espaço físico.

Pressuposto a este contexto, deve-se ressaltar princípios ditados pela metodologia STP em sua implementação. Passos (2018, p. 2) cita a especificação de valor sobre o olhar do cliente, mapeamento de fluxo, criação de um fluxo contínuo, implementação da produção puxada e por fim a busca pela perfeição através do processo da melhoria contínua.

Dessa forma, o que emprega a aplicabilidade do STP, podemos destacar a necessidade da utilização de ferramentas a fim de segmentar o contexto ideal de uma linha de produção. Nessa conjunção, o mapeamento de fluxo de valor (MFV) se designa com uma das principais ferramentas de apoio dentro da manufatura enxuta, a fim de enxergar os desperdícios e conceder uma visão analítica do processo. Segundo Panche (2015, p. 3) o MFV se designa em rastrear todas as atividades que ocorram em um processo produtivo, auxiliando na visualização dos processos individuais, possibilitando enxergar o fluxo e identificar os desperdícios.

## 1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

O cenário atual da geração energia elétrica nas últimas décadas vem ganhando destaque no mercado brasileiro, seja ele no âmbito industrial ou residencial . Segundo o Anuário Estatístico de Energia Elétrica (2022) o consumo de energia elétrica no ano de 2022 teve um aumento de 4,6% em comparação ao ano anterior, dando um valor total de 497 TWh anual.

Nesse contexto, podemos analisar que com o passar dos anos as demandas para as indústrias de produtos elétricos estão ganhando espaço significativo em sua comercialização. A tendência para o mercado de transformadores de potência cresce exponencialmente por conta da demanda por eletricidade mundial, estimasse que até o ano de 2025 a taxa de crescimento anual composta aumente 6% (Mordorintellige, 2023). Dessa forma, tais aspectos exigem a competitividade do mercado e consequentemente elevam o nível de criticidade do comprador final.

O projeto tem como problema de pesquisa o baixo nível de produtividade de uma empresa fabricante de produtos elétricos localizada no noroeste paranaense. Desse modo, para a elaboração deste trabalho iremos focar especificamente no setor de distribuição, onde se produzem os seguintes componentes, bobinas de alta e baixa tensão, núcleo e parte ativa.

Diante do exposto, o setor de transformadores encontrasse atualmente com um dos menores índices de produtividade da indústria, com uma porcentagem média de 67% nos últimos 6 meses. A empresa determina que a meta de produtividade seja de 83,4%, o processo em questão não alcança esse índice a mais de um ano, assim consequentemente estacionando certas linhas a frente do processo e prejudicando os prazos de entrega para os clientes.

Nota-se um déficit na aplicabilidade de ferramentas para o auxílio do mapeamento dos processos na área de transformadores, sendo isto de extrema importância para a detecção dos gargalos cruciais dentro do setor e identificação dos desperdícios gerados diariamente. Deve-se ressaltar que os dados tabulados sobre os tempos de fabricação de cada área do setor estão desatualizados, isso confrontado com o aumento de venda dos últimos tempos acaba mascarando o tempo real de cada etapa de produção.

Portando, a falta da utilização de ferramentas para identificar os possíveis desperdícios podem causar um declínio de sua produtividade e um aumento significativo do *leadtime* do processo, com isso, se faz necessário a aplicação de uma metodologia e novas ferramentas para alavancar os índices do processo.

Diante deste cenário, foi utilizado a ferramenta MFV para mapear todos os fluxos de valor e identificar quais atividades estão gerando os maiores desperdícios, possibilitando que haja uma visão sistêmica dos processos e que ocorram tomadas de decisão para possíveis melhorias.

Pressuposto a isto, o seguinte trabalho tem como objetivo responder a seguinte pergunta: O mapa de fluxo de valor terá ação efetiva na visualização analítica do processo produtivo e detecção de melhorias no setor?

### 1.3 JUSTIFICATIVA

A tendência da utilização da energia elétrica mundial está afetando rigorosamente as indústrias de transformadores, contingente a isto, a competitividade de mercado está impulsionando a melhora continua dentro dos processos produtivos. Segundo dados da empresa, as vendas de produtos obtiveram um aumento de 30% nos últimos dois anos, gerando demandas inesperadas para o chão de fábrica e exigindo um avanço rápido de seus processos, porém, de tal maneira algumas áreas não conseguiram alcançar os avanços rápidos das vendas, que é o caso do setor de transformadores. Com isso, é imprescindível que a empresa deva focar seus esforços para elevar os seus índices de produção em um nível de excelência, dando relevância a entender como encontrasse o cenário atual de seu processo.

Nessa conjuntura, a aplicação de ferramentas e metodologias que tragam o aperfeiçoamento do processo proporcionam grandes vantagem na concorrência do mercado de indústria de produtos elétricos, segundo a Confederação Nacional das Indústrias (2019) a metodologia da manufatura enxuta, atualmente está entre as melhores práticas de gestão de operações, sendo determinantes para a competitividade da indústria.

Em consonância a isto, se faz necessário que os sistemas de produção estejam consolidados de forma eficiente dentro do chão de fábrica. Para tal fim, existem metodologias que auxiliam na construção de processos de fabricação mais eficaz.

Uma das metodologias da engenharia de produção que se destaca nesse cenário é a manufatura enxuta, Jones e Womack (1998), afirmam que a manufatura enxuta tem como foco, estabelecer a melhor sequência possível de um processo produtivo a fim de agregar valor de forma eficaz aos produtos solicitados pelo cliente.

Diante deste contexto, podemos ressaltar a importância da manufatura enxuta dentro das indústrias para o seu desenvolvimento, na qual propõem como objetivo se concentra em minimizar os desperdícios dentro do processo produtivo e simultaneamente maximizar a produtividade, assim elevando a qualidade de seus produtos e agregando valor ao processo, segundo Tubino (2015, p. 19) o Sistema Toyota de Produção tem como foco melhorar continuamente o sistema de produção através da eliminação de processos que não agregam valor ao cliente, que seriam os desperdícios.

Tendo isto em vista, destaca-se a necessidade da utilização do MFV em um processo produtivo, proporcionando uma visão sistêmica do mesmo, segundo Womack (2003, p. 5) , o mapa de fluxo de valor auxilia a enxergar o chão de fábrica de maneira a dar suporte a produção enxuta e focar na visão do estado ideal que o processo necessita. O mapeamento dos processos engenha uma compreensão das atividades mais críticas e que demandam mais trabalho dando a possibilidade de apontar as lacunas e chegar ao cenário ótimo.

Por fim, a metodologia da manufatura enxuta e o mapeamento de fluxo de valor, bem como suas aplicações, obtém uma relevância dentro do contexto acadêmico e profissional, contribuindo com a evolução dos conhecimentos na área de engenharia de produção.

## 1.4 OBJETIVOS

Nesta sessão foram apresentados o objetivo geral e objetivos específicos desta pesquisa.

### 1.4.1 Objetivo geral

O objetivo geral desta pesquisa é analisar o impacto da implementação das ferramentas de manufatura enxuta no *leadtime* dos processos de uma empresa fabricante de transformadores.

### 1.4.1.1 Objetivos específicos

Esta pesquisa tem como objetivo específico:

1. Mapear de fluxo de valor;
2. Identificar os gargalos e desperdícios;
3. Detectar oportunidades de melhoria;
4. Realizar propostas de melhoria.

## 1.5 APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

A monografia em questão foi construída em quatro capítulos, sendo eles: Introdução, Revisão Bibliográfica, Métodos de Pesquisa, Resultados e Discussões e Considerações finais.

FIGURA 1 – Estrutura da monografia

### ESTRUTURA DA MONOGRAFIA

|   |   |
|---|---|
| <b>CAPÍTULO 1</b><br><i>INTRODUÇÃO</i>              | Será apresentado a contextualização referente ao tema do projeto, assim como a justificativa, problema de pesquisa e objetivo geral e específico. |
| <b>CAPÍTULO 2</b><br><i>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</i>   | Na seguinte etapa, será apresentado os conceitos de manufatura enxuta, suas ferramentas e a abordagem do MFV                                      |
| <b>CAPÍTULO 3</b><br><i>MÉTODOS DE PESQUISA</i>     | Serão evidenciados os procedimentos metodológicos, com o intuito de atingir os objetivos do projeto   |
| <b>CAPÍTULO 4</b><br><i>RESULTADOS E DISCUSSÕES</i> | Será os resultados obtidos ao longo desta monografia, apresentado a execução de todas as etapas.  |
| <b>CAPÍTULO 5</b><br><i>CONSIDERAÇÕES FINAIS</i>    | Serão discorridos como os objetivos serão propostos, bem como os resultados esperados da pesquisa.  |

Fonte: Autor (2023)

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo tem como objetivo dissertar sobre os conceitos fundamentais desta pesquisa. Diante disso, foi dada ênfase aos tópicos sobre os sistemas de manufatura enxuta, ferramentas da manufatura enxuta e mapeamento de fluxo de valor (MVF).

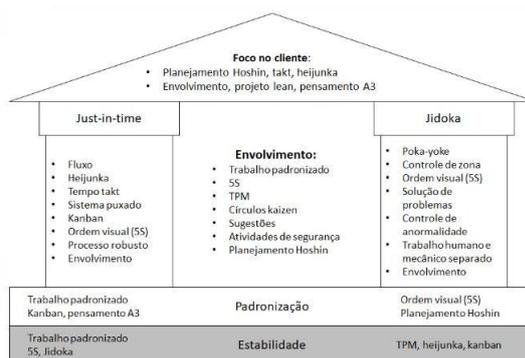
### 2.1 MANUFATURA ENXUTA

Na presente sessão, foram abordadas as principais diretrizes que segmentam a manufatura enxuta. Seguidamente foi apresentado uma análise sobre os desperdícios da manufatura enxuta e os conceitos do pensamento enxuto.

#### 2.1.1 Pilares da manufatura enxuta

A manufatura enxuta é uma abordagem de gestão da produção, na qual visa a maximização da eficiência dos processos produtivos. Isso inclui a eliminação dos excessos de estoque, ao transporte desnecessário dentro do setor, retrabalho, ao tempo de espera e os movimentos supérfluos. Ao eliminar esses desperdícios, as empresas são capazes de aprimorar a qualidade de seus produtos, reduzir o *leadtime* do processo, e minimizar os custos. Diante disso, a manufatura enxuta tem como principal objetivo alcançar um sistema de produção ágil e eficaz, capaz de atender as demandas dos clientes de forma rápida e com qualidade. Pressuposto a isto, a manufatura enxuta se sustenta por um conjunto de pilares que são essenciais para o seu funcionamento efetivo, de modo a alcançar os seus objetivos, como mostra a figura 2. (DENNIS, 2008)

FIGURA 2 – Pilares da manufatura enxuta



Fonte: Dennis (2008)

A manufatura enxuta (ME) se sustenta através de dois pilares chaves, sendo eles a filosofia *Just-in-time* (JIT) e a automação (*Jidoka*). Dito isso, os conceitos citados possuem condições primordiais para a proposta de fluxo contínuo e eliminação de desperdícios do STP. O *Just-in-time* tem como principal guia o pensamento a filosofia de tudo no momento certo, produzindo somente o necessário, no momento certo e na hora correta. Em contra ponto, o *Jidoka* permite que as máquinas junto aobom senso do operador identifiquem problemas de qualidade o mais rápido possível, assim possibilitando que as tomadas de decisões sejam rápidas e eficientes. (OHNO,1997).

Desse modo, Shingo (1996) complementa que o JIT e o *Jidoka* são considerados elementos fundamentais para a ME, contudo, o verdadeiro alicerce do sistema reside no conceito de “estoque mínimo” e “redução da hora homem”, sendo os métodos utilizados para operacionalizá-los.

Em consonância a isto, a meta do sistema (o telhado) consiste em colocar o cliente em destaque, fornecendo a máxima qualidade como menor custo possível e no mínimo *leadtime*. Pressuposto a isto, o coração do sistema integra uma analogia de pensamento onde deve-se ter um engajamento significativo da equipe de trabalho, onde seus membros devem ser flexíveis e motivados, assim buscando constantemente maneiras eficazes de tomada de decisão. (DENNIS, 2008)

Com isso, a estrutura da manufatura enxuta possibilita que ocorra uma visão empírica sobre o principal objetivo do sistema, sendo ele atender da melhor maneira possível as necessidades e demandas reais dos clientes, fornecendo-lhes produtos com alto índice de qualidade ao mais baixo custo e menor *lead-time* possível. (GHINATO, 2000; citado por MIRIANDA et al; 2003)

### 2.1.2 Análise dos desperdícios

A manufatura enxuta tem como principal objetivo eliminar ou reduzir os desperdícios inseridos dentro de um processo produtivo. Dessa forma, a sua análise dentro do conceito manufatura enxuta tem um papel fundamental para alcançar os objetivos atrelados ao mesmo, dito isso, com a eliminação dos desperdícios elencadas

ao processo deve-se criar um fluxo contínuo, gerando maior eficiência do processo e conseqüentemente maior qualidade de seus produtos. (GHINATO, 1996)

Ohno (1997) explica que é fundamental realizar uma análise dos desperdícios presentes no processo, os quais são agrupados em sete categorias:

1. Superprodução;
2. Defeitos;
3. Esperas;
4. Transporte;
5. Processamento inapropriado;
6. Estoques;
7. Movimentação;

Em suma, essa análise permite identificar as atividades, processos e elementos que agregam ou não valor ao produto. Ao compreender e categorizar esses desperdícios, as empresas devem tomar medidas para eliminá-los e otimizar o processo, visando a eficiência de seu fluxo e melhoria contínua de sua produção. OHNO (1997)

Dessa forma, Liker e Meier (2007, citado por, MOLINA, 2014) explicam e definem de maneira sucinta cada categoria de desperdício, como mostra na figura 3.

FIGURA 3 – Definição dos desperdícios

| <b>Tipos</b>               | <b>Descrição</b>  |
|----------------------------|---|
| Superprodução              | Produzir produtos antes do tempo ou em quantidades maiores que a necessária.  |
| Espera                     | Operadores ociosos esperando a próxima etapa do processo ou mesmo pela falta de trabalho gerada pela superprodução.   |
| Transporte                 | Movimento desnecessário de material de um processo para o outro.  |
| Superprocessamento         | Realização de atividades ou tarefas desnecessárias ao processo de fabricação.   |
| Excesso de estoque         | Seja o excesso de estoque de matéria prima, de produto em processo ou acabados, gerando <i>lead times</i> mais longos, obsolescência, maior índice de produtos danificados, alto custo com armazenamento, além do estoque extra ocultar problemas no processo, principalmente nos tempos de preparação das máquinas (setups). |
| Deslocamento desnecessário | Qualquer movimento exercido pelo operador que não agregue valor ao produto.   |
| Defeitos                   | Produção de peças defeituosas gerando retrabalho ou descarte e produção para substituir a mesma.  |
| Intelectual                | Não utilizar o conhecimento dos funcionários gera um desperdício de tempo, ideias, habilidades e melhorias no processo.   |

Fonte: Liker e Meier (2007).

Por fim, ao detectar os desperdícios e eliminá-los, é possível reduzir significativamente os gastos de produção, conseqüentemente, aumentando sua produtividade e eficiência dos processos existentes. Por isso, deve-se utilizar estratégias criativas e de baixo investimento para solucionar estes problemas. (FERRAZ, 2006)

### 2.1.3 Pensamento Enxuto

O pensamento enxuto é uma abordagem na qual se norteia em buscar a excelência de um processo produtivo através da eliminação de desperdícios. Segundo Womack et al. (1996, citado por, GIANNINI, 2007) adotar um pensamento enxuto implica na redução de perdas, eliminando quais quer atividade que não agreguem valor, assim estabelecendo um fluxo contínuo. Já para Santos e Lima (2012, citado por; RODRIGUES et al, 2016) o pensamento enxuto se refere a seguinte compreensão:

O pensamento enxuto é uma filosofia de trabalho aplicada a gestão de processos que busca a melhor forma de gerenciar e organizar o desenvolvimento de produtos, a cadeia de fornecedores, os relacionamentos empresa-cliente e as operações de produção, no qual se é possível fazer mais com menos (custo, processos, esforços, equipamentos, tempo e espaço) e, também aproximar-se cada vez mais da possibilidade de oferecer aos clientes exatamente o que eles desejam. (SANTOS E LIMA 2012 citado por; RODRIGUES *et al*, 2016)

De acordo com Womack e Jones (1997) o pensamento enxuto visa a flexibilidade dos processos de acordo com as demandas dos clientes, os princípios que segmentam este pensamento são os seguintes:

- Valor: Abrange a compreensão sobre o que o cliente espera do produto, sob quais tópicos englobam as reais necessidades dos clientes;
- Fluxo de valor: Se denomina pelo conjunto de todas as ações específicas necessárias para se produzir um produto, levando em consideração todas as atividades que agregam ou não valor para a fabricação do mesmo;

- Fluxo contínuo: Aglutinam em melhorar a agilidade do processo, identificando os desperdícios gerados e tomando ações necessária para a eliminação dos mesmos;
- Produção Puxada: Se refere em realizar a produção baseada na demanda real do cliente, sem geração de estoques desnecessários;
- Busca da perfeição: A busca da perfeição se denomina em direcionar os esforços e elevar a inspiração das equipes de trabalho em buscar o ambiente ideal de produção.

Em resumo, a abordagem do pensamento enxuto enfatiza a criação de valor para o cliente. Para Womack e Jones (1997) isso implica em identificar e eliminar todas as atividades do processo que não agregue valor ao produto final, assim otimizando os fluxos de trabalho, tornando-o mais ágeis e eficientes. Dito isso, Melton(2005) complementa que a prática do pensamento enxuto é uma revolução para meio industrial, pois vai além de se apenas utilizar ferramentas, mas sim trata-se de uma mudança de pensamento que abrange todo um processo produtivo.

## 2.2 FERRAMENTAS DA MANUFATURA ENXUTA

### 2.2.1 Just in Time

O método JIT é uma ferramenta da manufatura enxuta na qual tem como objetivo produzir apenas o que for necessário, sendo no momento certo e na quantidade certa, dessa forma eliminando estoques desnecessários e reduzindo os tempos de espera da produção. (GHINATO, 1995)

De acordo com Motta (1996, p 129) o *Just-in-Time* é uma técnica que se utiliza de várias normas e regras para modificar o ambiente produtivo, isto é, um método de gerenciamento, visando atender a demanda de produção instantaneamente com uma qualidade eficaz e eliminando desperdícios. Dessa forma, podemos salientar que o JIT se utiliza como base o pensamento do fluxo contínuo, no qual os processos devem ser coordenados para que os produtos sejam fabricados de maneira ordenada e sem interrupções, evitando desperdícios e tempo de recursos.

De acordo com Datrino (2014) , a definição de just in time é a seguinte:

“Os elementos principais do just-in-time são a manutenção somente dos estoques necessários quando preciso; melhorar a qualidade até atingir um nível zero de defeitos; reduzir lead times ao reduzir os tempos de preparação, comprimentos de fila e tamanhos de lote; revisar incrementalmente as próprias operações; e realizar essas coisas a um custo mínimo.” (DATRINO,2014).

Levando isto em consideração, é importante ressaltar que o JIT introduzido dentro de uma cadeia de produção tem como principal finalidade garantir que cada fase do processo seja responsável por produzir apenas o que for necessário para a próxima etapa, assim buscando que os estoques intermediários cheguem ao nível zero, assegurando que haja um fluxo contínuo e sem paralisações. O JIT pode ser utilizado em todos os estágios de produção, permitindo a redução de estoques e otimização do uso de recursos. (SANTOS, 2014)

Segundo Bartz *et al* (2013) , a operação do JIT dentro de um processo produtivo emprega como base os seguintes princípios:

- Eliminação de desperdícios;
- Fluxo contínuo de trabalho;
- Controle total da qualidade;
- Prazo com fornecedores;
- Melhoria contínua.

Pressuposto a isto, deve-se ressaltar que para que haja um funcionamento efetivo do método é importante que o sistema de produção seja capaz de adaptar facilmente às mudanças de demanda, de forma ágil e flexível, assim, garantindo que a aplicação do JIT seja eficiente. Adicionalmente, deve-se existir uma estreita colaboração entre os fornecedores e clientes, a fim de assegurar que as entregas sejam realizadas no momento certo e na quantidade adequada. Essa é imprescindível para que ocorra a diminuição dos estoques e redução de custos. (HECKERT E FRANCISCHINI, 1998)

Além disto, Erba et al (2013) enfatiza a importância do JIT na qualidade, uma vez que os produtos não-conforme podem criar possíveis gargalos, dessa forma interrompendo o fluxo e criando atrasos na linha. Por isso, levando em consideração este fato, é crucial que haja a verificação de cada etapa do processo, a fim de que os problemas sejam identificados e solucionados com prontidão.

É relevante destacar que devido a quimera do JIT ele deve ser levado como uma filosofia dentro das empresas. Ainda que seja uma prática inatingível de suas métricas, os processos produtivos devem focar os seus esforços na melhoria contínua para se aproximar de seus objetivos. (MOTTA, 1996)

### 2.2.2 Kaizen

Oliani *et al* (2016) relata que o *Kaizen* é uma filosofia japonesa que significa “melhoria contínua”. Possui o objetivo aprimorar os processos de produção de forma constante e gradual, buscando a excelência em seus produtos e serviços. Já para Araújo e Rentes (2006) alegam que o *Kaizen* se denomina sobre os esforços de melhoria contínua, executados por todos, sendo que o seu foco central é a busca pela eliminação dos desperdícios.

Segundo Rother e Shook (1999 citado por ARAÚJO; RENTES 2006), há dois níveis de *kaizen*:

- *Kaizen* de fluxo: ou de sistema, que enfoca no fluxo de valor, dirigido ao gerenciamento;
- *Kaizen* de processo: que enfoca em processos individuais, dirigido às equipes de trabalho e líderes de equipe.

FIGURA 4 – Níveis kaizen



Fonte: Rother e Shook (1999).

A abordagem do *Kaizen* visa a realização de pequenas mudanças no processo produtivo, que quando somadas, geram grandes de melhorias e impacto significativo. Essas mudanças podem ser implementadas de forma rápida e com baixo custo, sendo realizadas de forma constante, de modo a manter a melhoria contínua. (ORTIZ, 2010) Contudo, para a aplicação efetiva da filosofia, são realizados os eventos *Kaizen*, no qual são estabelecidos momentos específicos onde a equipe se reúne para identificar, analisar e solucionar problemas dos processos produtivos. Araújo e Rentes (2006, p.02) redigem que a definição de um Evento *Kaizen* pode ser descrita como um grupo de pessoas dedicadas à implementação rápida de um método ou ferramenta da manufatura enxuta. Pressuposto a isto, Ortiz (2010) alega que um evento *kaizen* é um período pré-determinado e agendado para permitir que um grupo de funcionários se reúna e implemente práticas de produção enxuta com o enfoque de eliminar desperdícios.

Normalmente, esses eventos são realizados no prazo máximo de 5 dias, onde a equipe foca os seus esforços para descobrir possíveis desperdícios na linha de produção e atingir melhorias significativas em um curto espaço de tempo. Contudo, é importante ressaltar que os eventos *Kaizen* não são eventos isolados, mas sim parte do processo da melhoria contínua. Por isso, se faz necessário que haja uma verificação e validação das ações tomadas após o evento, buscando constantemente novas oportunidades de melhoria. (ALMEIDA *et al* 2011).

### 2.2.3 PDCA

O PDCA é o acrônimo das palavras, *PLAN, DO, CHECK e ACTION*, na qual tem como foco garantir a melhoria contínua dos processos. A ferramenta é utilizada para implementar projetos de modo que se certifique que os esforços estão gerando resultados, e se necessário, efetuar as devidas correções. (MARIANI, 2005)

O ciclo PDCA é um método de gestão que apresenta o caminho a ser percorrido para atingir as metas estabelecidas. Dito isso, para que a aplicação do método seja efetiva, é necessário a utilização de ferramentas analíticas ao decorrer das etapas. (WERKEMA, 1995)

Para que ocorra uma melhor visualização do método, existe uma forma de representação visual do PDCA, no qual se refere a imagem abaixo:

FIGURA 5 – Representação PDCA



Fonte: <http://pdca-uma-ferramenta.com.br> (2017) .

Baseando-se nesse princípio, cada letra do método tem um significado específico e um propósito a ser alcançado:

1) P: Vem de *Plan*, que é planejar. Nesta primeira etapa do ciclo a primeira atividade a ser realizada é definir o problema que será solucionado com o auxílio do método. Após isso, deverá ser identificado as possíveis soluções e a definição de um plano de ação para implementá-las, de modo que obtenha uma meta a ser seguida, estabelecendo os objetivos para a próxima fase.

Segundo Filho (2014, p. 24):

“A etapa *PLAN* Consiste no estabelecimento de objetivos e de processos fundamentais para garantir os resultados, conforme o que se espera atingir em termos de metas para a organização”.

2) D: É *Do*, de executar. Essa segunda fase será para a aplicação do plano de ação determinado na etapa anterior. É necessário que as atividades planejadas sejam realizadas conforme previsto, para que os objetivos sejam alcançados.

Segundo Filho (2014, p.25):

“Todos os envolvidos são treinados em procedimentos que tem como base as metas estabelecidas, realizam as atividades e colhem dados”. (FILHO,2014)

3) C: De “*Check*”, que é checar. Após a implementação do plano de ação, é essencial avaliar os resultados obtidos pelas etapas anteriores e compará-los com as metas determinadas na primeira fase do PDCA. É essencial que se certifique que os objetivos foram atingidos e se o plano de ação foi eficaz na resolução dos problemas identificados.

Segundo Filho (2014, p.25):

“Esta é uma etapa puramente gerencial, que verifica se o que foi executado está de acordo com as metas estabelecidas. Na etapa anterior, são coletados dados das ações e estes dados são analisados nesta etapa e comparados com o planejado.” (FILHO, 2014)

4) A: “*Action*”, de agir, corrigir. Nesta última etapa do ciclo são conduzidas as ações corretivas dos processos anteriores, com base nas conclusões da etapa de verificação.

Segundo Filho (2014, p.25):

“A atuação é corretiva, ou seja, caso a operação realizada não esteja de acordo com o planejado, deve-se atuar corretivamente com planos de ação para a correção de rumo visando atingir a meta estabelecida”.

O PDCA é um processo cíclico, logo deve-se seguir cada etapa em sua respectiva ordem para que haja efetividade em sua aplicação. Contudo, para que haja utilização do método de forma efetiva, se faz necessário a utilização de ferramentas da qualidade como apoio de cada etapa. (CAMPOS, 2004)

#### 2.2.4 5'S

Segundo Filho<sup>1</sup> (2003 citado por NEVES; LEONI; 2019) A ferramenta 5s é uma técnica japonesa, onde o principal objetivo é criar uma disciplina, padronização e organização, com o efeito de conseguir distinguir os problemas e tomar uma ação para melhoria do ambiente de trabalho. O objetivo do 5S é aprimorar a eficiência e

produtividade do local de trabalho, criando um ambiente mais organizado e seguro para as operações no chão de fábrica.

A nomenclatura "5's" se deve às cinco palavras em japonês, que estruturam as cinco etapas das metodologias, sendo eles: *Seiri* (senso de utilização), *Seiton* (senso de organização), *Seiso* (senso de limpeza), *Seiketsu* (senso de padronização) e *Shitsuke* (senso de disciplina).

Segundo Ribeiro<sup>1</sup> (2004 citado por MENDONÇA et al 2010) Cada etapa da ferramenta obtêm uma finalidade específica para sua execução, nas quais são:

- *Seiri*: A principal finalidade do Seiri é observar tudo que está obsoleto, como materiais, ferramentas, produtos, etc.
- *Seiton*: Tem como função reorganizar e pré-determinar um local para todos os materiais e produtos do setor que será aplicado à ferramenta.
- *Seiso*: Difere a toda limpeza do local, desde balcões, até os equipamentos.
- *Seiketsu*: Seria toda a padronização do ambiente, criando se assim regras e normas para se manter uma rotina, para que nada do que já foi feito sejam apenas uma perda de tempo, os hábitos adquiridos nessa etapa
- *Shitsuke*: O "S" shitsuke foca em monitorar e criar uma disciplina de tudo que foi aplicado, um exemplo disso é preparar os funcionários novos e reciclar os conhecimentos dos funcionários já antigos.

Segundo Mattos e Elais (2009) A implementação inicia-se no chão de fábrica, mas sua repercussão entende-se por toda a empresa. Os benefícios observados são diversos, entre eles:

- Otimização de espaço;
- Eliminação de excessos e obsolências;
- Ganho de tempo na procura e localização utilizado no ambiente;
- Custo operacional e de manutenção praticamente inexistente;
- Redução de acidentes;
- Melhoria no ambiente de trabalho.

A metodologia engloba a eliminação do que é desnecessário dentro do setor, a organização dos itens essenciais, a limpeza e manutenção constante do espaço, a padronização dos processos e a disciplina para se manter o ambiente organizado.

No processo de implementação do 5s é fundamental que toda a equipe envolvida esteja comprometida e motivada a mudança, isso porque, o 5s requer transformações abrangentes, ocorrendo mudanças significativas no dia-a-dia de trabalho. (CAMPOS ET.AL 2005)

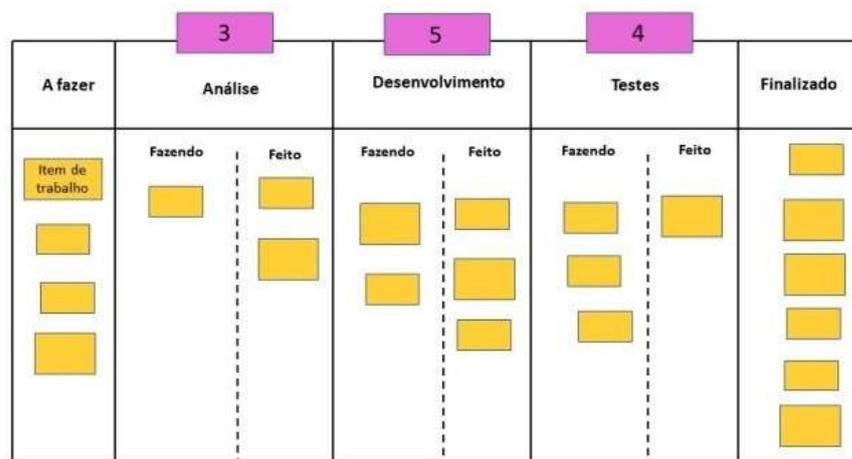
### 2.2.5 Kanban

*Kanban* é uma palavra em japonês, que em português significa cartões visuais. Essa metodologia foi criada em meados de 1960 nas linhas de produção da fábrica de automóveis da Toyota, a ferramenta foi inventada com o intuito de gerenciar estoque através de um esquema de quadros com cartões coloridos para realizar este gerenciamento, mas com o passar no tempo o *Kanban* se estendeu para a gestão de produção nas linhas de montagem. (SILVA E ANASTÁCIO, 2019)

No sistema *Kanban* são dispostos cartões em um quadro, onde são divididos em colunas que representam os diferentes fluxos de trabalho, como “A fazer”, “Em andamento” e “Concluído”. Cada coluna tem a capacidade limitada de cartões, que só podem ser movidos para a próxima coluna quando concluído a atividade e quando há capacidade disponível na próxima etapa. (BRITO, 2013)

A Figura 6 mostra como é a estrutura visual de um quadro *Kanban*:

FIGURA 6 – Quadro *kanban*



Fonte: <https://thomazribas.com/agile/kanban> (2021).

A utilização do *Kanban* traz benefícios significativos dentro das empresas, pois resulta em economia considerável dos gastos, redução de desperdícios e melhor aproveitamento dos recursos econômicos que antes estariam parados em estoque. O sistema *Kanban* permite que a equipe tenha uma visão em tempo real e transparente de todo o trabalho em andamento, desse modo, possibilita a identificação de gargalos, evita sobrecargas e mantém um fluxo contínuo de suas demandas. A medida que as tarefas são concluídas, novos cartões são colocados no quadro, assegurando o fluxcontínuo da ferramenta. (BOEG, 2010)

Ribeiro (1999, citado por SILVA; ANASTÁCIO, 2019) diz que obter resultados excelentes na implementação do método requer conhecimento e análise da produtividade, isso permite concluir que a abordagem adotada é centrada em buscar as habilidades humanas e por meio dela progredir para a melhoria contínua.

#### 2.2.6 Curva ABC

A curva ABC é uma ferramenta amplamente utilizada na manufatura enxuta para categorizar produtos de acordo com o seu valor. A ferramenta se originou através dos conceitos do economista italiano Vilfredo Pareto, que desenvolveu o princípio de Pareto conhecido como a regra de 80/20. O método estabelece que 20% da população detém o maior acúmulo de capital, enquanto os outros 80% possuem menor participação. (FACCHINI, 2019)

Hodiernamente a curva ABC é utilizada como uma técnica de gerenciamento de estoque dentro das indústrias, classificando os itens de acordo com a sua importância em relação ao valor. A análise ABC é usada para identificar e priorizar os itens que possuem maior importância dentro do processo, assim auxiliando em uma melhor obtenção de seus recursos. (VAGO et al, 2012)

Martins (2009, p.211) afirma que:

Essa análise consiste na verificação, em certo espaço de tempo e consumo, em valor monetário ou quantidade, dos itens de estoque, para que eles possam ser classificados em ordem decrescente de importância. Aos itens mais importantes de todos, segundo a ótica do valor ou da quantidade, dá-se a denominação itens classe A, aos intermediários, itens classe B, e aos menos importantes, itens classe C (MARTINS; CAMPOS, 2009, p. 211).

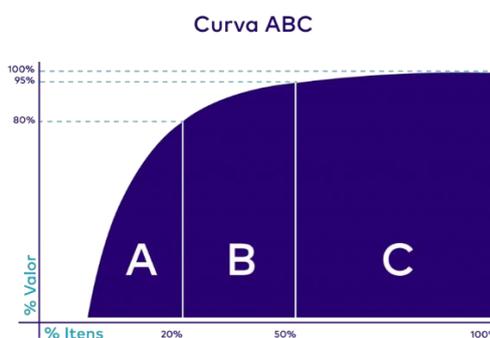
Segundo Dias (1993, citado por FACCHINI; 2019) a classificação da curva ABC se configura em três tipos de categorizações pelo modelo clássico dividindo os itens analisados em três grupos de acordo com o valor de demanda do período, tratando-se de produtos acabados.

Dessa forma Facchini et.al (2019, p.75) complementa que a separação de cada classe da curva é determinada da seguinte maneira

- Classe A: Nesta classificação são priorizados os produtos de maior relevância dentro dos itens analisados, correspondendo em média de 80% do valor monetário e 20% dos itens.
- Classe B: São classificados os itens intermediários da curva em relação ao dinheiro e número de produtos, sendo 15% no valor monetário e 30% dos itens.
- Classe C: Já nessa classificação são categorizados os itens de menos relevância e impacto nos estoques, correspondendo a 5% do valor monetário e 50% dos itens.

A curva, por sua vez, é representada graficamente da seguinte forma:

FIGURA 7 - Curva abc



Fonte: <https://www.mandae.com.br/blog/curva-abc-como-utilizar-na-gestao-de-estoque/> (2021).

Após a curva elaborada, é possível segmentar uma análise mais detalhada dos itens de cada categoria e definir estratégias para a gestão de cada um deles. Lourenço e Castilho (2006, citado por VAGO et. al; 2012) postulam que o método da curva ABC possibilita um controle seletivo do estoque, permitindo uma prática discriminatória de importância. Sendo assim, a utilização da análise ABC abrange as empresas que foquem seus esforços e recursos na gestão dos itens mais relevantes, assim consequentemente, reduzindo custos, otimizando a gestão dos estoques e eliminando desperdícios.

### 2.2.7 Jidoka

O *Jidoka* é um conceito em japonês composto por dois ideogramas: “máquina e “homem”. O método teve suas origens nos primórdios do século XX, quando o visionário fundador do grupo Toyota criou um tear que possuía habilidades de parar automaticamente caso o fio se rompesse. Esse conceito, que poderíamos chamar de automação, refere-se a capacidade de um robô ou máquina executar uma ação, porém com a decisão final tomada pelo ser humano. (MENDES, 2013)

O *Jidoka* combina a automação com o envolvimento humano para garantir um processo mais eficiente e seguro. A máquina é projetada para detectar anomalias, interrupções ou problemas durante uma operação e, em vez de continuar com o funcionamento incorreto, ela para e alerta o operador. Dessa forma, o operador pode intervir, analisar a situação e tomar a decisão das medidas cabíveis diante do contexto para corrigir o problema, isso agregado a multifuncionalidade do operador, permitindo que haja o monitoramento de várias máquinas ao mesmo tempo. (KOSAKA, 2006)

Segundo Ghinato (2006, p.4):

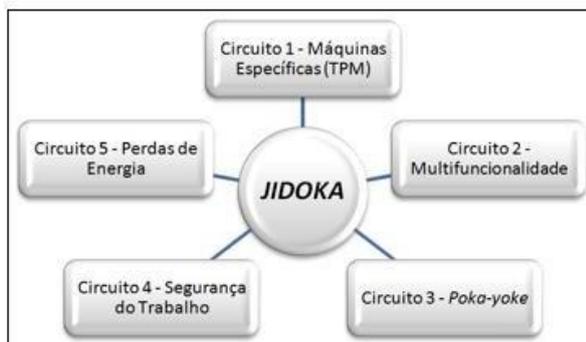
Conforme já definido, jidoka consiste em conceder autonomia ao operador ou à máquina para paralisar o processamento ao menor sinal de anormalidade. Por sua vez, um sistema automatizado deve ser capaz de detectar qualquer anormalidade, decidir sobre a forma de correção adequada e aplicá-la. Um sistema com estas características é normalmente definido como "plenamente automatizado". (GHINATO 2006, p.4)

Segundo Passos Júnior (2004, citado por SILVA; 2015, p.17) esses recursos de referem aos diversos aspectos e processos envolvidos nesse sistema, nos quais são:

- 1° Circuito: Envolve a análise específica de eficiência máquina;
- 2° Circuito: Refere-se à medição do Índice de Multifuncionalidade do sistema considerado e da eficiência específica de utilização da mão de obra;
- 3° Circuito: Redução de defeitos e retrabalhos do sistema produtivo através da implantação de *poka-yoke*;
- 4° Circuito: Segurança Industrial;
- 5° Circuito: Redução de desperdícios energéticos.

A figura a seguir representa de forma ilustrativa os conceitos básicos do *Jidoka*:

FIGURA 8 – *Jidoka*



Fonte: Passos (2004).

Por fim, Mariano, Ricci e Braga (2016 p.5) alegam que o *Jidoka* não apenas contribui apenas para aprimorar o ambiente humano, mas também agregam valor ao produto final, gerando uma diferenciação no mercado. Portanto, a implementação do *Jidoka* nos processos produtivos otimiza as atividades cotidianas, conduzindo a eficiência e qualidade ao seu produto final.

### 2.2.8 Poka-Yoke

A técnica *Poka-Yoke* foi desenvolvida com o intuito de prevenir erros e eliminar os produtos defeituoso dentro de um processo produtivo. O termo *Poka-Yoke* pode ser traduzido como “á prova de erros”, consiste em implementar dispositivos que evitem falhas e que sejam rapidamente detectados e corrigidos, assim aumentando a eficiência da produção e eliminando desperdícios. (PANGARTTE, 2014)

A principal finalidade do *Poka Yoke* é erradicar a chance de erros e falhas, proporcionando maior segurança, eficiência e confiabilidade aos processos, dessa forma, resultando em melhorias na qualidade dos produtos, redução de desperdícios e aumento da produtividade, consequentemente gerando satisfação do cliente. (CONSUL, 2015)

Por tanto, Pangartte (2014) afirma que os sistemas processos devem ser desenhados de maneira a eliminar a probabilidade da ocorrência de erros e que os sistemas *Poka Yoke* podem ser usados de duas formas para corrigir ou prevenir erros:

- Métodos de Advertência: Nesse método, os dispositivos implementados não impedem a parada do processo produtivo, sem ocorrência de defeitos, esse método apenas sinaliza que o problema ocorreu.

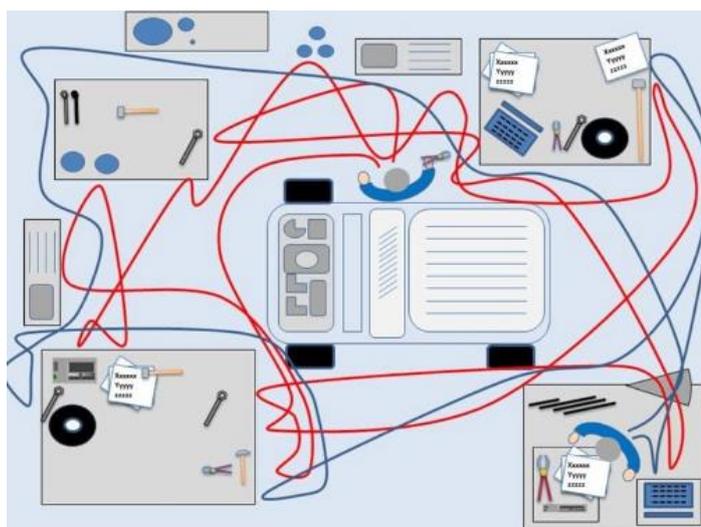
- Métodos de Controle: Se caracteriza por dispositivos mais robustos, comparado ao método de advertência, garantindo que o defeito encontrado não passe para o próximo processo, segregando o produto defeituoso.

Em resumo, o *Poka-Yoke* é uma abordagem preventiva que visa eliminar ou mitigar os erros nos processos por meio de implementação de dispositivos que evitem sua ocorrência. A ferramenta desempenha um papel fundamental na busca por qualidade e excelência operacional, promovendo a confiabilidade e satisfação do cliente. (PASQUINI, 2017)

### 2.2.9 Gráfico de espaguete

O diagrama de espaguete é uma ferramenta visual que evidencia as rotas, tempos e padrões de movimentação no cenário de produção. Sua elaboração ocorre considerando o arranjo físico, no qual são traçados os trajetos específicos de cada colaborador ou produto, acompanhados do tempo requerido para cada deslocamento. (NOVAIS, et.al 2021) A Figura XX mostra como é representado o gráfico de espaguete.

FIGURA 9 – Gráfico de espaguete



Fonte: <https://www.novida.com.br/blog/diagrama-de-espaguete/> (2015).

Novais (2012) ainda ressalta que a importância desse diagrama se manifesta na sua capacidade de contribuir para a redução da movimentação, além de possibilitar a identificação de oportunidades para aprimorar a eficiência nos deslocamentos.

## 2.2.10 5W1H

O 5W1H é uma ferramenta que delinea todas as ações a serem executadas em relação a determinado assunto, assemelhando-se a um checklist para uma atividade específica. Conforme destacado por Polacinski (2012), essa ferramenta consiste em um plano de ação destinado a atividades previamente estabelecidas, requerendo clareza máxima na sua execução. A figura XX mostra como funciona a estrutura deste método.

FIGURA 10 – 5W1H

| O quê?   | Quem?                | Quando? | Onde?                        | Por quê?  | Como?  | Quanto?               |
|--|----------------------|---------|------------------------------|---|--|-----------------------|
| Agenda de revisões periódicas das máquinas                     | Gerente de Qualidade | 02/dez  | Quadro de Horários do setor. | Problemas mais prejudiciais podem ser evitados em maquinário antigo com revisões mais frequentes.   | Fixando um calendário no quadro de horários e marcando revisões mensais para cada máquina. Espalhar as ao longo do mês para não interferir na produção.  | R\$ 10.000,00 mensais |
| Comparação de Custos entre revisões e compra de máquinas novas | Douglas              | 01/jan  | Excel                        | Comprovando que o investimento em máquinas tem um retorno rápido e é mais duradouro que consertá-las frequentemente, pode solicitar a troca das mesmas. | Utilizando-se do histórico de manutenções que foram feitas no último ano e fazendo uma projeção de gastos para os anos futuros com e sem máquinas novas. | Sem custo inicial     |

Fonte: Gomes (2016).

É notável a existência de um plano bastante detalhado para cada ação, que contempla os responsáveis pela sua execução, o local onde será realizada, os prazos estipulados, a importância da ação no âmbito do projeto, os procedimentos necessários, bem como os custos envolvidos na implementação de cada tarefa específica. (GOMES, 2016)

## 2.2.11 Matriz GUT

A matriz GUT é uma ferramenta empregada com o propósito de classificar e pontuar os problemas sob análise e priorizá-los de acordo com os contextos dos problemas. apresentando um processo estruturado composto por três fases distintas. (ALVES, 2017)

Segundo Sotille (2014), a utilização desse método pode ser segmentada em três principais etapas:

- Listagem dos problemas;
- Pontuação dos problemas;
- Classificação dos problemas;
- Tomada de decisão.

Diante desse cenário, considerando a relação de problemas já identificados, torna-se imprescindível uma análise criteriosa, alinhada aos três parâmetros preconizados pela metodologia GUT. A figura a baixo apresenta quais são esses parâmetros. (BRITO, 2017)

FIGURA 11 – GUT

| <b>Variável</b>  | <b>Conceito</b>   |
|------------------|---|
| <b>Gravidade</b> | Considera a intensidade e a profundidade dos danos que o problema pode causar se não se atuar sobre ele |
| <b>Urgência</b>  | Considera o tempo para a eclosão dos danos ou resultados indesejáveis se não se atuar sobre o problema  |
| <b>Tendência</b> | Considera o desenvolvimento que o problema terá na ausência de ação                                     |

Fonte: Meireles (2001)

Na fase subsequente do procedimento, procede-se à atribuição de valores que variam em uma escala crescente de 1 a 5, levando em consideração as características individuais de cada problema. (BRITO, 2017)

FIGURA 12 – GUT

| <b>Nota</b> | <b>Gravidade</b>   | <b>Urgência</b>          | <b>Tendência</b>          |
|-------------|--------------------|--------------------------|---------------------------|
| <b>5</b>    | Extremamente grave | Precisa de ação imediata | Irá piorar rapidamente    |
| <b>4</b>    | Muito grave        | É urgente                | Irá piorar em pouco tempo |
| <b>3</b>    | Grave              | O mais rápido possível   | Irá piorar                |
| <b>2</b>    | Pouco grave        | Pouco urgente            | Irá piorar a longo prazo  |
| <b>1</b>    | Sem gravidade      | Pode esperar             | Não irá mudar             |

Fonte: Periard (2011).

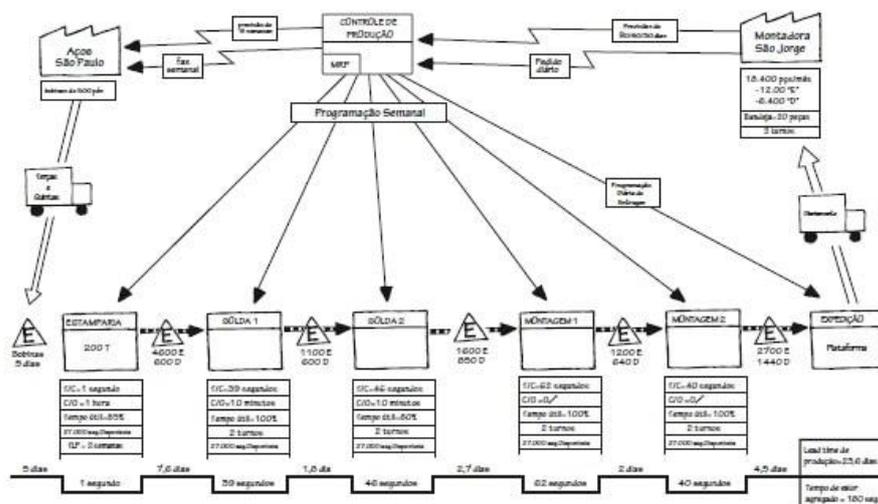
## 2.3 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR – MFV

### 2.3.1 O que é MFV?

O mapeamento de fluxo de valor é uma ferramenta da manufatura enxuta, na qual tem o objetivo possibilitar a visualização do fluxo de informações e materiais de um processo, permitindo que haja uma demonstração desde o pedido de matéria prima para o fornecedor, até a entrega do produto para o cliente final. (Vieira, 2006)

Gonçalves e Miyake (2003) enfatiza que o mapeamento de fluxo de valor é uma ferramenta que fornece a visão geral de todas as etapas do processo produtivo, com base na premissa de que os fluxos físicos e de informação. A sua representação visual é feita através de simbologias específicas, como mostra figura a seguir:

FIGURA 13 – Exemplo de mapa de fluxo de valor



Fonte: Rother e Shook (2003).

Rother e Shook (2003) frisam que para identificar desperdícios e desenvolver um fluxo de valor enxuto, a principal ferramenta é o mapa de fluxo de valor. Sendo assim, MFV é essencial para identificar e eliminar os desperdícios introduzidos dentro do processo produtivo, assim melhorando a sua eficiência, reduzindo os tempos de ciclo e conseqüentemente aumentando a qualidade dos produtos. Já para Vieira (2006) a ferramenta possibilita a redução de *leadtime* de todos os fluxos do processo, sendo vital para se obter um sistema de produção enxuta.

Womack e Jones (2006, citado por VIEIRA; 2006) evidenciam que obter uma perspectiva do fluxo de valor significa levar em conta uma visão holística, não só os processos individuais, mas sim aprimorar o todo e não só otimizar as partes. Pressuposto a isso, para que haja um entendimento da ferramenta, é importante ressaltar o conceito de fluxo de valor na visão da manufatura enxuta.

Rother e Shook (2003) complementam que o fluxo de valor é toda ação (agregando valor ou não) necessárias para trazer um produto por todos os fluxos essenciais, sendo:

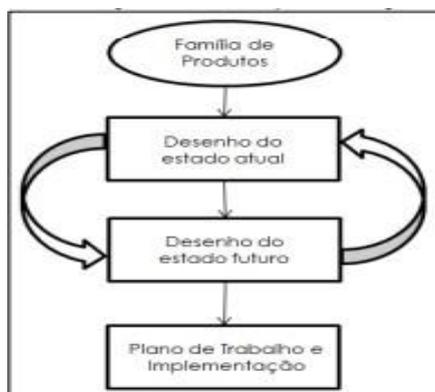
- I. O fluxo de produção desde a matéria prima até os braços do consumidor;
- II. O fluxo do projeto do produto, da concepção até o lançamento.

Ao analisar o fluxo de valor, é possível identificar as atividades que agregam valor ao produto final, sendo elas as atividades essenciais para entender as necessidades do cliente. Essas atividades são chamadas de “atividades que agregam valor” (AV) sendo essas aquelas que direta ou indiretamente contribuem na transformação do produto em si, em uma visão mais prática, é o que o cliente realmente está preocupado em pagar. Já as atividades que não agregam valor (NAV) são aquelas que não contribuem para a transformação do produto, que normalmente são atividades que são consideradas desperdícios e devem ser minimizadas ou eliminadas do processo. (SOUZA, 2014)

Em consonância a isto, a elaboração o MFV envolve um sequenciamento de etapas para analisar e visualizar o fluxo de valor. Segundo Elias, Oliveira e Tubino (2011), o mapeamento do fluxo de valor deve seguir as seguintes etapas:

1. Escolha da família de produtos;
2. Desenho do MFV atual;
3. Desenho do MFV futuro;
4. Realizar e implementar um de plano de ação.

FIGURA 14 – Etapas do mapeamento



Fonte: Rother e Shook (2003).

Uma abordagem ideal para a elaboração do MFV consiste em acompanhar um componente desde a chegada da matéria prima, até a sua saída para a entrega do cliente. A análise deve ser realizada de modo imparcial, com o objetivo de identificar de forma precisa todas as atividades variáveis que podem estar criando possíveis desperdícios. (OLIVEIRA, 2005, citado por; KACH et al, 2014)

### 2.3.2 Família de produtos

Um aspecto que deve ser compreendido para a elaboração do MFV é o processo de selecionar a família de produtos na qual será direcionado o mapeamento. Segundo Marque e Silva (2019) para escolher a família a ser mapeada deve ser levado em consideração os produtos que passam por processos produtivos parecidos, e além disto, deve-se atentar a um produto específico a partir da demanda do cliente.

Com isso, Rother e Shook (2003) propõe a aplicação de uma matriz de família de produtos, como mostra a figura 10 abaixo. A matriz apresenta informações sobre o produto e os processos e máquinas pelos quais cada uma passa, assim segmentando e categorizando a família de produtos.

FIGURA 15 - Matriz de família de produtos

|          | Etapas de Montagem & Equipamentos |   |   |   |   |   |   |   |
|----------|-----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
|          | 1                                 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| PRODUTOS | A                                 | X | X | X |   | X | X |   |
|          | B                                 | X | X | X | X | X | X |   |
|          | C                                 | X | X | X |   | X | X | X |
|          | D                                 |   | X | X | X |   |   | X |
|          | E                                 |   | X | X | X |   |   | X |
|          | F                                 | X |   | X |   | X | X | X |
|          | G                                 | X |   | X |   | X | X | X |

Uma Família de Produtos

Fonte: Rother e Shook (2003).

Rother e Shook (2003, citado por; MENEZES;2003, citado por; FRIGERI;2008) definem quatro níveis de MFV para uma família de produtos:

- Nível por processo: cada etapa individual em um tipo de processo;
- Nível da planta (porta-a-porta): todos os processos que ocorrem dentro da fábrica, compreende desde a expedição do produto final ao cliente até o recebimento de matéria-prima;
- Múltiplas plantas: troca de materiais e informações entre diferentes plantas da mesma empresa;
- Várias empresas: processos de negócios entre empresas diferente

Uma vez que a família de produtos tenha sido escolhida, é necessário proceder o acompanhamento dessa família durante todas as etapas do processo produtivo e realizar uma análise da situação atual. Isso envolve coletar as informações necessárias para a elaboração do mapa atual, como a realização de crono análise dos processos, tempos de setup e movimentos que agregam ou não valor. (RIBEIROE FILHO 2021)

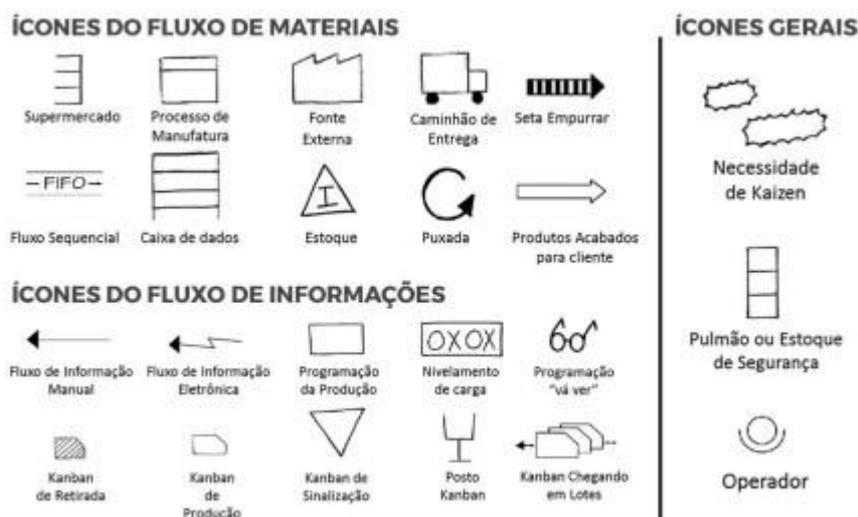
### 2.3.3 Mapeamento estado atual

O mapeamento do estado atual é o alicerce principal para que haja a constatação desses fluxos e o localizar os possíveis gargalos do processo. Dito isso, para alcançar estes objetivos utiliza-se o MFV para a visualização dos fluxos dos processos. Conforme relatado nos outros tópicos, o principal propósito da produção enxuta é garantir o fluxo contínuo de materiais através dos processos, eliminando interrupções e desperdícios, com o objetivo de agregar valor e satisfazer as demandas dos clientes.

Dessa forma, isso implica em considerar os processos de forma abrangente, em vez de apenas isoladamente, buscando melhorias dos processos de forma empírica. (VIEIRA 2006)

O mapeamento do estado atual desempenha um papel fundamental na análise e compreensão do fluxo de informações de um processo, para que essa visualização seja clara e específica, o MFV utiliza simbologias padrões para a representação desses fluxos de informações, onde são colocados todos os dados que integram o processo pelo qual está sendo analisado. (VIEIRA 2006)

FIGURA 16 – Simbologia do mfv



Fonte: Rother e Shook (2003).

Conforme afirmação de Rother e Shook (2003), o fluxo de valor enxuto é a ferramenta mais adequada e importante para o mapeamento do fluxo de valor, apesar de ser considerada simples foi criada e difundida em todo o mundo pelos mesmos, onde aborda: 1) o mapeamento do fluxo de material; 2) o mapeamento do fluxo de informação.

Para Rother e Shook (2003), para a elaboração do mapa do estado atual deve-se conter algumas métricas obrigatórias, sendo elas identificadas dentro das caixas de dados padronizadas. As informações pelas quais devem ser elencadas dentro do mapa são as seguintes:

- Tempo de ciclo (TC): O tempo pelo qual o produto efetivamente é finalizado no processo, sendo o tempo em que o operador leva para percorrer todos os processos até repeti-los novamente. Para obter esse tempo deve ser realizados crono análises;
- Tempo de troca ou tempo de setup (TS): O tempo de setup refere-se ao período necessário para uma nova inicialização das máquinas ou equipamentos utilizados, também devem ser cronometrados e realizados crono análises;
- Inspeção: A inspeção se referêcia pelo controle de qualidade de cada etapa, deve ser cronometrado o tempo em que demora para realizar essas inspeções;
- *Lead Time*: O tempo que uma peça leva para se mover ao longo de todo um processo ou fluxo de valor, desde o começo até o fim.
- Operadores: Quantidade de operadores que trabalham dentro do processo;
- Tempo disponível em um turno de trabalho: Devem ser calculados os tempos em que realmente haja produção, descontando os tempos de parada, como, por exemplo, horário de almoço, reuniões, ginastica elaboral entre outros. O cálculo deve ser realizado da seguinte maneira:

$$\text{Tempo disponível} = \text{Período de trabalho} - \text{Paradas} \quad (1)$$

- *Takt Time*: O "takt time" é a frequência com que você deve produzir uma peça ou produto, baseado nas demandas. O takt time é calculado dividindo-se o tempo disponível de trabalho (em segundos) por turno pelo volume da demanda do cliente (em unidades) por turno.

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{tempo de trabalho disponível por turno}}{\text{demanda do cliente por turno}} \quad (2)$$

Rother e Shook (2003) complementam que ao longo do fluxo de materiais e informações, é possível observar postos pelos quais ocorre o acúmulo de estoque. Esses pontos são de suma importância para ser representado no MFV, uma vez que indica onde o fluxo é interrompido ou que seja um possível gargalo. Utiliza-se o formato de “triângulo de advertência”, como mostra a figura 12, para destacar e localizar a quantidade de estoque entre cada etapa do processo.

FIGURA 17 – Simbologia estoques



Fonte: Rother e Shook (2003).

Após o registro das informações obtidas, é imprescindível que haja a separação do lead time e dos tempos que agregam valor ao produto. Essa separação possibilita que haja uma visualização dos possíveis desperdícios nos processos. Para isso, é utilizado uma espécie de linha do tempo embaixo das caixas de processo, como mostra a figura 13. (ROTHER E SHOOK 2003)

FIGURA 18 – Linha do tempo



Fonte: Rother e Shook (2003).

Ao definir o tempo padrão das operações envolvidas em um processo produtivo através de ferramentas de crono análise e cronometragem, é possível promover o controle do fluxo de valor do processo e possibilitar uma análise de diversas informações, tais como: carga máquina, carga homem, eficiência, produtividade entre outros. (KACH et. al 2014)

#### 2.3.4 Mapeamento estado futuro

O mapeamento do estado futuro propõe realizar um dimensionamento de como deveria ser a realidade do processo para atender as demandas de forma eficaz, com isso, posteriormente a análise do mapa atual ser realizada, é viável alavancar para a elaboração do mapa futuro, incorporando as propostas geradas para eliminar os desperdícios. (VIEIRA, 2006)

Stephani (2021), complementa que:

Com base nos problemas identificados no estado atual, deve-se projetar uma situação futura livre de desperdícios. Com o mapa da situação futura consegue-se enxergar para onde a empresa deve seguir. Esse mapa também utiliza uma simbologia própria, que são determinadas por ícones do fluxo de materiais, fluxo de informação e ícones gerais. (STEPHANI, 2021)

Contudo, para alcançar os objetivos agregados ao estado futuro, é necessário levar em considerações certas questões em sua elaboração. Segundo Rother e Shook (2003), o estado futuro é construído a partir do MFV atual, considerando questões-chaves dos conceitos da manufatura enxuta:

- Produzir de acordo com o *takt time*;
- Desenvolver fluxo contínuo, quando possível;
- Utilizar abastecimentos para controlar a produção;
- Procurar enviar a programação do cliente para apenas um processo de produção;

Com isso, após a montagem do estado futuro, é necessário criar um plano de ação para alcançar o que foi definido no MFV futuro. Para facilitar a implementação de um fluxo de valor enxuto e de forma que consiga atingir o que foi

determinado no estado futuro, deve-se adotar algumas premissas. Uma delas é produzir de acordo com o *takt-time* enxuto, ou seja, alinhar a produção demandada desejada pelo cliente, evitando a fabricação antecipada ou tardia. É essencial que a demanda de pedidos esteja em consonância com o ritmo de produção, a fim de evitar estoques desnecessários, em contrapartida, caso o *takt-time* seja significativamente maior que o tempo de ciclo, pode-se resultar em excesso de produção e conseqüentemente o acúmulo de estoques. (ROTHER E SHOOK 2003) (STEPHANI, 2021)

Por fim, para que ocorra a efetividade do plano de ação no momento em que seja aplicado o estado futuro, é imprescindível haja um olhar holístico de um fluxo contínuo, onde o produto nunca pare de se mover do início ao fim do processo, assim, permitindo que ocorra um fluxo eficiente e que haja a minimização ou eliminação dos desperdícios gerados pelo processo do estado atual. (VIEIRA, 2006)

#### 2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE A REVISÃO

A revisão bibliográfica trouxe a importância da manufatura enxuta elencados aos processos produtivos das indústrias. Este fato reside em promover a eficiência e melhoria contínua em todos os níveis organizacionais, obtendo assim um papel fundamental no destaque das empresas no mercado de comercialização em que está inserido. Dito isso, para que ocorra de forma eficaz a implementação da manufatura enxuta na cultura organizacional das empresas, é imprescindível que seja utilizado as ferramentas de ME.

As ferramentas da manufatura enxuta auxiliam na identificação e solução dos problemas enfrentados no dia-a-dia de uma rotina fabril. A sua utilização fornece uma abordagem estruturada para a identificação das causas raízes dos problemas, permitindo que seja ressaltado as questões específicas de forma eficiente.

Por sua vez, destaca-se a necessidade de se obter uma visão sistêmica de cada processo, para que ocorra a melhoria contínua dentro do chão de fábrica. Uma das ferramentas citadas na revisão que traz esse dimensionamento é o mapeamento de fluxo de valor (MFV). A ferramenta disponibiliza a visualização minuciosa de todo o fluxo de valor, possibilitando a identificação de gargalos e desperdícios, que na rotina corriqueira de produção não é observado. Podendo assim, tornar as tomadas de decisões mais assertivas e eficazes.

### 3 MÉTODOS DE PESQUISA

Neste capítulo foi abordado o método utilizado para a realização desta pesquisa, assim como, a classificação da pesquisa, sua estrutura para o seu planejamento e as ferramentas e técnicas para alcançar os objetivos.

Dessa forma, para a estruturação do método em questão, foi utilizado o livro de Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações para segmentar todas as abordagens do método de pesquisa.

#### 3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Silva e Menezes (2001, citado por FERNANDES; 2021, p.51), ressalta que uma pesquisa corresponde a um conjunto de ações, propostas para encontrar a solução de um problema, as quais possuem como base procedimentos racionais e sistemáticos. Por isso, a monografia em questão elencou de modo pragmático o dimensionamento da pesquisa, caracterização da empresa e seu planejamento de pesquisa.

A figura a seguir representa como foi realizada a classificação da pesquisa deste estudo:

FIGURA 19 – Enquadramento de pesquisa



Fonte: Autor (2023).

O trabalho em análise trata-se de natureza aplicada, onde possui como principal objetivo a resolução de problemas práticos por via da aplicação do MFV, gerando conhecimentos que possam ser aplicados no contexto atual da empresa. A pesquisa aplicada busca gerar conhecimento que possam ser diretamente aplicados na prática, com foco na solução do problema específico. (SILVA E MENEZES, 2005)

Segundo Silva e Menezes (2005) a pesquisa qualitativa contempla a perspectiva de uma interação dinâmica entre o mundo concreto e o indivíduo, ou seja, uma conexão entre a realidade objetiva e a subjetividade do sujeito. Pressuposto a isto, a abordagem do trabalho é alinhada no âmbito de natureza qualitativa, na qual foi elaborada através da aplicação do mapeamento de fluxo de valor como ferramenta de produção enxuta em uma indústria de transformadores.

Já no ponto de vista dos objetivos do estudo, a pesquisa se dá como exploratória, onde através do levantamento bibliográfico foi realizada uma análise com os conhecimentos já publicados sobre a manufatura enxuta, assim, proporcionando maior familiaridade com o problema proposto, tornando-o explícito e contribuindo para hipóteses a partir da compreensão aprofundada do contexto. (GIL, 1991)

Os procedimentos técnicos do estudo foram classificadas como estudo de caso, envolvendo uma investigação minuciosa dos objetivos citados na página 16, permitindo que ao final do projeto tenha-se obtido um conhecimento amplo sobre a manufatura enxuta e mapeamento de fluxo de valor. (GIL, 1991)

## 3.2 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE PESQUISA

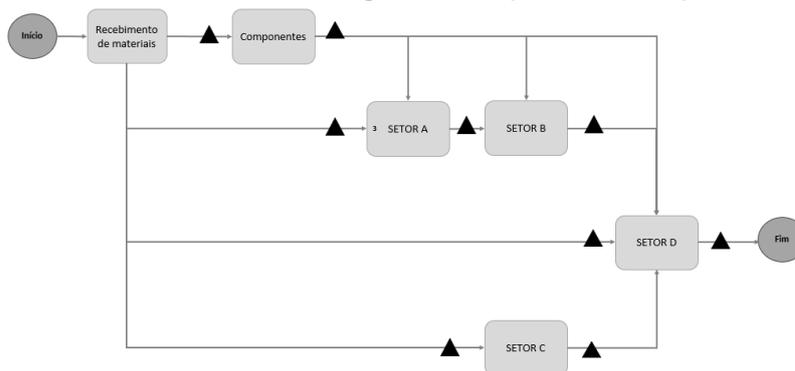
### 3.2.1 A EMPRESA

O presente estudo foi conduzido em uma indústria fabricante de produtos elétricos, localizada no noroeste do Paraná. Fundada em 1962, a empresa está inserida no mercado elétrico a mais de 60 anos, com mais de 50000 funcionários inseridos em suas indústrias. A empresa atua sua comercialização no âmbito nacional e internacional, possuindo uma ampla gama de produtos, sendo eles desde equipamentos de distribuição de energia, até infraestrutura e proteção elétrica.

### 3.2.2 PROCESSO PRODUTIVO

Devido à alta complexibilidade para a produção de um transformador, sua fabricação é composta por uma série de etapas elencadas ao processo, dito isso, o seguinte estudo utilizara a ferramenta de MFV nas etapas de produção do setor A, B, C e D. A figura 15 apresenta o fluxograma dos processos fabris citados.

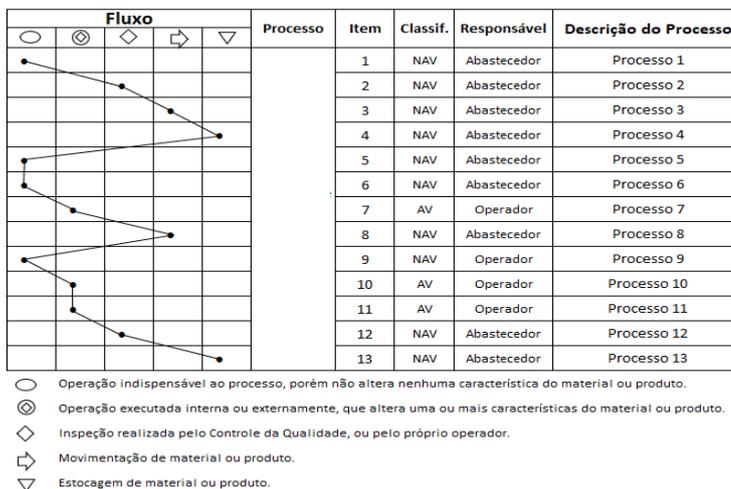
FIGURA 20 – Fluxograma simplificado do processo



Fonte: Autor (2023).

O processo inicia-se pela etapa de fabricação dos produtos do setor A, na qual são produzidas tanto bobinas de fio esmaltado de cobre quanto de chapas de alumínio. Neste processo, os produtos são fabricados de acordo com o pedido do cliente, levando em consideração as normas da ABNT para produtos elétricos. Dito isso, essa etapa é constituída pela produção de produtos de vários tamanhos, sendo alterada de acordo com cada projeto. A figura 16 mostra como é executado o processo das bobinas.

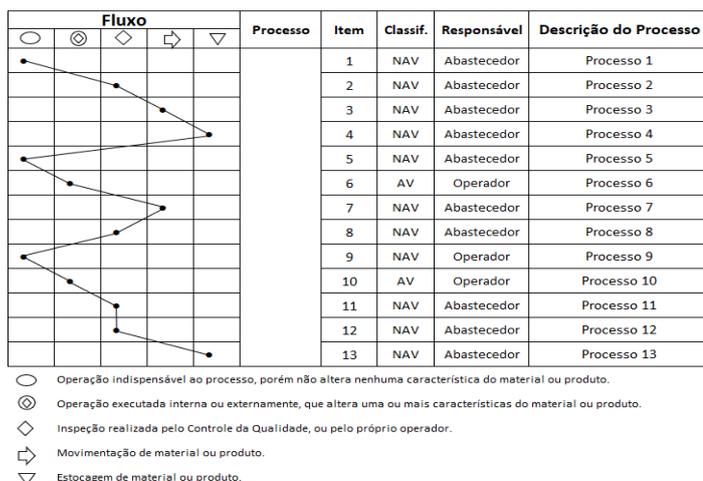
FIGURA 21 – Fluxograma setor A



Fonte: Empresa (2023).

A segunda etapa do processo consiste na fabricação de bobinas tamanhos maiores, responsável por operarem em mais de 1000 volts. Como o processo do setor A, os produtos também são produzidos de acordo com as especificações do cliente, assim, também criando uma variação dos portes. A figura abaixo mostra como é o processo de fabricação:

FIGURA 22 – Fluxograma setor B

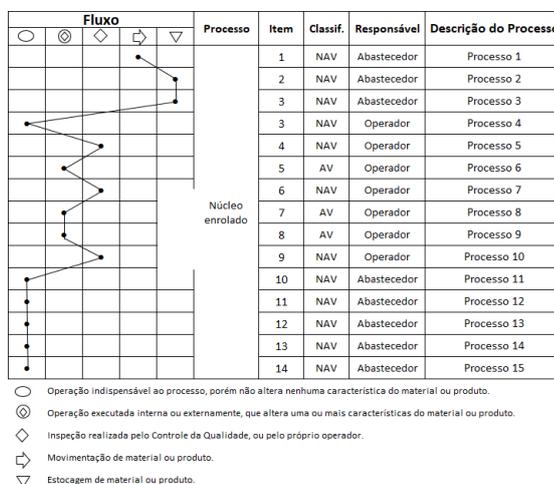


Fonte: Empresa (2023).

Neste contexto, é importante ressaltar que tanto os produtos do setor A, quanto do setor B, são fabricadas por meio de processos que envolvem máquinas semiautomáticas, assim, demandando de intervenções e habilidades dos operadores em sua operação.

Já a terceira etapa é responsável pela fabricação dos núcleos eletromagnética. Este componente é produzido por uma máquina modeladora de chapa de alumínio, na qual realiza a dobragem das chapas de acordo com a programação inserida na máquina. O processo manual é apenas na parte de montagem das chapas. A figura 18 mostra como funciona o processo.

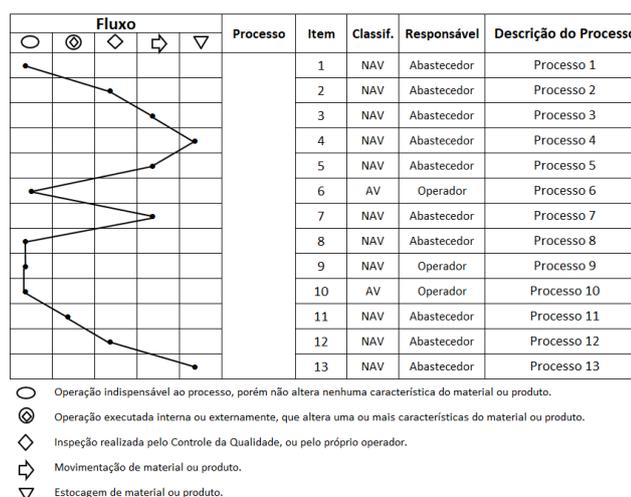
FIGURA 23 – Fluxograma do processo setor C



Fonte: Empresa (2023).

A última etapa do processo é constituída pela montagem na parte ativa do transformador, esta etapa é responsável por unir todos os produtos produzidos nas etapas anteriores, transformando em apenas um componente. Este processo é realizado de forma totalmente manual. A figura 19 representa como é realizado este processo.

FIGURA 24 – Fluxograma do processo setor D



Fonte: Empresa (2023).

Em consonância a isto, deve-se ressaltar que todos os processos citados possuem postos de abastecimentos, os quais ocorrem simultaneamente com a produção. Os operadores que ficam responsáveis por esta função, abastecem os postos de trabalho de acordo com a demanda solicitada por cada operador de máquina, sendo um ponto crucial na execução das atividades de cada setor.

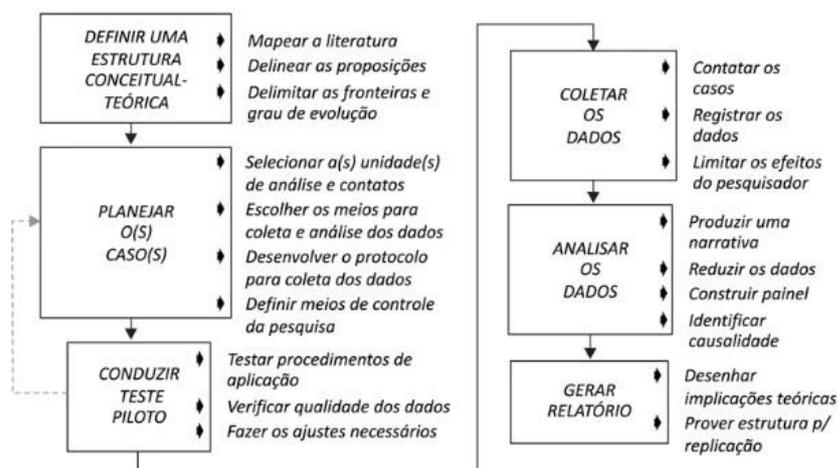
### 3.3 PROTOCOLO DA PESQUISA

#### 3.3.1 Planejamento da pesquisa

Visando alcançar os objetivos propostos, que consiste em implementar o MFV na linha de montagem exposta no tópico 3.2.2, com a finalidade de eliminar os desperdícios elencados ao processo e reduzir o lead time, e, por conseguinte, aumentar a produtividade do setor, foi definido as etapas da pesquisa visando aprimorar a dinâmica de cada fase deste trabalho.

Para a elaboração dessas etapas, foi utilizado os conceitos que segmentam o estudo de caso do livro Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações (CAUCHICK, 2018). Dito isso, a figura a seguir representa como são definidas essas etapas:

FIGURA 25 – Condução de estudo de caso



Fonte: Cauchick (2018).

Em consonância a isto, as etapas desta monografia foram adaptadas para o contexto em que se encontra. A figura 21 mostra como foi definido essas etapas.

FIGURA 26 – Etapas da pesquisa



Fonte: Autor (2023).

### 3.3.1.2 Definição da estrutura conceitual teórica

Nesta etapa, foi realizado a estruturação dos conceitos teóricos sobre a manufatura enxuta e suas ferramentas, que pode ser observado no capítulo 2 – Revisão de literatura. No decorrer da pesquisa, foi relatado as principais características das bases da manufatura enxuta e suas ferramentas, dando ênfase aomapeamento de fluxo de valor, o qual foi implementado por este estudo.

### 3.3.1.3 Planejamento do estudo

O estudo em questão decorrerá sua análise em uma indústria de transformadores, mais especificamente no setor de distribuição, onde são fabricadas as bobinas de baixa tensão, bobinas de alta tensão, núcleos eletromagnéticos e partesativas. Pressuposto a isto, para a realização desta fase, irão ser feitas cinco visitas a empresa, a fim de coletar todas as informações necessárias.

Com o propósito de detectar as informações necessárias para a elaboração deste estudo, deverá ser preenchido um formulário de observação direta, o qual tem como foco mensurar o alinhamento atual de produção e suas condições atuais. A figura 27 elenca como foi realizado.

FIGURA 27 – Formulário de observação direta

| Formulário de observação direta  |
|--|
| 1) É existente na empresa meios de comunicação através de quadros?                                 |
| _____  |
| 2) A cultura da manufatura enxuta é presente na empresa? Se sim, quais ferramentas são utilizadas? |
| _____  |
| 3) São realizados indicadores de produtividade? Se sim, como eles são analisados pela empresa?     |
| _____  |
| 4) A empresa possui um setor específico de processos?  |
| _____  |
| 5) Existe tomadas de tempos dos processos? Se sim, com qual frequência são atualizados?            |
| _____  |

Fonte: Autor (2023).

Com isso, para o desdobramento da coleta de dados e informações foi realizado entrevistas e entrega de questionários para as equipes de trabalho de cadasetor, com a finalidade de mensurar o contexto atual da empresa nos âmbitos

de gestão e produção. Sendo assim, foi diferido categorias de níveis de questionamentos, sendo cada uma delas de acordo com sua posição hierárquica, assim adaptando as entrevistas e questionários de acordo com o público-alvo. Dito isso, os tópicos abaixo definem como foi realizada a categorização do público-alvo:

- I. Nível de operação;
- II. Nível de liderança;
- III. Nível de diretoria.

As perguntas foram elaboradas de acordo com as necessidades de informações específicas de cada nível, com o objetivo de obter os conhecimentos prévios das equipes de trabalho envolvida em todos os âmbitos.

Para a realização da coleta de dados do nível de operação, foi entregue um questionário adaptado para as questões operacionais. Devido aos operadores estarem no *front* da operação, as perguntas foram feitas de acordo com as atividades realizadas na rotina de trabalho, induzindo o operador a elencar as suas principais dificuldades no setor e de quais maneiras eles observam como podem melhorar esses problemas. A figura 28 mostra a estrutura do questionário.

FIGURA 28 – Questionário nível de operação

| Questionário operacional   |
|--|
| 1) Qual a sua função? Como você define o seu trabalho?               |
| 2) Quais dificuldades você enfrenta em sua rotina de trabalho?       |
| 3) Como você realiza a tomada de decisão quando um problema aparece? |
| 4) Você já aplicou melhorias em suas atividades? Se sim, quais?      |
| 5) Existe algum programa de sugestão? (Ex: Eventos Kaizen)           |
| 6) Como o seu trabalho pode ser melhorado?                           |

Fonte: Autor (2023).

Já para a coleta de dados do nível de liderança, foi realizado uma entrevista específica, onde sua meta inicial é obter as informações de como é realizada a gestão da produção e qual o dimensionamento de cada setor. Por isso, para

direcionar a entrevista, foi elencado os seguintes questionamentos:

- A. Qual a quantidade de turnos de trabalho?
- B. Quantos operadores cada turno possui?
- C. Qual a quantidade de máquinas existentes?
- D. Como são separadas as atividades de cada operador?
- E. Qual a demanda média diária de produção?
- F. Como são dimensionados os estoques intermediários?
- G. Hoje, quais são as maiores dificuldades no setor?
- H. Como a liderança enxerga essas dificuldades?
- I. Para esses problemas, como são realizadas as tomadas de decisão?

Após a realização da entrevista com a liderança, seguir-se-á para a última entrevista, que foi realizado com a diretoria. Neste caso, os questionamentos foram específicos, a fim de entender como está o contexto atual da cultura ME. A entrevista também foi induzida a compreender quais são os reais problemas a nível de diretoria, assim permitindo que o estudo englobe todas as dificuldades enfrentadas.

- A. Como você descreveria a cultura organizacional da empresa?
- B. Hoje a empresa utiliza ferramentas de ME no chão de fábrica?  
Sesim, quais?
- C. Quais indicadores são utilizados para dimensionar a efetividade (eficácia + eficiência) da produção?
- D. Como a empresa enxerga esses indicadores?
- E. Quais as maiores dificuldades enfrentadas hoje?
- F. Como a diretoria enxerga esses problemas?
- G. Como são realizadas as tomadas de decisão dos problemas?

Posteriormente à realização das entrevistas, foi realizada a coleta de dados de cada setor, logo, foram cronometrados os tempos de cada processo inseridos nos setores analisados.

Esses tempos foram categorizados em sua análise de acordo com os conceitos do MFV citados na revisão bibliográfica. Os tópicos abaixo elencam como deverão ser categorizados esses dados:

- Tempo de produção em cada processo;
- Tempos de inspeção;
- Tempos de espera;
- Tempo de setup.

Desse modo, a fim de garantir que os dados coletados sejam o mais próximo possível da realidade da produção, foi estabelecido o critério de obtenção de 20 amostras de cada setor. Essa quantidade de amostras visa proporcionar uma representação abrangente e confiável das diferentes variáveis e condições presentes em cada setor.

Uma vez que concluída a coleta de dados, foi realizado cálculos da média aritmética dos valores coletados nas cronometragens. Dessa forma, foi obtido um valor representativo sobre cada amostra, a fim de padronizar os dados e analisar suas tendências.

Pressuposto a isto, os setores que foram analisados possuem etapas de abastecimento em cada linha, acontecendo simultaneamente com a produção, por isso, foi realizado o gráfico de espaguete, a fim de analisar as movimentações executadas pelos operadores de abastecimento.

### 3.3.1.3 Coleta de dados

Nesta etapa foi realizado a coleta de dados elencadas aos setores analisados, levando em consideração os protocolos determinados no planejamento da pesquisa. Com esse propósito, foi utilizado uma planilha específica para registrar os tempos, na qual foram descritos os processos realizados e a sua classificação de acordo com a sua contribuição de valor para o fluxo (AV/NAV). A figura 29 apresenta como foi documentada esta coleta.

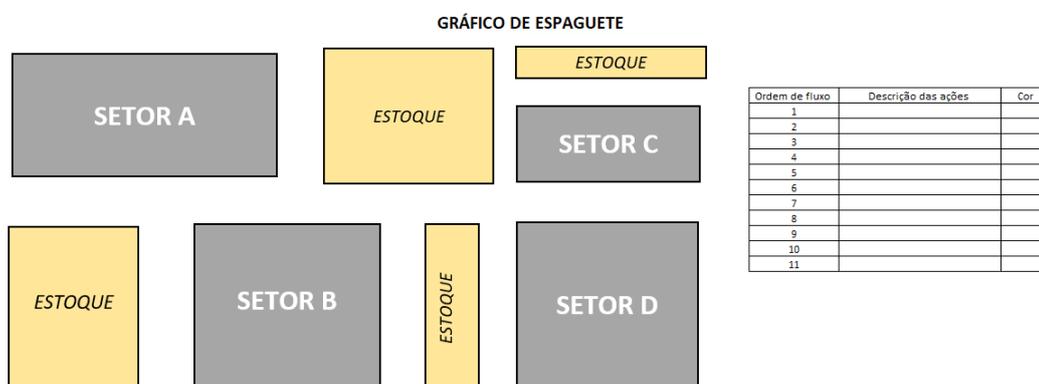
FIGURA 29 – Coleta de tempo

| TOMADAS DE TEMPO        |               |           |                 |          |    |
|-------------------------|---------------|-----------|-----------------|----------|----|
| SETOR:                  |               | MÉDIA NAV |                 | MÉDIA AV |    |
| Descrição dos processos | Cronometragem | Setup     | Tempo de espera | NAV      | AV |
| Amostra 1               |               |           |                 |          |    |
| Amostra 2               |               |           |                 |          |    |
| Amostra 3               |               |           |                 |          |    |
| Amostra 4               |               |           |                 |          |    |
| Amostra 5               |               |           |                 |          |    |
| Amostra 6               |               |           |                 |          |    |
| Amostra 7               |               |           |                 |          |    |
| Amostra 8               |               |           |                 |          |    |
| Amostra 9               |               |           |                 |          |    |
| Amostra 10              |               |           |                 |          |    |
| Amostra 11              |               |           |                 |          |    |
| Amostra 12              |               |           |                 |          |    |
| Amostra 13              |               |           |                 |          |    |
| Amostra 14              |               |           |                 |          |    |
| Amostra 15              |               |           |                 |          |    |
| Amostra 16              |               |           |                 |          |    |
| Amostra 17              |               |           |                 |          |    |
| Amostra 18              |               |           |                 |          |    |
| Amostra 19              |               |           |                 |          |    |
| Amostra 20              |               |           |                 |          |    |

Fonte: Autor (2023).

Em seguida, foram coletados os dados de movimentações do abastecimento das linhas de produção. Para tal ação, foi construído o gráfico de espaguete, a fim de analisar tais movimentações. Para isso, foi realizado o acompanhamento *fulltime* do operador de abastecimento em cada setor, elaborando o gráfico simultaneamente ao acompanhamento. A figura 30 mostra como foi a documentação desta ação.

FIGURA 30 – Gráfico de espaguete



Fonte: Autor (2023).

### 3.1.3.4 Análise dos dados

Posteriormente a conclusão da coleta de dados, o próximo passo foi executar uma análise detalhada dos dados obtidos. Nessa etapa, os dados coletados foram cuidadosamente analisados, a fim de garantir sua integridade e confiabilidade.

Pressuposto a isto, foi utilizado uma planilha de agrupamento dos dados, permitindo uma análise direcionada à montagem do mapa de fluxo de valor. Desse modo, a sintetização das informações proporcionará uma compreensão aprofundada dos processos em questão, segmentando o presente estudo a alcançar os objetivos propostos. A figura 31 mostra como foi realizado o agrupamento destes dados.

FIGURA 31 – Coleta de dados MFV

| COLETA DE DADOS MFV |        |                      |         |                |                |                 |                |
|---------------------|--------|----------------------|---------|----------------|----------------|-----------------|----------------|
| Setor               | Turnos | Número de operadores | Estoque | Demanda Diária | Tempo de ciclo | Tempo de espera | Tempo de Setup |
| A                   |        |                      |         |                |                |                 |                |
| B                   |        |                      |         |                |                |                 |                |
| C                   |        |                      |         |                |                |                 |                |
| D                   |        |                      |         |                |                |                 |                |

Fonte: Autor (2023).

Dessa maneira, com os dados enxugados, deverá ser elaborado uma análise estatística por meio dos gráficos de caixas, a fim de identificar possíveis *outliers* que possam estar entremeados nos dados. Dessa forma, a análise das informações foi mais precisa e assertiva com a realidade do chão de fábrica.

### 3.1.3.5 Implementação do MFV

Uma vez que concluída as etapas anteriores, foi realizado a montagem do mapa de fluxo de valor atual dos setores. Para a sua elaboração irá ser utilizados os conceitos e conhecimentos adquiridos através da revisão bibliográfica e das coletas de dados, realizando de forma visual conforme apresentado na figura 8 citada no tópico 2.3.1.

Após a realização do MFV atual, irá ser analisado e identificados os possíveis desperdícios de cada processo e principalmente quais são os gargalos das linhas de montagem, podendo assim detectar as oportunidades de melhoria no fluxo de valor atual.

Em decorrência da análise do MFV atual, foi elaborado o mapeamento do estado futuro do processo, dimensionando-o de forma que seja o contexto ideal para suprir as demandas de produção e que melhore efetivamente os gargalos encontrados.

Com isso, após embasado as etapas passadas, foi formulado um plano de ação, juntamente as lideranças, a fim de executar tomada de decisões para alcançar ao estado futuro projetado.

## 4 RESULTADO E DISCUSSÕES

Na presente sessão, foi abordado os dados obtidos através da coleta determinada no capítulo de metodologia, assim contendo todas as informações cruciais para a elaboração do MFV. Respectivamente, apresentará o cenário atual dos processos através do MFV atual e as propostas de melhoria que deverão ser incorporadas, a fim de garantir a eliminação de desperdícios e redução do *leadtime* dos processos. Por conseguinte, mostrará o mapa do estado futuro, levando em conta as evoluções propostas.

### 4.1 Planejamento do estudo.

#### 4.1.1 Formulário de observação direta

De acordo com as etapas descritas na metodologia, deverá ser avançado para a elaboração dos formulários e questionários a serem aplicados à equipe envolvida nos processos em análise. Dessa forma, deverá ser obtido as informações necessárias para compreender o panorama da rotina de trabalho inserida na empresa, assim, assegurando o entendimento dos pontos cruciais que afetam o desenvolvimento fabril.

Dito isso, como ponto de partida, iniciará o preenchimento do formulário de observação direta. Através deste questionário, foi registrado todos os aspectos notados durante as visitas realizadas. A figura 32 apresenta a estrutura e desenvolvimento desse formulário em questão.

Figura 32 – Formulário de observação direta respondido

| Formulário de observação direta   |
|---|
| <p>1) É existente na empresa meios de comunicação através de quadros?</p> <p>Sim, todos os setores possuem quadros de comunicação, onde cada um contém todos os calculos de produtividade por hora e observações dos acontecimentos que interferem ao mesmo.</p>  |
| <p>2) A cultura da manufatura enxuta é presente na empresa? Se sim, quais ferramentas são utilizadas?</p> <p>Sim, a manufatura enxuta é presente no cotidiano da empresa, são realizados esporadicamente eventos kaizen nos setores, utiliza-se também a a ferramenta A3 para melhoria continua e alguns setores possuem 5s implementado.</p> |
| <p>3) São realizados indicadores de produtividade? Se sim, como eles são analisados pela empresa?</p> <p>Sim, a produtividade da empresa é analisada diariamente pelos setores, sendo um dos principais indicadores da empresa.</p>   |
| <p>4) A empresa possui um setor específico de processos?</p> <p>Sim, existe um setor de engenharia de processos.</p>  |
| <p>5) Existem tomadas de tempos dos processos? Se sim, com qual frequência são atualizados?</p> <p>Sim, anualmente.</p>   |

Fonte: Autor (2023).

Em consonância a isto, é notório que a filosofia da manufatura enxuta está efetivamente integrada ao cotidiano da empresa. É notório que, alguns princípios da produção enxuta têm sido aplicados em suas operações. A existência de tomadas de tempos realizadas pela empresa, tende a simplificar a elaboração do MFV atual e permite que a análise seja mais assertiva e condizente com a realidade. Essa adoção do ME nos processos, facilita a inserção do mapa de fluxo de valor e das melhorias que foram englobadas a tal.

Outro ponto importante a ser ressaltado, é o fato de a empresa obter um setor especificamente de processos. Esse departamento, com uma equipe em processo, desempenha um papel crucial na análise, obtendo um aprimoramento e acompanhamento contínuo da implementação do MFV.

Essa sinergia entre a filosofia da manufatura enxuta e o setor de processos reforça a cultura de melhoria contínua, permitindo com que as melhorias que foram propostas ao longo desta monografia, sejam evoluídas de forma eficaz e que ao fim deste trabalho, se de continuidade ao contexto que foi proposto.

#### 4.1.2 Questionário nível de operação

O questionário de nível de operação desempenha um papel fundamental na análise do contexto da produção. Por meio das respostas obtidas, foi possível adquirir informações detalhadas dos operadores, na qual, a equipe diretamente envolvida nas atividades diárias da produção. A percepção e experiência dos operadores, são essenciais para identificar possíveis ineficiências e oportunidades de melhoria.

Nesta fase, os questionários de nível de operação, foi distribuído a todos os operadores de cada setor analisado. Devido ao grande número de operadores em cada área, foi elaborado uma tabela compilando os pontos cruciais que se mostraram comuns entre os setores durante o preenchimento do questionário, indicando uma convergência de informações.

Tabela 1 – Questionário de nível de operação

| <i>Respostas do questionário nível de operação</i>                    |   |
|---|---|
| 1) Qual sua função?   |  <b>144</b> Operadores  <b>35</b> Abastecedores  |
| 2) Quais dificuldades você enfrenta em sua rotina de trabalho?        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falhas mecânicas frequentes nas máquinas;</li> <li>• Demora no abastecimento;</li> <li>• Escassez de matéria prima ou suprimentos necessários para produção;</li> <li>• Problemas de manutenção não resolvidos de forma eficaz;</li> <li>• Sobrecarga de trabalho;</li> <li>• Treinamento insuficiente para operar novos equipamentos;</li> <li>• Ambiente de trabalho desorganizado;</li> <li>• Mudança frequente de ordens de produção</li> <li>• Excesso de retrabalho</li> </ul> |
| 3) Como você realiza a tomada de decisão quando um problema acontece? | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aponta para a liderança</li> <li>• Solicita atendimento a fábrica</li> <li>• Identificação de soluções alternativas</li> <li>• Avaliação da gravidade do problema;</li> <li>• Comunicação com a equipe;</li> <li>• Uso de experiencia prévia;</li> <li>• Priorizar segurança.</li> </ul>   |
| 4) Você já aplicou melhorias em suas atividades? Se sim, quais?       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Otimização de processo;</li> <li>• Padronização de procedimentos;</li> <li>• Redução de desperdício;</li> <li>• Aprimoramento da segurança;</li> <li>• Poka-Yoke;</li> <li>• Melhoria na ergonomia;</li> <li>• Manutenção preventiva;</li> </ul>   |
| 5) Existe algum programa de sugestão? (Ex: Eventos Kaizen)            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa de oportunidade de melhoria</li> <li>• Eventos Kaizen</li> <li>• Premiação ao setor que atingir a meta de produtividade</li> <li>• Programa de melhoria contínua</li> <li>• Círculos de qualidade</li> </ul>  |
| 6) Como seu trabalho pode ser melhorado?                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Treinamento contínuo;</li> <li>• Automatização;</li> <li>• Manutenção proativa;</li> <li>• Feedback aberto;</li> </ul>   |

- Gestão de estoque;
- Adquirir equipamentos modernos;
- Colaboração interdepartamental.

Fonte: Autor (2023).

Por meio das respostas obtidas através do questionário, foi possível identificar que a operação nos setores analisados enfrenta regularmente problemas relacionados a escassez de abastecimento de linha e falta constante de matérias primas para realizar as demandas diárias, essas foram as principais dificuldades elencadas pelos operadores.

Outro ponto relevante a ser citado, é a constante manutenção que ocorre nos maquinários da fábrica. Essa necessidade de manutenção frequente pode impactar diretamente na eficiência operacional e no cumprimento dos prazos de produção.

É evidente que todos esses problemas apontados pelos operadores têm relevância crítica e precisam ser solucionados. Eles representam os principais pontos de paralisação da produção e resultam em desperdícios, contrariando os princípios da manufatura enxuta. Dito isso, podemos avaliar que essas dificuldades não apenas prejudicam o fluxo operacional, mas também ampliam os desafios diários no chão de fábrica.

Em contra partida, é importante ressaltar que a empresa possui um sistema acessível de programas de melhorias que envolvem os operadores na resolução dos problemas operacionais do cotidiano da fábrica. Esse enfoque incentiva uma abordagem eficaz e participativa para a implementação de melhorias, tornando mais viável a obtenção de resultados superiores e fomentando a cultura da melhoria contínua entre a equipe. Portanto, é evidente que as próximas fases deste trabalho foram mais flexíveis e bem recebidas pela equipe.

#### 4.1.3 Questionário nível de liderança

Os questionários de nível de liderança foram distribuídos aos líderes de suas respectivas áreas a serem mapeadas no MFV. O objetivo principal deste questionário é tomar conhecimento do comportamento da liderança no ambiente fabril e, sobretudo, coletar os dados necessários para a elaboração do MFV atual.

Dessa forma, seguindo a sequência da linha de produção, o primeiro questionário é destinado a liderança do setor A. A tabela a seguir apresenta as informações coletadas por meio das respostas fornecidas no questionário.

Tabela 2 – Questionário de nível de liderança setor A.

| <i>Respostas do questionário nível de liderança<br/>Setor A</i> |   |
|---|---|
| A. Qual a quantidade de turnos?                                 | 2 turnos de trabalho  |
| B. Quantos operadores cada turno possui?                        | 1° Turno: 13<br>2° Turno: 13  |
| C. Qual a quantidade de máquinas existentes?                    | 10 máquinas   |
| D. Como são separadas as atividades de cada operador?           | Abastecedor e Operador de máquina   |
| E. Qual a demanda média diária de produção?                     | 300 peças   |
| G. Hoje, quais são as maiores dificuldades no setor?            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• O processo de setup depende de uma peça em particular que é instalada no eixo das máquinas, e o setor mantém um grande estoque dessas peças, resultando em perda de tempo em sua busca.</li> <li>• Falta de matéria prima.</li> <li>• A programação da produção é passada apenas no dia.</li> <li>• Nível de estoque de peças acabadas elevado.</li> </ul> |
| H. Como a liderança enxerga essas dificuldades?                 | A liderança reconhece que existem dificuldades no setor e busca soluções eficazes para abordá-las visando a eficiência operacional. A sintonia entre a liderança e os operadores de chão de fábrica se torna fundamental nesses momentos.   |

|   |   |
|---|---|
| I. Para esses problemas, como são realizadas as tomadas de decisão? | As tomadas de decisão são baseadas em análise, avaliações e planejamento. Nesses momentos é envolvido toda a equipe para garantir que as decisões sejam informadas e eficazes na resolução dos problemas. |
|---|---|

Fonte: Autor (2023).

Neste questionário, pode-se avaliar uma particularidade do setor em relação ao setup. Os operadores acabam desperdiçando tempo procurando o tamanho certo das peças que devem ser encaixadas no eixo, o que pode ter um impacto significativo no desempenho do setor. Além disso, a liderança relatou que, em algumas ocasiões para tentar mitigar este problema, os operadores acabam utilizando peças de tamanhos semelhantes para executar o setup, em vez de usar as peças corretas, assim, impactando diretamente na qualidade do produto final.

Um outro apontamento citado pela liderança é o alto volume de estoque de produto acabado. Como resultado dessa situação, há frequentemente dispensa de operadores no setor e grandes períodos sem produção. Com isso, esse aspecto poderá ser analisado com detalhes no MFV, permitindo uma análise mais aprofundada desta questão.

Por conseguinte, o próximo questionário se refere ao setor B. Na tabela subsequente, estão registradas as informações obtidas a partir das respostas fornecidas no questionário.

Tabela 3 – Questionário de nível de liderança setor B.

| <i>Respostas do questionário nível de liderança Setor B</i> |                              |
|---|------------------------------|
| A. Qual a quantidade de turnos?                             | 2 turnos de trabalho         |
| B. Quantos operadores cada turno possui?                    | 1° Turno: 50<br>2° Turno: 50 |

|   |   |
|---|---|
| C. Qual a quantidade de máquinas existentes?                        | 50 máquinas   |
| D. Como são separadas as atividades de cada operador?               | Abastecedor e Operador de máquina   |
| E. Qual a demanda média diária de produção?                         | 300 peças   |
| G. Hoje, quais são as maiores dificuldades no setor?                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de matéria prima</li> <li>• Mão de obra especializada</li> <li>• Alto tempo de produção</li> <li>• Demora no abastecimento das linhas</li> </ul>                                 |
| H. Como a liderança enxerga essas dificuldades?                     | Enxergamos como uma oportunidade de melhorar como equipe e processo, visando atender todos os requisitos de clientes e manter a excelência operacional.   |
| I. Para esses problemas, como são realizadas as tomadas de decisão? | Como líder de um setor em nossa fábrica, as tomadas de decisão são processos cuidadosos e colaborativos. Valorizamos a transparência, a participação da equipe e a análise de dados ao tomar decisões que impactam nosso setor. |

Fonte: Autor (2023)

Com base nas respostas fornecidas pela liderança do setor B, é possível constatar que esse é um setor enfrenta uma demanda considerável e, ao mesmo tempo, apresenta um *leadtime* de fabricação significativamente longo.

Diante disso, podemos observar que esse cenário indica a necessidade de uma análise aprofundada de suas operações, a fim de identificar oportunidades de melhorar o processo de fabricação e atendimento á demanda de forma mais eficiente.

Por meio do MFV, poderá ser examinado o fluxo operacional do setor, assim facilitando a identificação de oportunidades de aprimoramento e implementação de mudanças que resultarão em maior eficiência do setor.

O próximo questionário se dá pelo do setor C. As respostas correspondentes estão apresentadas na tabela a baixo.

Tabela 4 – Questionário de nível de liderança setor C.

| <i>Respostas do questionário nível de liderança<br/>Setor C</i> |   |
|---|---|
| A. Qual a quantidade de turnos?                                 | 2 turnos de trabalho  |
| B. Quantos operadores cada turno possui?                        | 1° Turno: 12<br>2° Turno: 11  |
| C. Qual a quantidade de máquinas existentes?                    | 4 máquinas  |
| D. Como são separadas as atividades de cada operador?           | Abastecedor e Operador de máquina   |
| E. Qual a demanda média diária de produção?                     | 300 peças   |
| G. Hoje, quais são as maiores dificuldades no setor?            | Alto tempo de setup<br>Estoque de matéria prima elevado<br>Alto índice de descarte de matéria prima<br>Quantidade de setup elevado  |
| H. Como a liderança enxerga essas dificuldades?                 | Como líder de um setor em uma fábrica, eu reconheço que enfrentar dificuldades é parte inerente do processo de produção e gestão. A liderança enxerga essas dificuldades como oportunidades para aprendizado e melhoria contínua. |

|   |  |
|---|--|
|   | Em vez de encará-las como obstáculos intransponíveis, vemos cada desafio como uma chance de aprimorar nossos processos, identificar pontos de eficiência e fortalecer a equipe.                                    |
| I. Para esses problemas, como são realizadas as tomadas de decisão? | Procuramos envolver membros-chave para obter suas perspectivas, sugestões e preocupações. Acreditamos que a diversidade de experiências e conhecimentos contribui para decisões mais robustas e bem fundamentadas. |

Fonte: Autor (2023).

Como mencionado na seção 3.2.2, o setor C possui um modelo de produção distinto dos demais, uma vez que opera com um processo quase completamente automatizado, dependendo especificamente da programação das máquinas.

Ao analisar as respostas fornecidas pela liderança, torna-se evidente que o setor enfrenta desafios relacionados aos ajustes e setup das máquinas, o que impacta adversamente o processo produtivo.

Outro aspecto relevante é a questão da sobra de matéria prima, resultante do processo de fabricação, que acaba gerando excedentes de material, aumentando o estoque e desperdiçando recursos que poderiam ser geridos de maneira mais eficiente.

O último questionário respondido trata-se do setor D. A tabela a baixo apresenta as respostas coletadas juntamente com a liderança.

Tabela 5 – Questionário de nível de liderança setor D

| <i>Respostas do questionário nível de liderança<br/>Setor D</i> |                              |
|---|------------------------------|
| A. Qual a quantidade de turnos?                                 | 2 turnos de trabalho         |
| B. Quantos operadores cada turno possui?                        | 1° Turno: 25<br>2° Turno: 25 |

|   |  |
|---|--|
| C. Qual a quantidade de máquinas existentes?                        | Mão de obra manual   |
| D. Como são separadas as atividades de cada operador?               | Abastecedor e Operador de máquina  |
| E. Qual a demanda média diária de produção?                         | 300 peças  |
| G. Hoje, quais são as maiores dificuldades no setor?                | Falta de matéria prima<br>Dependência dos outros setores<br>Tempo de espera elevado  |
| H. Como a liderança enxerga essas dificuldades?                     | Vemos essas dificuldades como parte integrante do caminho para o sucesso e busca transformar esses desafios em oportunidades de crescimento, promovendo uma cultura organizacional |
| I. Para esses problemas, como são realizadas as tomadas de decisão? | A liderança adota uma abordagem colaborativa, reconhecendo a importância da diversidade de perspectivas e conhecimentos na equipe.   |

Fonte: Autor (2023).

Em concordância com as respostas obtidas, observa-se que o setor D enfrenta desafios relacionados à montagem do produto final. Uma vez que este setor é responsável por unir todas as peças fabricadas pelos setores antecedentes, assim ocorrendo dificuldades na disponibilidade das peças necessárias para a montagem do produto final, resultando em gargalos na linha de produção.

Portanto, no contexto apresentando através das respostas obtidas nos questionários, pode-se observar que todos os setores enfrentam dificuldades relacionados a indisponibilidade de matéria prima e abastecimento das linhas. Este aspecto afeta consideravelmente o *leadtime* da linha como um todo, causando interrupções desnecessárias da fabricação e atrasando os prazos de entrega.

Por fim, com base na análise feita por meio dos questionários, é fundamental considerar todos os aspectos mencionados durante a aplicação do MFV e implementação das melhorias correspondentes. Essa abordagem permitirá a identificação dos pontos críticos que precisam ser aprimorados, assim otimizando os processos de produção, reduzindo custos das linhas e melhorando a eficiência operacional.

#### 4.1.4 Questionário nível de diretoria

O questionário destinado a diretoria tem como objetivo principal esclarecer o funcionamento dos aspectos organizacionais da empresa e a aplicação dos princípios da manufatura enxuta por parte da diretoria. Essa etapa é crucial para compreender como os desafios são abordados em diferentes níveis hierárquicos e como a equipe é motivada pela diretoria.

A tabela abaixo apresenta as respostas coletadas durante a entrevista realizada com a direção da empresa.

Tabela 6 – Questionário de nível de diretoria

|  |
|--|
| <b>A. Como você descreveria a cultura organizacional da empresa?</b>   |
| <i>Resposta:</i> Hoje na empresa possuímos uma equipe multidisciplinar focada em atender todas as metas determinadas.  |
| <b>B. Hoje a empresa utiliza ferramentas de ME no chão de fábrica? Se sim, quais?</b>  |
| <p><i>Resposta:</i> Sim, utilizamos as seguintes ferramentas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kanban</li> <li>• 5's</li> <li>• Kaizen</li> <li>• Balanceamento de linha</li> <li>• PDCA</li> <li>• Método A3.</li> </ul>  |
| <b>C. Quais indicadores são utilizados para dimensionar a efetividade (eficácia + eficiência) da produção?</b>   |
| <i>Resposta:</i> Hoje é utilizado a produtividade individual dos setores como indicador de eficiência e eficácia, a empresa possui uma rígida política por meio dos indicadores de produtividade.  |
| <b>D. Como a empresa enxerga esses indicadores?</b>  |
| <i>Resposta:</i> O indicador de produtividade norteia todas as tomadas de decisão relacionadas a melhoria contínua do processo e determina às áreas as quais devemos concentrar nossos esforços para manter e aprimorar a eficiência operacional. Isso garante que nossas ações estejam alinhadas com o objetivo de maximizar o desempenho e alcançar as metas de produção.  |
| <b>E. Quais as maiores dificuldades enfrentadas hoje?</b>  |
| <i>Resposta:</i> Enfrentamos desafios significativos em nossa fábrica, muitos dos quais impactam diretamente as operações da fábrica. A gestão da cadeia de suprimentos tornou-se mais complexa, lidando com interrupções imprevistas, escassez de materiais e volatilidade nos preços. Nossa equipe de PCP está constantemente ajustando estratégias para garantir uma gestão eficiente dos recursos disponíveis. |
| <b>F. Como a diretoria enxerga esses problemas?</b>  |
| <i>Resposta:</i> Adotamos uma visão estratégica, vendo esses desafios como   |

oportunidades para o crescimento contínuo da fábrica. Incentivando a inovação, investindo em recursos necessários e promovendo uma cultura organizacional adaptativa para enfrentar os desafios de maneira eficaz.

### G. Como são realizadas as tomadas de decisão dos problemas?

*Resposta:* As tomadas de decisão são realizadas em conjunto com a liderança de cada setor, criando prioridades e soluções rápidas e eficientes .

Fonte: Autor (2023).

Nesse cenário, é evidente que a empresa incorpora os princípios manufatura enxuta em seus processos produtivos e demonstra um compromisso com o aperfeiçoamento contínuo, mesmo diante dos desafios enfrentados. Portanto, essa abordagem foi de suma importância na implementação o MFV e na busca pelas melhorias direcionadas à eficiência operacional. A dedicação da empresa a esses princípios contribuirá para o alcance de resultados mais sólidos, processos mais eficazes e uma cultura de melhoria contínua.

#### 4.1.5 Coleta de dados

Nesta fase, procedeu-se à medição do tempo em cada setor analisado. Conforme ditado na seção 3.3.1.3, esse levantamento foi conduzido por meio da coleta de 20 amostras de produtos de cada setor, a fim de garantir a precisão dos dados obtidos. Dessa maneira, obtiveram-se dados referentes ao tempo de ciclo, setup, tempo de espera e inspeção. A figura 33 apresenta os dados coletados referentes ao setor A.

Figura 33 – Tomada de tempo setor A

| TOMADAS DE TEMPO        |                     |           |                 |          |          |  |
|-------------------------|---------------------|-----------|-----------------|----------|----------|--|
| SETOR:                  | A                   | MÉDIA NAV | 00:04:33        | LEADTIME | 00:13:14 |  |
| Descrição dos processos | Cronometragem Geral | Setup     | Tempo de espera | NAV      | AV       |  |
| Amostra 1               | 00:17:14            | 00:04:18  | 00:00:27        | 00:04:45 | 00:12:29 |  |
| Amostra 2               | 00:17:14            | 00:04:23  | 00:00:26        | 00:04:49 | 00:12:25 |  |
| Amostra 3               | 00:19:37            | 00:04:00  | 00:01:07        | 00:05:07 | 00:14:30 |  |
| Amostra 4               | 00:19:37            | 00:04:15  | 00:01:09        | 00:05:24 | 00:14:13 |  |
| Amostra 5               | 00:18:54            | 00:03:37  | 00:00:37        | 00:04:14 | 00:14:40 |  |
| Amostra 6               | 00:18:54            | 00:03:46  | 00:00:45        | 00:04:31 | 00:14:23 |  |
| Amostra 7               | 00:19:08            | 00:04:15  | 00:00:43        | 00:04:58 | 00:14:10 |  |
| Amostra 8               | 00:19:08            | 00:04:31  | 00:00:40        | 00:05:11 | 00:13:57 |  |
| Amostra 9               | 00:17:20            | 00:06:25  | 00:00:48        | 00:07:13 | 00:10:07 |  |
| Amostra 10              | 00:17:20            | 00:06:11  | 00:00:59        | 00:07:10 | 00:10:10 |  |
| Amostra 11              | 00:15:20            | 00:01:30  | 00:00:29        | 00:01:59 | 00:13:21 |  |
| Amostra 12              | 00:18:15            | 00:05:39  | 00:00:35        | 00:06:14 | 00:12:01 |  |
| Amostra 13              | 00:18:39            | 00:02:10  | 00:00:38        | 00:02:48 | 00:15:51 |  |
| Amostra 14              | 00:15:39            | 00:04:51  | 00:00:47        | 00:05:38 | 00:10:01 |  |
| Amostra 15              | 00:15:24            | 00:03:26  | 00:01:03        | 00:04:29 | 00:10:55 |  |
| Amostra 16              | 00:14:49            | 00:02:42  | 00:00:58        | 00:03:40 | 00:11:09 |  |
| Amostra 17              | 00:15:45            | 00:00:24  | 00:00:48        | 00:01:12 | 00:14:33 |  |
| Amostra 18              | 00:18:47            | 00:03:19  | 00:00:59        | 00:04:18 | 00:14:29 |  |
| Amostra 19              | 00:20:14            | 00:03:33  | 00:01:15        | 00:04:48 | 00:15:26 |  |
| Amostra 20              | 00:18:25            | 00:01:31  | 00:00:57        | 00:02:28 | 00:15:57 |  |

Fonte: Autor (2023).

Pode-se observar que o setor A demonstra notável agilidade em seu processo de fabricação comparado aos outros setores. Essa característica desempenha um papel fundamental para a eficiência operacional do setor, assim obtendo um potencial de atender às demandas produtivas com agilidade e flexibilidade.

Em contra ponto a isto, é notório que os tempos de setup são notavelmente estendidos quando comparados ao tempo de fabricação do produto. Dito isso, é importante ressaltar que desta problemática foi citada pela liderança como uma dificuldade que se enfrenta na rotina operacional. Em seguida, a figura a baixo apresenta os dados coletados referentes ao setor B.

Figura 34 – Tomada de tempo setor B

| TOMADAS DE TEMPO        |               |           |                 |          |          |          |
|-------------------------|---------------|-----------|-----------------|----------|----------|----------|
| SETOR:                  | B             | MÉDIA NAV | 00:04:54        |          | LEADTIME | 00:52:26 |
| Descrição dos processos | Cronometragem | Setup     | Tempo de espera | NAV      | AV       |          |
| Amostra 1               | 00:47:52      | 00:02:15  | 00:01:56        | 00:04:11 | 00:43:41 |          |
| Amostra 2               | 00:53:36      | 00:00:53  | 00:06:30        | 00:07:23 | 00:46:13 |          |
| Amostra 3               | 00:35:54      | 00:01:41  | 00:01:31        | 00:03:12 | 00:32:42 |          |
| Amostra 4               | 01:12:36      | 00:01:17  | 00:00:35        | 00:01:52 | 01:10:44 |          |
| Amostra 5               | 00:49:54      | 00:01:17  | 00:00:31        | 00:01:48 | 00:48:06 |          |
| Amostra 6               | 00:34:25      | 00:00:00  | 00:05:09        | 00:05:09 | 00:29:16 |          |
| Amostra 7               | 01:00:56      | 00:01:32  | 00:05:31        | 00:07:03 | 00:53:53 |          |
| Amostra 8               | 00:51:45      | 00:01:06  | 00:04:42        | 00:05:48 | 00:45:57 |          |
| Amostra 9               | 01:12:15      | 00:00:55  | 00:01:54        | 00:02:49 | 01:09:26 |          |
| Amostra 10              | 00:48:24      | 00:01:24  | 00:05:36        | 00:07:00 | 00:41:24 |          |
| Amostra 11              | 00:59:32      | 00:01:48  | 00:04:53        | 00:06:41 | 00:52:51 |          |
| Amostra 12              | 00:44:13      | 00:01:38  | 00:00:38        | 00:02:16 | 00:41:57 |          |
| Amostra 13              | 00:58:41      | 00:00:55  | 00:06:51        | 00:07:46 | 00:50:55 |          |
| Amostra 14              | 01:16:00      | 00:01:20  | 00:02:51        | 00:04:11 | 01:11:49 |          |
| Amostra 15              | 00:43:12      | 00:00:58  | 00:01:05        | 00:02:03 | 00:41:09 |          |
| Amostra 16              | 01:05:34      | 00:01:48  | 00:02:38        | 00:04:26 | 01:01:08 |          |
| Amostra 17              | 00:57:42      | 00:01:53  | 00:03:46        | 00:05:39 | 00:52:03 |          |
| Amostra 18              | 00:51:19      | 00:02:57  | 00:01:52        | 00:04:49 | 00:46:30 |          |
| Amostra 19              | 01:18:20      | 00:01:24  | 00:06:25        | 00:07:49 | 01:10:31 |          |
| Amostra 20              | 01:24:36      | 00:01:42  | 00:04:25        | 00:06:07 | 01:18:29 |          |

Fonte: Autor (2023).

Figura 35 – Tomada de tempo setor C

| TOMADAS DE TEMPO        |               |          |                 |          |          |
|-------------------------|---------------|----------|-----------------|----------|----------|
| SETOR: C                | MÉDIA NAV     | 00:06:09 |                 | LEADTIME | 00:18:33 |
| Descrição dos processos | Cronometragem | Setup    | Tempo de espera | NAV      | AV       |
| Amostra 1               | 00:20:39      | 00:01:17 | 00:01:20        | 00:02:37 | 00:18:02 |
| Amostra 2               | 00:25:41      | 00:04:25 | 00:01:14        | 00:05:39 | 00:20:02 |
| Amostra 3               | 00:15:48      | 00:03:14 | 00:00:56        | 00:04:10 | 00:11:38 |
| Amostra 4               | 00:27:53      | 00:01:45 | 00:00:45        | 00:02:30 | 00:25:23 |
| Amostra 5               | 00:29:16      | 00:06:32 | 00:00:32        | 00:07:04 | 00:22:12 |
| Amostra 6               | 00:18:24      | 00:01:35 | 00:01:37        | 00:03:12 | 00:15:12 |
| Amostra 7               | 00:32:51      | 00:05:19 | 00:03:40        | 00:08:59 | 00:23:52 |
| Amostra 8               | 00:23:17      | 00:04:41 | 00:04:15        | 00:08:56 | 00:14:21 |
| Amostra 9               | 00:21:49      | 00:06:39 | 00:00:25        | 00:07:04 | 00:14:45 |
| Amostra 10              | 00:16:37      | 00:01:41 | 00:01:30        | 00:03:11 | 00:13:26 |
| Amostra 11              | 00:19:48      | 00:02:28 | 00:00:39        | 00:03:07 | 00:16:41 |
| Amostra 12              | 00:27:34      | 00:07:12 | 00:02:10        | 00:09:22 | 00:18:12 |
| Amostra 13              | 00:38:21      | 00:03:19 | 00:01:51        | 00:05:10 | 00:33:11 |
| Amostra 14              | 00:41:54      | 00:08:24 | 00:00:26        | 00:08:50 | 00:33:04 |
| Amostra 15              | 00:23:18      | 00:04:33 | 00:00:42        | 00:05:15 | 00:18:03 |
| Amostra 16              | 00:34:25      | 00:06:15 | 00:00:24        | 00:06:39 | 00:27:46 |
| Amostra 17              | 00:31:30      | 00:03:31 | 00:00:19        | 00:03:50 | 00:27:40 |
| Amostra 18              | 00:17:54      | 00:07:06 | 00:00:33        | 00:07:39 | 00:10:15 |
| Amostra 19              | 00:12:27      | 00:07:37 | 00:01:31        | 00:09:08 | 00:03:19 |
| Amostra 20              | 00:14:31      | 00:09:16 | 00:01:18        | 00:10:34 | 00:03:57 |

Fonte: Autor (2023)

Figura 36 – Tomada de tempo setor D

| TOMADAS DE TEMPO        |               |          |                 |          |          |          |
|-------------------------|---------------|----------|-----------------|----------|----------|----------|
| SETOR: D                | MÉDIA NAV     | 00:06:54 |                 |          | LEADTIME | 00:48:54 |
| Descrição dos processos | Cronometragem | Setup    | Tempo de espera | NAV      | AV       |          |
| Amostra 1               | 01:10:21      | 00:02:37 | 00:04:01        | 00:06:38 | 01:03:43 |          |
| Amostra 2               | 00:54:23      | 00:05:25 | 00:03:45        | 00:09:10 | 00:45:13 |          |
| Amostra 3               | 00:58:54      | 00:02:39 | 00:02:31        | 00:05:10 | 00:53:44 |          |
| Amostra 4               | 00:47:39      | 00:03:21 | 00:02:25        | 00:05:46 | 00:41:53 |          |
| Amostra 5               | 00:55:31      | 00:04:09 | 00:01:13        | 00:05:22 | 00:50:09 |          |
| Amostra 6               | 00:52:20      | 00:03:27 | 00:01:12        | 00:04:39 | 00:47:41 |          |
| Amostra 7               | 00:38:21      | 00:07:51 | 00:02:02        | 00:09:53 | 00:28:28 |          |
| Amostra 8               | 00:53:35      | 00:04:20 | 00:01:33        | 00:05:53 | 00:47:42 |          |
| Amostra 9               | 00:49:43      | 00:03:34 | 00:01:36        | 00:05:10 | 00:44:33 |          |
| Amostra 10              | 00:56:58      | 00:02:26 | 00:02:13        | 00:04:39 | 00:52:19 |          |
| Amostra 11              | 00:52:23      | 00:04:02 | 00:00:45        | 00:04:47 | 00:47:36 |          |
| Amostra 12              | 00:57:31      | 00:03:13 | 00:01:05        | 00:04:18 | 00:53:13 |          |
| Amostra 13              | 00:53:16      | 00:06:04 | 00:03:16        | 00:09:20 | 00:43:56 |          |
| Amostra 14              | 00:56:12      | 00:08:50 | 00:01:47        | 00:10:37 | 00:45:35 |          |
| Amostra 15              | 01:04:58      | 00:01:23 | 00:03:44        | 00:05:07 | 00:59:51 |          |
| Amostra 16              | 00:47:13      | 00:03:38 | 00:03:03        | 00:06:41 | 00:40:32 |          |
| Amostra 17              | 00:52:34      | 00:08:23 | 00:02:52        | 00:11:15 | 00:41:19 |          |
| Amostra 18              | 00:59:17      | 00:03:14 | 00:04:42        | 00:07:56 | 00:51:21 |          |
| Amostra 19              | 01:19:31      | 00:04:31 | 00:04:42        | 00:09:13 | 01:10:18 |          |
| Amostra 20              | 00:55:18      | 00:02:08 | 00:04:12        | 00:06:20 | 00:48:58 |          |

Fonte: Autor (2023).

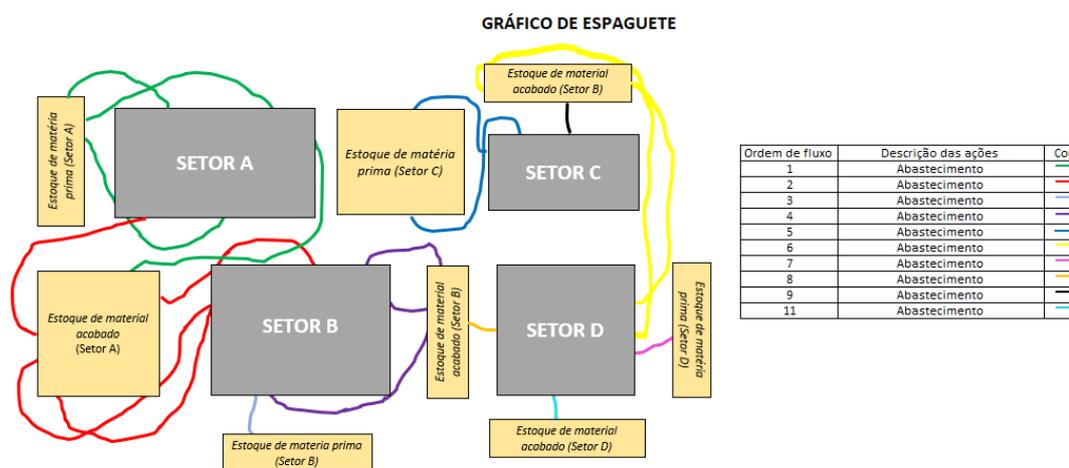
Tendo em vista as tomadas de tempo coletadas do processo, podemos observar que cada setor possui uma característica específica referente ao seu tempo de ciclo, o que pode impactar pontualmente na eficiência e produtividade da linha de produção como um todo.

Dito isso, torna-se evidente que cada setor possui sua própria dinâmica em seus processos de fabricação, com diversas variáveis que exercem influência direta sobre o seu tempo de ciclo. Um dos aspectos críticos mencionados tanto pela liderança quanto pelos operadores é a questão do abastecimento das linhas de produção.

A liderança tem expressado preocupações quanto a demora no abastecimento, e esse é um ponto em comum que pode ser identificado na análise das tomadas de tempo. É notável que o tempo de espera encontra-se consideravelmente alto em todos os setores, o que pode ser uma consequência direta das preocupações levantadas pela liderança e os operadores acerca da demora no abastecimento.

Por conseguinte, seguimos para a próxima etapa que se dá pela execução do gráfico de espaguete referente ao abastecimento dos setores. Esta fase do projeto é importante para identificarmos os possíveis desperdícios relacionados à movimentação de abastecimento das linhas, assim garantindo a visualização do fluxo operacional como um todo e garantindo a redução dos desperdícios agregados à produção. A figura 37 apresenta o gráfico de espaguete realizado nas linhas.

Figura 37 – Gráfico de espaguete



Fonte: Autor (2023).

Com base nas informações coletadas para a criação do gráfico de espaguete, fica evidente que o processo de abastecimento apresenta múltiplos percursos desnecessários, o que, ao longo do tempo, pode exercer um impacto gradual na eficiência operacional da linha de produção.

Essa condição tem o potencial de desencadear uma série de consequências negativas em todo o fluxo operacional de produção, sendo, possivelmente, uma das principais causas do prolongado tempo de espera observado na análise de tomada de tempo.

Outro aspecto importante é a movimentação desordenada entre o setor A e B, como mostrado no gráfico, existem várias saídas entre os estoques de matéria prima e material acabado, podendo assim resultar na ineficiência significativa no processo de produção, no qual poderia obter apenas um fluxo de entrada e saída de cada estoque. A falta de lógica clara na movimentação de materiais pode ocasionar em atrasos, erros e perdas de tempo, afetando significativamente a produtividade dos setores.

Portanto, a análise e melhoria desse fluxo entre setores são cruciais para melhorar a eficiência operacional e reduzir os desperdícios agregados a esta operação. Isso pode envolver a revisão de layout, padronização do fluxo de entrada e saída dos estoques e definição de procedimentos mais claros para a movimentação de materiais.

## 4.2 Análise dos dados (Construção do MFV atual)

### 4.2.5 MFV Atual

Para a elaboração do MFV atual da fábrica, a primeira etapa a ser realizada foi a separação da família de produto. Nessa fase, foi identificado e classificado os produtos fabricados pela empresa em grupos com características e processos de produção semelhantes, a fim de proporcionar uma análise precisa e eficaz do fluxo de valor. A figura 38 apresenta a classificação da família de produto que foi analisado neste trabalho.

Figura 38 – Família de produtos

| <b>FAMÍLIA DE PRODUTOS</b> |         |         |         |         |
|----------------------------|---------|---------|---------|---------|
|                            | Setor A | Setor B | Setor C | Setor D |
| Produto 1                  | X       | X       | X       | X       |
| Produto 2                  | X       | X       | X       | X       |
| Produto 3                  | X       | X       | X       | X       |
| Produto 4                  |         |         |         |         |
| Produto 5                  | X       | X       | X       | X       |
| Produto 6                  |         |         |         |         |
| Produto 7                  | X       | X       | X       | X       |
| Produto 8                  |         |         |         |         |
| Produto 9                  | X       | X       | X       | X       |
| Produto 10                 | X       | X       | X       | X       |

Fonte: Autor (2023).

Assim, após a definição da família de produtos, procedeu-se á compilação dos dados para a construção do MFV atual. Desta maneira, foi utilizado as informações obtidas por meio dos questionários e cronometragem dos processos, os dados relevantes foram reunidos e organizados na tabela a baixo.

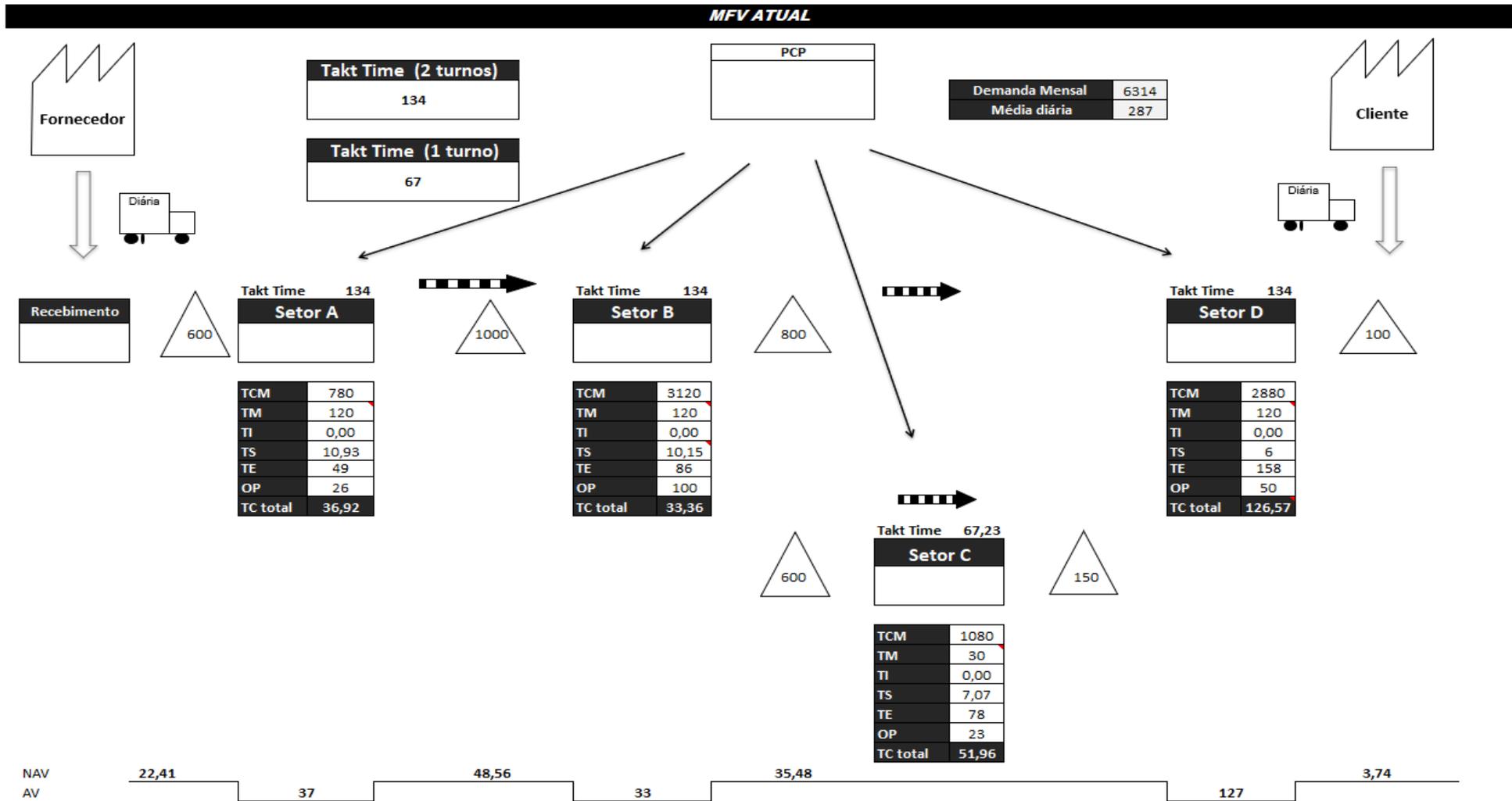
Figura 39 – Compilação dos dados

| <b>COLETA DE DADOS MFV</b> |        |                      |         |                |                |                 |                |
|----------------------------|--------|----------------------|---------|----------------|----------------|-----------------|----------------|
| Setor                      | Turnos | Número de operadores | Estoque | Demanda Diária | Tempo de ciclo | Tempo de espera | Tempo de Setup |
| A                          | 2      | 26                   | 800     | 287            | 13 minutos     | 49 segundos     | 224 segundos   |
| B                          | 2      | 100                  | 1000    | 287            | 52 minutos     | 86 segundos     | 208 segundos   |
| C                          | 1      | 23                   | 150     | 287            | 18 minutos     | 78 segundos     | 290 segundos   |
| D                          | 2      | 50                   | 100     | 287            | 48 minutos     | 158 segundos    | 256 segundos   |

Fonte: Autor (2023).

Por conseguinte, com compilação das informações de modo estruturados, prosseguiu-se para a fase de elaboração do MFV atual, a qual englobou a identificação de todas as etapas do processo de produção, desde o recebimento de matéria-prima até a entrega do produto final. Por meio deste, foi viabilizado a criação do MFV correspondente ao estado atual, como representado na figura 40.

Figura 40 – MFV Atual



Fonte: Autor (2023).

Figura 41 – Fórmulas para elaboração do MFV Atual

|                  | SETOR A  | SETOR B  | SETOR C  | SETOR D  |
|------------------|--|--|--|--|
| TCM              | $TCM = \text{Tempo de fabricação(em minutos)} * 60$  | $TCM = \text{Tempo de fabricação(em minutos)} * 60$  | $TCM = \text{Tempo de fabricação(em minutos)} * 60$  | $TCM = \text{Tempo de fabricação(em minutos)} * 60$  |
| TM               | $TM = \text{Tempo manual}$   |
| TS               | $TS = \frac{(\text{Tempo médio de setup} * \text{Média de setup realizado})}{\text{Demanda diária}}$   | $TS = \frac{(\text{Tempo médio de setup} * \text{Média de setup realizado})}{\text{Demanda diária}}$   | $TS = \frac{(\text{Tempo médio de setup} * \text{Média de setup realizado})}{\text{Demanda diária}}$   | $TS = \frac{(\text{Tempo médio de setup} * \text{Média de setup realizado})}{\text{Demanda diária}}$                                       |
| TE               | $TE = \text{Tempo de espera}$  |
| TC               | $TC \text{ TOTAL} = \frac{TCM + TM + TS + TE}{\text{Número de operadores}}$                            | $TC \text{ TOTAL} = \frac{TCM + TM + TS + TE}{\text{Número de operadores}}$                            | $TC \text{ TOTAL} = \frac{TCM + TM + TS + TE}{\text{Número de operadores}}$                            | $TC \text{ TOTAL} = \frac{TCM + TM + TS + TE}{\left(\frac{\text{Número de operadores}}{\text{Quantidade de operadores por posto}}\right)}$ |
| TEMPO DISPONÍVEL | $TD = \text{Quantidade de turnos} * \text{Horas trabalhadas} * \text{Produtividade}$                   | $TD = \text{Quantidade de turnos} * \text{Horas trabalhadas} * \text{Produtividade}$                   | $TD = \text{Quantidade de turnos} * \text{Horas trabalhadas} * \text{Produtividade}$                   | $TD = \text{Quantidade de turnos} * \text{Horas trabalhadas} * \text{Produtividade}$   |
| TAKT TIME        | $TAKT \text{ TIME} = \frac{\text{Tempo disponível por dia (em horas)} * 36000}{\text{Demanda diária}}$ | $TAKT \text{ TIME} = \frac{\text{Tempo disponível por dia (em horas)} * 36000}{\text{Demanda diária}}$ | $TAKT \text{ TIME} = \frac{\text{Tempo disponível por dia (em horas)} * 36000}{\text{Demanda diária}}$ | $TAKT \text{ TIME} = \frac{\text{Tempo disponível por dia (em horas)} * 36000}{\text{Demanda diária}}$                                     |

Fonte: Autor (2023).

Figura 42 – Fórmulas para elaboração do MFV Atual

|                  | SETOR A  | SETOR B   | SETOR C  | SETOR D   |
|------------------|--|---|--|---|
| TCM              | $TCM = 13 * 60 = 780 \text{ seg}$  | $TCM = 52 * 60 = 300 \text{ seg}$   | $TCM = 18 * 60 = 1080 \text{ seg}$                                     | $TCM = 48 * 60 = 2880 \text{ seg}$  |
| TM               | $TM = 120 \text{ seg}$   | $TM = 120 \text{ seg}$  | $TM = 30 \text{ seg}$  | $TM = 120 \text{ seg}$  |
| TS               | $TS = \frac{(224 * 14)}{287} = 10,93 \text{ seg}$                          | $TS = \frac{(208 * 14)}{287} = 10,15 \text{ seg}$                           | $TS = \frac{(290 * 14)}{287} = 6 \text{ seg}$                          | $TS = \frac{(256 * 14)}{287} = 7,07 \text{ seg}$  |
| TE               | $TE = 49 \text{ seg}$  | $TE = 86 \text{ seg}$   | $TE = 78 \text{ seg}$  | $TE = 158 \text{ seg}$  |
| TC TOTAL         | $TC \text{ TOTAL} = \frac{780 + 120 + 10,93 + 49}{26} = 36,92 \text{ seg}$ | $TC \text{ TOTAL} = \frac{300 + 120 + 10,15 + 86}{100} = 33,36 \text{ seg}$ | $TC \text{ TOTAL} = \frac{1080 + 30 + 6 + 78}{23} = 51,96 \text{ seg}$ | $TC \text{ TOTAL} = \frac{2880 + 120 + 7,07 + 158}{\left(\frac{50}{2}\right)} = 126,57 \text{ seg}$ |
| TEMPO DISPONÍVEL | $TD = 2 * 8 * 0,67 = 10,72$  | $TD = 2 * 8 * 0,67 = 10,72$   | $TD = 1 * 8 * 0,67 = 5,36$   | $TD = 2 * 8 * 0,67 = 10,72$   |
| TAKT TIME        | $TAKT \text{ TIME} = \frac{10,72 * 36000}{287} = 134,47$                   | $TAKT \text{ TIME} = \frac{10,72 * 36000}{287} = 134,47$                    | $TAKT \text{ TIME} = \frac{5,36 * 36000}{287} = 67,23$                 | $TAKT \text{ TIME} = \frac{10,72 * 36000}{287} = 134,47$  |

Fonte: Autor (2023).

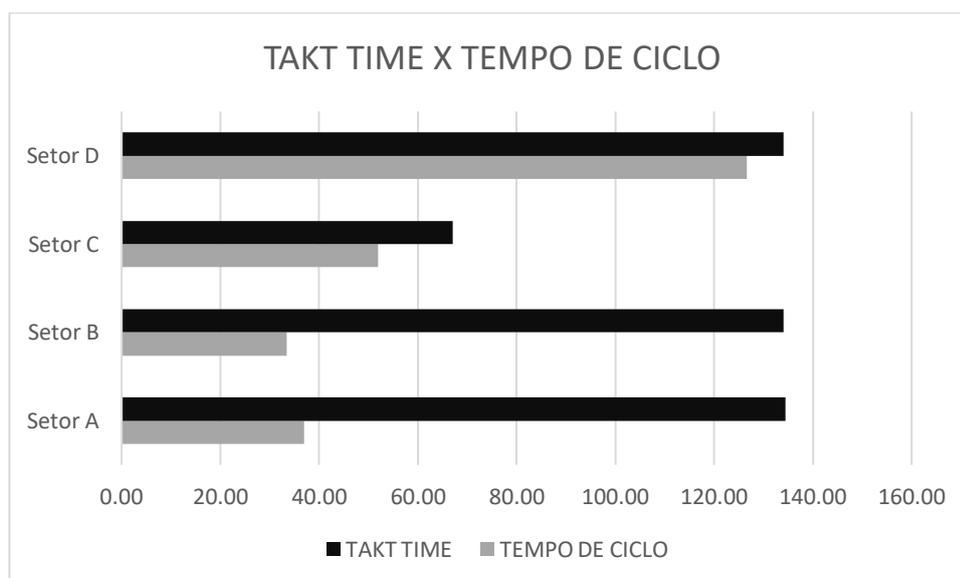
Nesse contexto, é importante destacar que, para a criação do MFV atual, foram necessários cálculos específicos para cada setor, devido às particularidades de suas operações e processos. No caso do setor C, que opera em um único turno de trabalho, foi necessário calcular o tempo de *takt time* de forma individualizada, levando em consideração essa singularidade.

Outro ponto relevante a ser mencionado diz a respeito ao cálculo do tempo de ciclo total do setor D, uma vez que esse setor opera com múltiplos postos de trabalho, nos quais dois operadores atuam simultaneamente. Para isso, foi preciso dividir o número total de operadores pelo número de operadores por postos, a fim de obter o tempo de ciclo adequado.

No que se refere ao tempo disponível em cada setor, o fator multiplicador de eficiência utilizado para calcular o tempo de ciclo foi baseado na média da produtividade atual da empresa, assim garantindo que os dados do mapa sejam o mais preciso da realidade.

Tendo em vista essas considerações, visando uma análise mais aprofundada dos dados obtidos por meio do mapeamento, foi elaborado um gráfico de comparação entre o tempo de ciclo e o *takt time* de cada setor, proporcionando uma representação visual mais clara do fluxo operacional. A figura 43 ilustra o gráfico.

Figura 43 – Takt Time X Tempo de ciclo



Fonte: Autor (2023).

Com base na análise do gráfico, podemos inferir que o alinhamento dos tempos de ciclo com os respectivos *takt time* representa um marco positivo para a empresa. Essa consonância entre a produção e a demanda estabelece as condições ideais para a otimização dos processos, redução de desperdícios e maximização da eficiência operacional. Como resultado, a empresa se posiciona de forma mais competitiva no mercado, garantindo a entrega pontual e uma capacidade de resposta ágil as variações de demanda.

#### 4.3 Identificação de desperdícios

Diante das informações destacadas no MFV atual e das coletas de dados provenientes das entrevistas realizadas, é perceptível que, embora os tempos de ciclo dos setores estejam dentro do limite do *takt time* calculado, há diversas oportunidades de aprimoramento para otimizar o fluxo de produção da empresa. Essas melhorias têm o potencial não apenas de reduzir os desperdícios, mas também de viabilizar um aumento na quantidade de produtos fabricados.

A fim de identificar e obter uma melhor visualização dos desperdícios diagnosticados ao longo desta monografia, foi elencado em uma tabela de correlação quais desperdícios foram encontrados em cada setor. A figura 44 apresenta os desperdícios encontrados.

Figura 44 – Identificação de desperdícios

|                                   | Setor A  | Setor B  | Setor C  | Setor D  |
|-----------------------------------|--|--|--|--|
| <b>Superprodução</b>              | -  | -  | -  | -  |
| <b>Defeitos</b>                   | -  | -  | -  | -  |
| <b>Esperas</b>                    | Tempo elevado de setup   | Demora no abastecimento das linhas   | Quantidade de setup elevado  | Tempo de espera elevado  |
| <b>Transporte</b>                 | -  | -  | -  | -  |
| <b>Processamento inapropriado</b> | Programação da produção é comunicada apenas no dia, prejudicando o fluxo operacional                         | Programação da produção é comunicada apenas no dia, prejudicando o fluxo operacional<br><br>Alto tempo de produção | Programação da produção é comunicada apenas no dia, prejudicando o fluxo operacional | Programação da produção é comunicada apenas no dia, prejudicando o fluxo operacional |
| <b>Estoques</b>                   | Nível de estoque de peças acabadas elevado<br>Falta de matéria prima<br><br>Alto estoque de eixos para setup | Falta de matéria prima   | Estoque de matéria prima elevado   | -  |
| <b>Movimentação</b>               | Alto índice de movimentação de produtos acabados identificado no gráfico de espaguete                        | Alto índice de movimentação de produtos acabados identificado no gráfico de espaguete                              | -  | Alta movimentação de operadores  |

Fonte: Autor (2023).

Após a identificação dos desperdícios, elaborou-se uma matriz GUT para cada setor. Essa abordagem visa determinar a relevância de cada problema, permitindo a priorização dos pontos críticos mais significativos e a implementação das ações necessárias.

Figura 45 – GUT setor A

| SETOR A                                 |           |          |           |           |               |
|---|-----------|----------|-----------|-----------|---------------|
| DESPERDÍCIO                             | GRAVIDADE | URGÊNCIA | TENDÊNCIA | RESULTADO | Classificação |
| Falta de matéria prima                  | 5         | 5        | 5         | 125       | 1°            |
| Alto nível de estoque de peças acabadas | 5         | 5        | 4         | 100       | 2°            |
| Movimentação de peças elevado           | 5         | 4        | 4         | 80        | 3°            |
| Tempo elevado de setup                  | 4         | 4        | 4         | 64        | 4°            |
| Alto estoque de eixos para setup        | 4         | 5        | 3         | 60        | 5°            |
| Programação da produção em atraso       | 3         | 3        | 5         | 45        | 6°            |

Fonte: Autor (2023).

Pode-se observar que o setor A possui como principal problema à escassez de matéria prima para a fabricação de seus produtos, relevado durante a entrevista com a liderança. Nessa interação, foi destacado que ocorrem frequentemente paradas na produção devido à falta de matéria prima. Por ser o primeiro setor na linha de produção, esse cenário impacta diretamente toda a cadeia produtiva da fábrica, podendo resultar em interrupção dos setores subsequentes.

Outro aspecto identificado como ponto crítico, conforme evidenciado na matriz GUT, é o elevado nível de estoque de produtos acabados do setor A. Como indicado pelo mapa atual, o setor possui o menor tempo de fabricação, permitindo a produção de um maior volume de peças e, conseqüentemente, contribuindo para o acúmulo excessivo de estoque.

Figura 46 – GUT setor B

| SETOR B                            |           |          |           |           |               |
|------------------------------------|-----------|----------|-----------|-----------|---------------|
| DESPERDÍCIO                        | GRAVIDADE | URGÊNCIA | TENDÊNCIA | RESULTADO | Classificação |
| Demora no abastecimento das linhas | 5         | 5        | 5         | 125       | 1°            |
| Programação da produção em atraso  | 4         | 5        | 5         | 100       | 2°            |
| Falta de matéria prima             | 4         | 4        | 5         | 80        | 3°            |
| Alto tempo de produção             | 3         | 4        | 4         | 48        | 4°            |
| Movimentação de peças elevado      | 3         | 4        | 3         | 36        | 5°            |

Fonte: Autor (2023).

No setor B, podemos analisar com o resultado da matriz GUT, que se destaca o desperdício na demora do abastecimento das linhas, o que se configura como um elemento crítico com potencial de impactar negativamente a produtividade. Conforme

evidenciado no mapeamento do estado atual, é possível constatar que o setor apresenta um tempo de espera de 86 segundos por peça. Diante desse cenário, considerando a alta demanda diária do setor, essa demora pode exceder um impacto significativo sobre a eficiência produtiva.

Outro aspecto de relevância na análise da matriz GUT é a questão da programação de produção em atraso. Conforme reportado pelos líderes nos questionários, a equipe do chão de fábrica recebe diariamente as informações das ordens de fabricação, o que interfere nas tomadas de decisão e resulta em complicações dentro do fluxo operacional.

Figura 47 – GUT setor C

| SETOR C                           |           |          |           |           |               |
|-----------------------------------|-----------|----------|-----------|-----------|---------------|
| DESPERDÍCIO                       | GRAVIDADE | URGÊNCIA | TENDÊNCIA | RESULTADO | Classificação |
| Estoque de matéria prima elevado  | 5         | 5        | 5         | 125       | 1°            |
| Quantidade de setup elevado       | 5         | 4        | 5         | 100       | 2°            |
| Programação da produção em atraso | 3         | 4        | 5         | 60        | 3°            |

Fonte: Autor (2023).

Ao examinar os resultados da análise GUT, destaca-se a problemática da excessiva quantidade de matéria prima, dessa forma, essa situação não apenas compromete a eficiência operacional do setor C, mas também representa um desperdício de recurso significativo. Por isso, ressalta-se a necessidade premente de estratégias eficazes para otimizar a gestão da matéria-prima e reduzir os níveis de estoque excessivo.

Como discutido na seção 3.2.2, o setor C destaca-se no chão de fábrica devido ao seu processo automatizado, no entanto, essa automação acarreta uma necessidade substancial de setup nas máquinas.

No MFV atual, identificamos que o tempo de setup atinge quase cinco minutos durante sua execução. Ao compararmos esse valor com o tempo de fabricação do produto, estabelecido em dezoito minutos, e considerando a frequência de 30 vezes em que o setup é realizado, constatamos que tal demanda impacta significativamente, representando 27% do tempo total de produção. Essa elevada exigência de setup pode ter repercussões diretas na produtividade do setor, assim como na eficiência global do fluxo operacional na unidade fabril.

Figura 48 – GUT setor D

| SETOR D                         |           |          |           |           |               |
|---------------------------------|-----------|----------|-----------|-----------|---------------|
| DESPERDÍCIO                     | GRAVIDADE | URGÊNCIA | TENDÊNCIA | RESULTADO | Classificação |
| Alta movimentação de operadores | 5         | 4        | 4         | 80        | 1°            |
| Tempo de espera elevado         | 5         | 3        | 4         | 60        | 2°            |
| Falta de matéria prima          | 3         | 3        | 4         | 36        | 3°            |

Fonte: Autor (2023).

Conforme evidenciado na matriz GUT, é perceptível que o setor D enfrenta consideráveis desafios na aquisição das matérias-primas necessárias para a produção. Este cenário, discutido na seção XX, destaca a dependência do setor D em relação às etapas produtivas anteriores, impactando significativamente os tempos de espera e os níveis de estoque. O MFV atual revela que esse setor possui o maior tempo de espera entre todos, potencialmente afetando diretamente seu ciclo de produção.

Diante dos resultados das matrizes GUT, torna-se evidente que muitos dos desperdícios identificados estão presentes em todos os setores da empresa. Essa recorrência representa um desafio significativo para o fluxo de produção como um todo. A uniformidade desses problemas em diferentes setores sugere a necessidade de uma abordagem abrangente para melhorar a eficiência operacional e mitigar esses desperdícios. Essas constatações fornecem uma base sólida para a elaboração do MFV futuro, orientando a implementação de estratégias específicas para otimizar os processos.

Através da criação das matrizes, conseguimos identificar e classificar os principais problemas em cada setor relacionados aos desperdícios destacados. A tabela a seguir apresenta a classificação e a prioridade de cada setor em relação aos problemas identificados.

Tabela 49 – Classificação GUT

| SETOR | 1°                                 | 2°                                       |
|-------|------------------------------------|--|
| A     | Falta de matéria prima             | Alto nível de estoque de produto acabado |
| B     | Demora no abastecimento das linhas | Programação da produção em atraso        |
| C     | Estoque de matéria prima elevado   | Quantidade de setup elevado              |
| D     | Alta movimentação de operadores    | Tempo de espera elevado                  |

Fonte: Autor (2023).

Dessa forma, a partir da análise dos desperdícios encontrados nos setores e dos principais problemas relatados, foi elaborado em plano de ação com a utilização da ferramenta 5W1H para solucionar os desperdícios e aprimorar o fluxo de produção. Para montagem do plano de ação, foi elencado os principais problemas identificados na matriz GUT, levando em consideração os pontos críticos de cada setor individualmente e também dos problemas que permeiam todos os setores igualmente.

Figura 50 – 5W1H

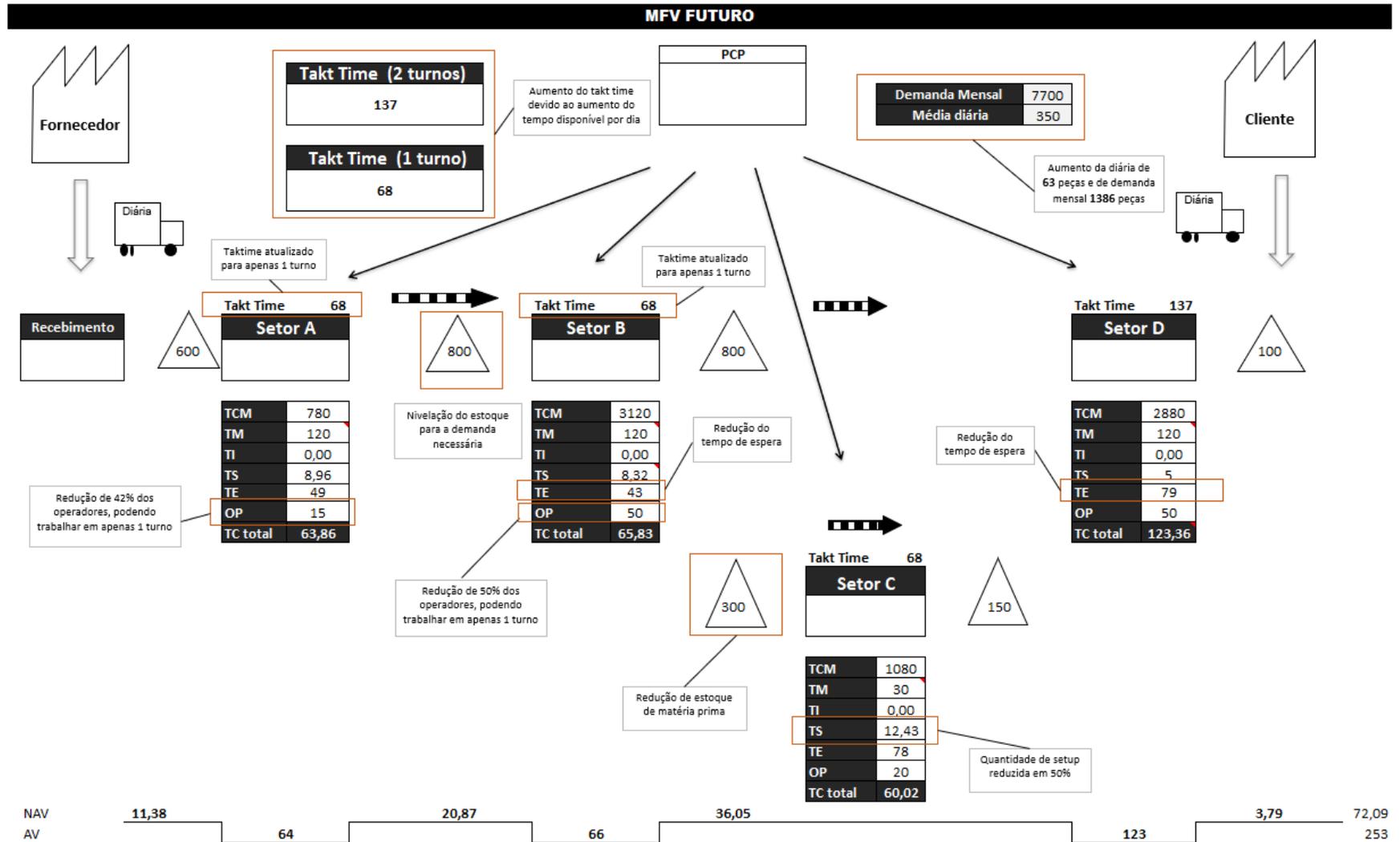
| SETOR | Classificação GUT | Desperdícios                                | 5W  |  |                                     |         |                                     | 1H   |
|-------|-------------------|---|---|--|-------------------------------------|---------|-------------------------------------|--|
|       |                   |   | O que?  | Porque?  | Onde?                               | Quando? | Quem?                               | Como?  |
| A     | 1°                | Falta de matéria prima                      | Conduzir uma análise precisa da demanda, a fim de antecipar de maneira acurada as flutuações nos requisitos de matéria-prima.                 | A fim de evitar interrupções imprevistas na produção.  | Estoque de matéria prima do setor A | jan/24  | Supply chain e PCP                  | Realizar uma previsão de demanda analisando dados históricos de utilização das matérias primas   |
|       | 2°                | Nível de estoque de produto acabado elevado | Desenvolver um plano de produção flexível   | Evitar continuidade de produção excessiva  | Setor A                             | jul/24  | PCP e liderança                     | Alinhar a programação da produção de maneira que atenda as demandas da fábrica de maneira otimizada  |
| B     | 1°                | Demora no abastecimento das linhas          | Reformulação do arranjo físico dos postos de abastecimento, acompanhada de um balanceamento das atividades desempenhadas pelos abastecedores. | Com o objetivo de prevenir possíveis atrasos no fornecimento e garantir a continuidade das linhas de produção. | Abatecimento do setor B             | jan/24  | Engenharia de processos e liderança | Alterar o layout de forma que os estoques fiquem perto das linhas de trabalho e realizar um balanceamento das atividades do abastecimento  |
|       | 2°                | Programação da produção em atraso           | Implementar a prática de D-2  | Para se antecipar do que será produzido, garantindo uma visão clara das demandas                               | Setor B                             | jul/24  | PCP                                 | Estabelecer a programação da produção com 2 dias de antecedência de maneira organizada e eficiente, minimizando contratempos e proporcionando uma preparação adequada.   |
| C     | 1°                | Estoque de matéria prima elevado            | Realizar uma curva ABC do estoque   | Assegurar que o estoque contenha somente os itens que serão efetivamente utilizados                            | Estoque de matéria prima setor C    | jan/24  | Supply Chain e liderança            | Classificar em categorias A, B e C destacando os itens mais significativos, possibilitando uma alocação mais eficiente de recursos   |
|       | 2°                | Quantidade de setup elevado                 | Desenvolver um modelo de programação da produção de modo a minimizar a necessidade de configurações significativas diárias.                   | Diminuir a quantidade de setup e consequentemente aumentar a produtividade do setor                            | Setor C                             | jul/24  | PCP                                 | Otimizar a programação da produção para agrupar o máximo de produtos que compartilham o mesmo setup em uma única ordem de produção.  |
| D     | 1°                | Alta movimentação de operadores             | Realizar um balanceamento dos postos de trabalho  | Para evitar desperdícios de movimentação   | Postos de trabalho setor D          | jan/24  | Engenharia de processos e liderança | Balancear as atividades dos postos de trabalho de acordo com as tarefas dos operadores evitando a ociosidade ou sobrecarga. A prioridade é manter cada operador em um único posto, minimizando ao máximo os deslocamentos entre diferentes atividades. |
|       | 2°                | Tempo de espera elevado                     | Implementar os princípios do JIT para sincronizar as atividades relacionadas ao processo de produção do setor                                 | Diminuir os tempos de espera para se adotar um fluxo contínuo  | Postos de trabalho setor D          | jul/24  | Liderança                           | Estabelecer sistemas de controle visual, como kanbans, para facilitar a visualização e o monitoramento do fluxo de trabalho.   |

Fonte: Autor (2023).

#### 4.4 Projeto de MFV Futuro

Com base nas iniciativas delineadas pelo plano de ação desenvolvido, foi desenvolvido o MFV futuro, incorporando todas as modificações essenciais. A representação visual dessa evolução é ilustrada na figura 51, que detalha o novo mapeamento resultante.

Figura 51 – MFV Futuro



Fonte: Autor (2023).

Figura 52 – Cálculos do MFV Futuro

|                  | SETOR A   | SETOR B  | SETOR C  | SETOR D  |
|------------------|---|--|--|--|
| TCM              | $TCM = 13 * 60 = 780 \text{ seg}$                             | $TCM = 52 * 60 = 300 \text{ seg}$                              | $TCM = 18 * 60 = 1080 \text{ seg}$                             | $TCM = 48 * 60 = 2880 \text{ seg}$                                     |
| TM               | $TM = 120 \text{ seg}$  | $TM = 120 \text{ seg}$   | $TM = 120 \text{ seg}$   | $TM = 120 \text{ seg}$   |
| TS               | $TS = \frac{(224 * 14)}{350} = 8,96$                          | $TS = \frac{(208 * 14)}{350} = 8,32$                           | $TS = \frac{(290 * 15)}{350} = 12,43$                          | $TS = \frac{(256 * 7)}{350} = 5$                                       |
| TE               | $TE = 49$   | $TE = 43$  | $TE = 78$  | $TE = 79$  |
| TC TOTAL         | $TC \text{ TOTAL} = \frac{780 + 120 + 8,96 + 49}{15} = 63,86$ | $TC \text{ TOTAL} = \frac{3120 + 120 + 8,32 + 43}{50} = 65,82$ | $TC \text{ TOTAL} = \frac{1080 + 30 + 12,43 + 78}{20} = 60,02$ | $TC \text{ TOTAL} = \frac{2880 + 120 + 5 + 79}{\frac{50}{2}} = 123,36$ |
| TEMPO DISPONÍVEL | $TD = 1 * 8 * 0,83 = 6,64$                                    | $TD = 1 * 8 * 0,83 = 6,64$                                     | $TD = 1 * 8 * 0,83 = 6,64$                                     | $TD = 2 * 8 * 0,83 = 13,28$  |
| TAKT TIME        | $TAKT \text{ TIME} = \frac{6,64 * 3600}{350} = 68$            | $TAKT \text{ TIME} = \frac{6,64 * 3600}{350} = 68$             | $TAKT \text{ TIME} = \frac{6,64 * 3600}{350} = 68$             | $TAKT \text{ TIME} = \frac{13,28 * 3600}{350} = 137$                   |

Alteração da demanda

Redução da quantidade de setup

Redução de 50% do tempo de espera

Calculo do tempo disponível com produtividade de 83%

Tempo disponível calculado com a produtividade de 83%

Takttime atualizado para apenas 1 turno

Tempo disponível calculado com a produtividade de 83%

Fonte: Autor (2023).

Conforme evidenciado na Análise de Fluxo de Valor (MFV) atual, nenhum setor excedia os tempos de ciclo em comparação ao *takt time*, apresentando uma oportunidade para incrementar a capacidade de produção da fábrica. Diante disso, ao considerarmos os resultados do MFV futuro, observamos um aumento de 18% na demanda mensal em relação ao cenário atual da empresa.

O tempo disponível calculado para o planejamento futuro levou em consideração a meta de produtividade da empresa, estabelecida em 83%, conforme mencionado na seção 1.2. Esse parâmetro resultou em um leve acréscimo no *takt time*, sendo de 2,18% para os setores operando em dois turnos e 1,47% para os setores de um turno de trabalho. Dessa forma, podemos concluir que esse aumento não teve um impacto significativo no fluxo da empresa, considerando os benefícios potenciais em termos de ganhos de produtividade.

Um aspecto relevante a ser destacado é a redução da equipe nos setores A e B. Mesmo diante do aumento na demanda, ambos os setores conseguiram operar com apenas um turno, resultando em uma redução de custos significativa.

Nos setores C, identificamos uma significativa redução de 50% na quantidade de setups anteriormente realizados. Quanto ao setor D, observou-se uma diminuição equivalente de 50% no tempo de espera, evidenciando melhorias substanciais nesse aspecto do processo. Essas otimizações representam avanços concretos nas operações desses setores, contribuindo para uma maior eficiência e produtividade no ambiente fabril.

Portanto, para alcançar o estado desejado no futuro, é imperativo seguir o plano de ação estabelecido. Isso garantirá uma melhoria progressiva nos setores e a integração eficiente da filosofia de melhoria contínua dentro dos processos fabris. Essa abordagem sistemática é essencial para garantir um avanço consistente e sustentável no desempenho operacional da empresa.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A monografia em questão tem como principal objetivo realizar o mapeamento de fluxo de valor em uma indústria de transformadores, a fim de reduzir significativamente o *lead time* dos processos e eliminar os desperdícios encontrados na linha de produção. Neste sentido, o presente estudo proporcionou uma base sólida em sua revisão bibliográfica, com o propósito de obter continuidade aos objetivos discriminados.

Durante a condução deste estudo, foi possível constatar a importância da utilização das ferramentas da manufatura enxuta dentro dos processos fabris. Ao analisar minuciosamente os conceitos da ME, foi observado que a ferramenta de mapeamento de fluxo de valor pode trazer resultados significativos para a produtividade da empresa e qualidade de seus produtos. Assim, desenvolvendo um fluxo de trabalho eficiente, com etapas bem definidas, que permitam maior agilidade e produtividade nas linhas de produção da empresa analisada.

A implementação do Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) revelou-se extremamente eficaz para a empresa, resultando em uma notável redução dos desperdícios identificados ao longo dos processos produtivos. Essa abordagem não apenas contribuiu para a otimização da eficiência operacional, mas também desencadeou um aumento significativo na demanda, alcançando um expressivo acréscimo de 18%.

## **5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTURO**

O projeto em questão alcançou resultados significativos, no entanto, há diversas implementações a serem realizadas para atingir o estado futuro planejado. Nesse contexto, em prol de trabalhos futuros, é recomendável que se prossiga com este projeto, acompanhando de perto a execução das ações necessárias para alcançar o resultado final desejado.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Mariana Rodrigues; DE ANDRADE BELO, Jodibel Niklas; DA SILVA, Bruna Carvalho. **Evento Kaizen: Estudo de caso em uma metalúrgica brasileira**. 2011.

ALVES, R.; KINCHESKI, G. F.; SILVA, V. R.; VECCHIO, H. P.; OLIVEIRA, C. L.; CANCELIER, M. V. L. **Aplicabilidade da Matriz GUT para identificação dos processos críticos: O estudo de caso do departamento de direito da Universidade Federal de Santo Catarina**. In: Colóquio Internacional de Gestão Universitária, XVII, 22 a 24 de novembro, 2017, Mar del Plata, Argentina.

ARAUJO, Cesar Augusto Campos; RENTES, Antônio Freitas. **A metodologia kaizen na condução de processos de mudança em sistemas de produção enxuta**. Revista Gestão Industrial, v. 2, n. 2, 2006.

AYOUGH, Ashkan; FARHADI, Farbod. **How to Make Lean Cellular Manufacturing Work? Integrating Human Factors in the Design and Improvement Process**. IEEE Engineering Management Review, v. 47, n. 1, p. 99– 105, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/EMR.2019.2898952>

BARBIERI, Bruno et al. Manufatura Enxuta: Metodologia A3, Mapeamento de Fluxo de Valor e Kaizen Voltados à Manufatura Enxuta. **Revista Inteligência Competitiva**, v. 8, n. 4, p. 104-120, 2018.

BARTH BARTZ, Ana Paula; WEISE, Andreas Dittmar; RUPPENTHAL, Janis Elisa. **Aplicação da manufatura enxuta em uma indústria de equipamentos agrícolas**. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, v. 21, n. 1, p. 147-158, 2013.

BOEG, Jesper. **Kanban em 10 passos**. Tradução de Leonardo Campos, Marcelo Costa, Lúcio Camilo, Rafael Buzon, Paulo Rebelo, Eric Fer, Ivo La Puma, Leonardo Galvão, Thiago Vespa, Manoel Pimentel e Daniel Wildt. C4Media, p. 27, 2010.

BONDARIK, Roberto; KOVALESKI, João Luiz; PILATTI, Luis Alberto. **Origens e Características do Fordismo**.

BRITO, Thais Farias de. **Análise de manifestações patológicas na construção civil pelo método gut: estudo de caso em uma instituição pública de ensino superior**. 2017.

BRITO, Gabriela Fachine. **Proposta de utilização do kanban e lean para melhoria do gerenciamento de software**. 2013

CAMPOS, Renato et al. **A ferramenta 5S e suas implicações na gestão da qualidade total**. Simpep–Simpósio de Engenharia de Produção, v. 12, p. 685-692, 2005.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. 8. ed. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2004.

CAUCHICK, Paulo Augusto. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. - 3. ed. - Rio de Janeiro, 2018.

CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Manufatura Enxuta na indústria de transformação brasileira**. Brasília, v.71, 2019, p 1-20.

CONSUL, Josiel Teixeira. **Aplicação de Poka Yoke em processos de caldeiraria**. Production, v. 25, p. 678-690, 2015

DATRINHO, Roberto Cezar. **Gestão de recursos materiais e patrimoniais**. 2014  
DENNIS, Pascal. **Produção Lean Simplificada: Um Guia para Entender o Sistema de Produção Mais Poderoso do Mundo**. 2ª edição, Bookman, 2008.

DIAS, M. A. P. **Administração de Materiais - Uma Abordagem Logística - 5a Ed.** Atlas, 1993.

DE NOVAIS, Luiz Fellipe da Silva; DOS SANTOS, Iuri Freire; COSTA, Gabriel De Oliveira. **Uso do Diagrama de Espaguete no Setor de Armazenagem de Matérias-Primas em uma Indústria do Ramo Alimentício em Goiânia-GO**. Encontro Nacional de Engenharia De Produção, 2021.

ELIAS, Sérgio José Barbosa; OLIVEIRA, Mauro Macedo; TUBINO, Dálvio Ferrari. **Mapeamento de Fluxo de Valor: um estudo de caso em uma indústria de gesso**. Revista ADMpg Gestão Estratégica, v. 4, n. 1, 2011.

ERBA, Evelise De Oliveira Leme, JULIANDERSON; De Oliveira Arrabal. **Implementação do sistema de entrega just in time em uma metalurgica fornecedora de autopeças**. 2013

FACCHINI, Eduardo; DA SILVA, Juliano Rubens; LEITE, Vitor Machado. **Curva ABC e estoque de segurança**. South American Development Society Journal, v. 5, n. 13, p. 73, 2019.

FERRAZ, José Augusto de Castro Barbosa. **Manufatura Enxuta: o caso da Becton Dickinson**. Monografia submetida à coordenação de curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Juiz de Fora. UFJF, Minas Gerais, v. 42, 2006.

FILHO, Geraldo Vieira. **Gestão da qualidade Total: uma abordagem prática**. Alínea Editora, Campinas, SP, 2003.

FRIGERI, Mônica. **Análise sobre o mapeamento do fluxo de valor: uma ferramenta do sistema de produção enxuta**. 2008

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente *just-in-time***. 1. Ed. Caxias do Sul: EDUSC, 1996.

GHINATO, Paulo et al. Elementos fundamentais do sistema Toyota de produção. **ALMEIDA, AT; SOUZA, FMC Produção e competitividade: aplicações e inovações**. Recife: UFPE, p. 31-59, 2000.

GHINATO, Paulo. **Elementos fundamentais do Sistema Toyota de Produção**. In: **Produção e Competitividade: Aplicações e Inovações**. Ed.: Almeida & Souza, Editora Universitária da UFPE, Recife.

GHINATO, Paulo. **Jidoka: mais do que pilar da Qualidade**. Lean Way Consulting, 2006.

GHINATO, Paulo. Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time. **Production**, v. 5, p. 169-189, 1995

GOMES, VINÍCIUS GONÇALVES et al. **Aplicação das ferramentas da qualidade para identificação e proposição de melhorias.**

GIANNINI, Ruri. **Aplicação de ferramentas do pensamento enxuto na redução de perdas em operações de serviços.** 2007. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 1991.

GODINHO FILHO, Moacir; FERNANDES, Flavio César Faria. **Manufatura enxuta: uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de pesquisas futuras.** Gestão & Produção, v. 11, p. 1-19, 2004.

GONÇALVES, Marta Sofia da Silva Neves Zamora e MIYAKE, Dario. **Fatores críticos para a aplicação do mapeamento do fluxo de valor em projetos de melhorias.** . São Paulo: EPUSP. . Acesso em: 13 jun. 2023. , 2003

HECKERT, Cristiano Rocha; FRANCISCHINI, Paulinho Graciano. **Variações do Just in Time na Indústria Automobilística Brasileira.** Encontro Nacional de Engenharia de Produção, v. 18, 1998.

KACH, Sirnei César et al. **Mapeamento do Fluxo de Valor: Otimização do Processo Produtivo sob a ótica da Engenharia da Produção.** Simpósio de excelência em gestão e tecnologia, v. 11, 2014.

KOSAKA, Gilberto. **Jidoka.** Disponível em: <[https://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo\\_102.pdf](https://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo_102.pdf)>. Acesso em: 12 jun. 2023.

LIKER, Jeffrey K.; MEIER, David. **O Modelo Toyota: manual de aplicação.** Porto Alegre: Bookman, 2007. 432 p.

LOURENÇO, K. G.; CASTILHO, V. **Classificação ABC dos materiais: uma ferramenta gerencial de custos em enfermagem.** Revista Brasileira de Enfermagem – reben. v. 59, n. 1, p. 52-55, 2006.

MARIANI, Celso Antônio. **Método PDCA e ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos industriais: um estudo de caso.** RAI-Revista de Administração e Inovação, v. 2, n. 2, p. 110-126, 2005.

MARIANO, Fabiana Duarte et al. **Eficiência geral de equipamento-OEE: o impacto do Jidoka.** INOVAE-Journal of Engineering, Architecture and Technology Innovation, v. 4, n. 1, p. 1-10, 2016.

MARTINS, P. G.; CAMPOS, P. R. **Administração de materiais e recursos patrimoniais.** São Paulo: Saraiva, 2009.

MATTOS, Eduardo Silveira; ELIAS, Fernando da Silva. **A utilização do programa 5S nas ferramentas de implementação do sistema de qualidade.** 2019.

Melton, T. **The Benefits of Lean Manufacturing - What Lean Thinking has to Offer the Process Industries.** 2005, Institution of Chemical Engineers

MENDES, Claudicéia et al. **Jidoka: pilar de sustentação do sistema toyota de produção nas organizações**. 2013

MENEZES, R. L. **Aplicação de Conceitos e Técnicas de Produção Enxuta em um Sistema de Manufatura**. São Carlos – SP, 2003. Monografia (Graduação). Escola de Engenharia da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

MERCADO DE TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA - CRESCIMENTO, TENDÊNCIAS E PREVISÕES (2023 – 2028). **Mordorintellige, 2023**. Disponível em: < <https://www.mordorintelligence.com/pt/industry-reports/power-transformers-market>>. Acesso em: 05, abr/2023.

MILANI, Louisie Uhrigshardt; DE OLIVEIRA, Denis Renato. PRINCÍPIOS DE PRODUÇÃO ENXUTA: um estudo bibliográfico e empírico sobre as contribuições e limitações de sua implantação nas organizações. **VII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**, 2010.

MIRANDA, Caroline Maria Guerra de et al. **Um modelo para o sistema de construção enxuta a partir do Sistema Toyota de Produção**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, v. 23, 2003.

MOLINA, Rafael Maioli. **Aplicação de técnicas e princípios da manufatura enxuta em uma empresa do vestuário: um estudo de caso**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

MOTTA, Paulo Cesar Delayfi. Ambiguidades metodológicas do just-in-time. **Organizações & Sociedade**, v. 4, p. 117-131, 1996.

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

OLIANI, Luiz; PASCHOALINO, Wlamir José; OLIVEIRA, Wadson. **Ferramenta de melhoria contínua Kaizen**. Revista Científica UNAR, v. 12, n. 1, p. 57-67, 2016.

OLIVEIRA, Marcos Antônio . **Documentação para sistemas de gestão**. Qualitymark, 1ª Edição – Rio de Janeiro, 2005

ORTIZ, Chris A. **Kaizen e implementação de eventos Kaizen**. Bookman Editora, 2009.

PANGARTTE, Reginaldo. **Sistemas Poka Yoke para processo de teste em indústria eletroeletrônica**. 2014.

PASQUINI, Nilton Cesar. **A insustentável leveza do sistema poka-yokes: uma revisão de literatura Conceitos de dispositivo à prova de erro**. Revista Qualidade Emergente, v. 7, n. 2, 2017.

PERIARD, G. **Matriz GUT: Guia Completo**. 2011. Disponível em: . Acesso em: 22 nov. 2023.

POLACINSKI, Edio, et al. **Implantação dos 5Ss e proposição de um SGQ para uma indústria de erva-mate**. Gestão Estratégica: Empreendedorismo e Sustentabilidade - Congresso Internacional de Administração, 2012. Disponível em <<http://www.admpg.com.br/2012/down.php?id=3037%20&q=1>>.

PASSOS, Júnior. **Os circuitos da autonomia – uma abordagem técnico-econômica**. São Leopoldo: unisinos, 2004. 96 p. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo.

RIBEIRO, H. **5S: a base para a qualidade total**. Salvador: Casa da Qualidade, 1994. 115p.

RIBEIRO, P. D. **KANBAN – resultados de uma implantação bem-sucedida**. 3. Ed. Rio de Janeiro: COP Editora, 1999.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar: Mapeando o Fluxo de Valor para Agregar Valor e Eliminar o Desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SANTOS, E. F.; LIMA, C. A. C. **DMAIC in an ergonomic risks analysis**. Work (Reading, MA), v. 41, p. 1632- 1638, 2012.

SANTOS, Lourival Santana; ARAÚJO, Ruy Belém de. **A revolução industrial**. Disponível em: [https://www.cesadufs.com.br/ORBI/public/uploadCatalogo/10264518102016Historia\\_economica\\_geral\\_e\\_do\\_brasil\\_Aula\\_03.pdf](https://www.cesadufs.com.br/ORBI/public/uploadCatalogo/10264518102016Historia_economica_geral_e_do_brasil_Aula_03.pdf), v. 16, 2011. Acesso em: 10, abr/2023.

SANTOS, Valério Givisiez Vilete. A filosofia just in time como otimização do método de produção. **Revista Eletrônica FACE, Aracruz**, v. 13, 2014.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção: Do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. 2. Ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 3. ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino A Distância da UFSC, 2001. 121 p.

SILVA, Jéssica Alves da; MARQUES, Amanda Prissinotto. **Proposta de aplicação de mapa de fluxo de valor: estudo de caso em um setor farmacêutico**. 2019.

SOUZA, Julio Cesar. **Aumento da Capacidade Produtiva utilizando Princípios e Ferramentas da Manufatura Enxuta: estudo de caso em uma linha de montagem de veículos automotores**. 2014.

STEPHANI, Isabele Silva. **Mapeamento do fluxo de valor aplicado à logística industrial: um estudo de caso**. 2020.

TUBINO, D. F. **Manufatura Enxuta Como Estratégia de Produção: a chave para a produtividade industrial**. São Paulo: Atlas, 2015. 313 p.

VAGO, Fernando Rodrigues Moreira et al. **A importância do gerenciamento de estoque por meio da ferramenta curva ABC**. Revista Sociais e Humanas, v. 26, n. 3, p. 638-655, 2013

VIEIRA, M. G. **Aplicação do Mapeamento de Fluxo de Valor para Avaliação de um Sistema de Produção**. 2006. 129 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

WERKEMA, C. **Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas**. Disponível em: <<https://livrogratuitosja.com/wp-content/uploads/2022/08/Metodos-PDCA-e-DMAIC-e-suas-ferramentas-an-Cristina-Werkema.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2023.

WOMACK, J. P. *Value Stream Mapping*. **Manufacturing Engineering**, Deasborn, vol. 136, n.5, p 145, mai. 2006.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

WOMACK, J.; JONES, D. **Lean Thinking**, New York: Ed. Simon e Schuuster, 1996.