

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
UNIDADE DE PÓS-GRADUAÇÃO, EXTENSÃO E PESQUISA
MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO E TECNOLOGIA EM
SISTEMAS PRODUTIVOS

ÉRIK LEONEL LUCIANO

UTILIZAÇÃO DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR (MFV) COMO
FERRAMENTA DE PRODUÇÃO ENXUTA: RACIONALIZAÇÃO DO PROCESSO
PRODUTIVO NUMA EMPRESA DE LUBRIFICANTES E DESENGRAXANTES

São Paulo

Março/2023

ÉRIK LEONEL LUCIANO

UTILIZAÇÃO DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR (MFV) COMO
FERRAMENTA DE PRODUÇÃO ENXUTA: RACIONALIZAÇÃO DO PROCESSO
PRODUTIVO NUMA EMPRESA DE LUBRIFICANTES E DESENGRAXANTES

Dissertação apresentada como exigência parcial para a obtenção do título de Mestre em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, no Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos, sob a orientação do Prof. Dr. Rosinei Batista Ribeiro.

Área de Concentração: Sistemas Produtivos.

São Paulo

Março/2023

Luciano, Érik Leonel
L937u Utilização do Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) como ferramenta de produção enxuta: racionalização do processo produtivo numa empresa de lubrificantes desengraxantes / Érik Leonel Luciano. – São Paulo: CPS, 2023.
95 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Rosinei Batista Ribeiro
Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Desenvolvimento da Educação Profissional) – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, 2023.

1. Mapeamento do fluxo de valor. 2. Lean manufacturing. 3. Kaizen. 4. Racionalização. I. Ribeiro, Rosinei Batista. II. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. III. Título.

ÉRIK LEONEL LUCIANO

UTILIZAÇÃO DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR (MFV) COMO
FERRAMENTA DE PRODUÇÃO ENXUTA: RACIONALIZAÇÃO DO PROCESSO
PRODUTIVO NUMA EMPRESA DE LUBRIFICANTES E DESENGRAXANTES

Prof. Dr. Rosinei Batista Ribeiro
Orientador – CEETEPS

Prof. Dr. Alexandre Ferreira de Pinho
Examinador Externo – [UNIFEI]

Prof. Dr. Alexandre Formigoni
Examinador Interno - CEETEPS

São Paulo, 31 de março de 2023.

Agradeço primeiramente à Deus, que permitiu
mais essa conquista. Agradeço também ao
meu orientador, a minha família e amigos, que
me apoiaram incondicionalmente nesta
jornada.

AGRADECIMENTOS

Sou profundamente grato ao Prof. Dr. Rosinei Batista Ribeiro, meu orientador e amigo, e a Rafael Munhoz Cardoso, meu colega e amigo de Mestrado, que dividiram comigo seus conhecimentos, experiências e amizade, fazendo desta uma jornada inesquecível.

Gostaria de expressar minha profunda gratidão ao gestor da empresa Marcos Bessa e à representante comercial Ludimile Branco, que abriram suas portas para mim e possibilitaram a coleta de dados que foram fundamentais para a construção e desenvolvimento deste trabalho. Não posso deixar de agradecer também a toda a equipe da empresa pela colaboração, que foi essencial para o sucesso deste projeto.

Quero agradecer de coração à minha família, que sempre acreditou em mim e me incentivou a buscar meus objetivos, desde a infância até hoje. Sem o amor e o apoio de vocês, nada disso seria possível.

Agradeço imensamente à Fatec Cruzeiro, por meio dos coordenadores, docentes e técnicos-administrativos que sempre me deram suporte e estiveram ao meu lado em todos os momentos dessa jornada. Não poderia deixar de mencionar a diretora da unidade, Profa. Dra. Benedita Hirene, que sempre nos motivou a buscar a excelência acadêmica e a contribuir para a sociedade.

Por fim, quero estender meu agradecimento a todos os professores, servidores técnicos-administrativos e colegas do Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos do Centro Paula Souza, que compartilharam comigo suas experiências e conhecimentos, tornando esta uma jornada única e enriquecedora. Vocês foram fundamentais para o meu crescimento acadêmico e profissional.

“Não podemos prever o futuro, mas podemos criá-lo.”

(Peter Drucker)

RESUMO

LUCIANO, É. L. **Utilização do Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) como ferramenta de produção enxuta:** Racionalização do processo produtivo numa empresa de lubrificantes e desengraxantes. 93f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Desenvolvimento da Educação Profissional). Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2023.

O presente trabalho tem por objetivo identificar possibilidades de melhoria e redução de desperdícios no processo de produção de uma indústria fabricante de lubrificantes e desengraxantes por meio da aplicação da ferramenta da filosofia Lean denominada Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV). A metodologia utilizada foi o estudo de caso por meio da execução das seguintes etapas: definição da equipe, seleção da família de produtos, imersão, desenho do MFV atual e desenho do MFV futuro racionalizado. A pesquisa é caracterizada como qualitativa e quantitativa. Como resultado da análise, identificou-se a possibilidade de melhorias, incluindo a junção das operações de inserção de água e mistura de matéria-prima que pode resultar numa redução de até 63,50% no T/C. Além disso, foram sugeridas várias outras propostas de melhoria por meio do plano de ação kaizen 5W1H, sem a necessidade de grandes investimentos. Linha de Pesquisa 3: Gestão da Inovação Tecnológica e Sustentabilidade.

Palavras-chave: Mapeamento do Fluxo de Valor. Lean Manufacturing. Kaizen. Racionalização.

ABSTRACT

LUCIANO, É. L. **Use of Value Stream Mapping (VSM) as a lean production tool: Rationalization of the production process in a lubricant and degreaser company.** 93f. Dissertation (Professional Master's Degree in Management and Development of Professional Education). Paula Souza State Center for Technological Education, São Paulo, 2023.

The present work aims to identify possibilities for improvement and reduction of waste in the production process of an industry that manufactures lubricants and degreasers through the application of the Lean philosophy tool called Value Stream Mapping (MFV). The methodology used was the case study through the execution of the following steps: definition of the team, selection of the product family, immersion, sizing of the current MFV and sizing of the future rationalized MFV. The research is characterized as qualitative and quantitative. As a result of the analysis, the possibility of improvements was identified, including the combination of water insertion and raw material mixing operations, which could result in a reduction of up to 63.50% in the T/C. In addition, several other improvement proposals were suggested through the 5W1H kaizen action plan, without the need for large investments. Line of Research 3: Management of Technological Innovation and Sustainability.

Keywords: Value Stream Mapping. Lean Manufacturing. Kaizen. Rationalization.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1:	Autores que utilizaram MFV para racionalização do Processo Produtivo	19
Quadro 2:	Detalhamento dos Símbolos MFV	34
Quadro 3:	Áreas de Especialização da Ergonomia	38
Quadro 4:	Áreas de Especialização da Ergonomia	45
Quadro 5:	Linha de Produtos	46
Quadro 6:	Produtos e suas funções	47
Quadro 7:	Parte da Produção Outubro de 2022	48
Quadro 8:	OP do Antiespumante LORN ANT-7B adaptada.....	55
Quadro 9:	Otimização de Operações - Comparação MFV Atual e Futuro.....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Sete Etapas propostas por Barnes	28
Tabela 2:	Distribuição normal	29
Tabela 3:	Coefficiente para calcular o número de cronometragens	29
Tabela 4:	Coefficientes de avaliação de eficiência	29
Tabela 5:	Conceitos para classificação da habilidade e do esforço	30
Tabela 6:	Cronometragem das operações	61
Tabela 7:	Transformação de minutos para segundos	61
Tabela 8:	Cálculo da Amplitude da Amostra (R)	62
Tabela 9:	Cálculo da Média (\bar{x})	63
Tabela 10:	Determinação do número de ciclos	64
Tabela 11:	Tempo normal dos processos	65
Tabela 12:	Determinação do Tempo Padrão de cada processo	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Exemplo do MFV Atual aplicado em uma Clínica Odontológica.....	31
Figura 2:	Etapas do Mapeamento de Fluxo de Valor.	33
Figura 3:	Alguns dos ícones utilizados no desenho do MFV.....	33
Figura 4:	Exemplo de Aplicação do Diagrama de Espaguete.	36
Figura 5:	Classificação da Pesquisa.	41
Figura 6a:	Fachada da empresa e área do Pátio.	44
Figura 6b:	Fachada da empresa e área do Pátio	44
Figura 6c:	Fachada da empresa e área do Pátio	44
Figura 6d:	Fachada da empresa e área do Pátio	44
Figura 7a:	Tambores TF e TR de 200 Litros em Aço Carbono.	49
Figura 7b:	Tambores TF e TR de 200 Litros em Aço Carbono.	49
Figura 8:	Embalagem de Produtos Acabados e Matérias Primas.....	50
Figura 9a:	Equipamentos de Movimentação disponíveis na empresa.....	50
Figura 9b:	Equipamentos de Movimentação disponíveis na empresa.....	50
Figura 9c:	Equipamentos de Movimentação disponíveis na empresa.....	50
Figura 9d:	Equipamentos de Movimentação disponíveis na empresa.....	50
Figura 9e:	Equipamentos de Movimentação disponíveis na empresa.....	50
Figura 9f:	Equipamentos de Movimentação disponíveis na empresa.....	50
Figura 10:	Exemplo de utilização do volante de movimentação de tambor.....	51
Figura 11a:	Entrada e Saída de Matéria Prima e de Produtos Acabados... ..	51
Figura 11b:	Estoque de Tambores e Matérias-Primas da Empresa... ..	52
Figura 12a:	Linha de Produção – Misturadores de 1000 Litros de Matéria Prima.... ..	56
Figura 12b:	Linha de Produção – Misturador de 250 kg de Matéria Prima.... ..	56
Figura 13:	Balanças utilizadas na pesagem das matérias primas e produtos acabados.....	58
Figura 14:	Diagramação do Processo Produtivo do LORN ANT-7B Antiespumante.....	59
Figura 15a:	Produção da 1ª batelada.... ..	69
Figura 15b:	Produção da 2ª batelada.... ..	70
Figura 15c:	Produção da 3ª batelada.... ..	71
Figura 15d:	Produção da 4ª batelada.... ..	72
Figura 15e:	Desenho do MFV Atual com a síntese da produção das quatro bateladas.....	73

Figura 16:	Ilustração na pesagem do produto final no tambor TR.....	74
Figura 17:	Ilustração da operação de Inserção de Matéria Prima no misturador....	75
Figura 18:	KPI - Indicador de Performance: Produção anual e Produção Exponencial....	76
Figura 19:	Desenho do MFV Futuro.....	77
Figura 20a:	Exemplo de balança de piso.....	80
Figura 20a:	Exemplo de balança de piso.....	80
Figura 21a:	Pórtico Móvel com Talha Elétrica 1ton.....	80
Figura 21b:	Dispositivo de manipulação tambores.....	80
Figura 21c:	Guincho giratório para caminhonete capacidade de 450 kg - GCN450.....	81
Figura 21d:	Garras Adaptadas para manipulação de tambor.....	81
Figura 22a:	Carro Porta-Tambores com capacidade 300 kg.....	81
Figura 22b:	Carro Porta-Tambores com capacidade 450 kg.....	81
Figura 22c:	Carro Hidráulico Porta-Tambores com capacidade 250 kg.....	81
Figura 23a:	Exemplo de Cavaletes modulares para armazenamento de tambores.....	83
Figura 23b:	Exemplo de Racks para armazenamento de tambores.....	83
Figura 24:	Elevador e Entornador de Tambor - Base Giratória.....	83

LISTA DE SIGLAS

CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CLF	Certificado de Licença de Funcionamento
DE	Diagrama de Espaguete
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i> (Planejamento de Recursos Empresariais)
MFV	Mapeamento do Fluxo de Valor
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i> (Eficácia Geral do Equipamento)
TPS	Sistema Toyota de Produção
TF	Tambor de Tampa Fixa
TR	Tambor de Tampa Removível
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
5S	<i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i> (Indicador Chave de Desempenho)
WIP	<i>Work-In-Process</i> (Trabalho-em-Processo)
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>

LISTA DE UNIDADES

S	Segundo (s)
M	Minuto (s)
H	Hora (s)
Kg	Quilograma (s)
Km	Quilômetro (s)
PÇ	Peça

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	18
<i>Questão de Pesquisa</i>	20
<i>Objetivo Geral</i>	20
<i>Objetivos Específicos</i>	20
<i>Justificativa</i>	20
<i>Aderência ao Programa de Mestrado Profissional em Sistemas Produtivos</i>	21
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
<i>2.1 Produção Enxuta (Lean Manufacturing)</i>	22
<i>2.2 OEE (Overall Equipment Effectiveness)</i>	23
<i>2.3 Lead Time (Tempo de Espera) e Takt Time</i>	24
<i>2.4 Estudos de tempos, Cronoanálise e Medida da Capacidade</i>	26
<i>2.4.1 Estudo de Tempos</i>	26
<i>2.4.2 Cronoanálise</i>	27
<i>2.4.3 Medida de Capacidade</i>	30
<i>2.5 Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)</i>	31
<i>2.6 Diagrama de Espaguete (DE)</i>	35
<i>2.7 Balanceamento de Linha de Produção</i>	37
<i>2.8 Ergonomia</i>	38
<i>2.9 Plano de Ação Kaizen: 5WIH</i>	39
3 METODOLOGIA	41
<i>3.1 Caracterização da Pesquisa</i>	41
<i>3.2 Estudo de Caso</i>	42
<i>3.3 Caracterização da Empresa</i>	43
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
<i>4.1 Formação da Equipe (1ª Etapa)</i>	45
<i>4.2 Seleção da Família de Produtos (2ª Etapa)</i>	46
<i>4.3 Imersão na Empresa (Conhecer e Compreender) (3ª Etapa)</i>	49
<i>4.3.1 Embalagens e Movimentação de Materiais</i>	49
<i>4.3.2 Estoque de Matérias Primas e Produtos Acabados</i>	51

4.3.3 Clientes e Fornecedores.....	52
4.3.4 Controle de Qualidade.....	53
4.3.5 Entendendo o método de produção do produto a ser analisado	54
4.3.6 Diagramação do Processo Produtivo LORN ANTI-7B.....	58
4.4 Desenho do VSM Atual e Cronometragem das Operações (4ª Etapa).....	60
4.4.1 Estudo de tempos, Cronoanálise e medida da capacidade.....	60
4.4.1.1 Coleta de dados.....	60
4.4.1.2 Coleta de Tempos.....	60
4.4.1.3 Determinação do tempo normal (TN) e do tempo padrão (TP).....	64
4.4.1.4 Medida de Capacidade.....	67
4.4.5 Desenho do MFV Atual	67
4.5 Análise dos dados do Desenho MFV Atual e Desenho do MFV Futuro (5ª Etapa).....	74
4.5.1. Identificação de Pontos de Melhorias	74
4.5.2. Desenho do MFV Futuro	76
4.6 Plano de Ação Kaizen: 5W1H - Propostas de Melhorias (6ª Etapa).....	79
CONCLUSÃO	85
REFERÊNCIAS	86
ANEXO 1: DETALHAMENTO DO PRODUTO (CAPES).....	94

INTRODUÇÃO

Com a crescente competitividade nos mercados atuais, as empresas precisam buscar constantemente níveis mais altos de eficiência para manterem suas operações. É fundamental reduzir erros e falhas nos processos produtivos, aprimorar a qualidade de produtos e serviços, e eliminar desperdícios para aumentar a produtividade e a lucratividade (DEVERAS, 2019).

SANTOS et al., 2019, afirmam que, tendo como intuito a eliminação de desperdícios, foi desenvolvido por meio da filosofia Lean, a ferramenta da qualidade de Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), sendo denominado na língua inglesa como Value Stream Mapping (VSM). Basicamente, por meio do MFV, é possível traçar um “mapa” que mostre como está o fluxo de materiais ou informações, começando na cadeia de suprimentos, passando pela empresa e terminando no cliente, percorrendo todo o trajeto da matéria-prima processo de transformação.

A técnica de mapeamento do fluxo de valor é utilizada como ferramenta de diagnóstico para avaliar o estado atual de um processo, proporcionando uma análise minuciosa e planejamento eficiente dos processos. Segundo Marin-Garcia et al., (2021) ela permite entender o fluxo de um processo por meio de elementos gráficos e linhas do tempo. Ele mapeia o processo como ele é no momento (MFV atual) e, após extensa discussão, constroem-se um novo (MFV futuro). (MORELL-SANTANDREUET et al., 2021).

De acordo com De Steur et al. (2016), Powell et al. (2017), Vlachos (2015) e Liu et al. (2020), o MFV permite ainda estabelecer as prioridades operacionais da empresa e promover o alinhamento de toda a equipe na busca por um objetivo comum.

Na literatura pode ser encontrado diversos trabalhos em que os autores utilizaram o MFV para redução de desperdícios e otimização de processos onde corrobora com a relevância da ferramenta MVF para as empresas em geral, Quadro 1.

Quadro 1: Autores que utilizaram MFV para racionalização do Processo Produtivo.

Autor(es) / Ano / Idioma	Artigo / Revista / Fonte	Objetivo
Mohammad Ahsan Habib, Ratul Rizvan, Shamsuddin Ahmed. 2023. Inglês.	Implementando a manufatura enxuta para melhoria do desempenho operacional em uma fábrica de rotulagem e embalagem: um estudo de caso em Bangladesh. <i>Results in Engineering</i> . Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100818	Aplicar uma abordagem de manufatura enxuta via mapeamento de fluxo de valor (VSM) em uma empresa de rotulagem e embalagem em Bangladesh para a melhoria do desempenho geral da organização e generalizá-la para empresas similares.
Rieg, D. L., Permigliani, A. M., Prado, J., & Scramim, F. C. L. 2023. Português.	Aplicação do mapeamento de fluxo de valor no processo produtivo de uma empresa produtora de polietileno expandido de baixa densidade. REVISTA FOCO . Disponível em: https://doi.org/10.54751/revistafoco.v16n1-086 .	Identificar desperdícios no processo produtivo de uma empresa produtora de polietileno expandido de baixa densidade (PEBD) por meio de mapas de fluxo de valor (VSM - Value Stream Mapping) e, a partir daí, propor ações de melhorias.
Ayat Sabah, Luma A. H. Al-Kindi, Zainab Al-Baldawi. 2023. Inglês.	Adotando o Mapeamento do Fluxo de Valor como uma Ferramenta Lean para Melhorar o Desempenho da Produção. <i>Engineering and Technology Journal</i> Disponível em: https://etj.uotechnology.edu.iq/article_177311.html	Apresentar os conceitos enxutos na indústria de confecção de calçados de couro na cidade de Bagdá, com o objetivo de diminuir o lead time de produção, minimizar o tempo sem valor e melhorar a linha de produção.
Yanfang, Qin & Hongrui, Liu. 2022. Inglês.	Aplicação do mapeamento do fluxo de valor no comércio eletrônico: um estudo de caso em um varejista da Amazon. <i>MDPI. Sustainability</i> . Disponível em: https://doi.org/10.3390/su14020713 .	Aplicação do VSM na cadeia de suprimentos de comércio eletrônico é explorada por meio de um varejista eletrônico cuidadosamente selecionado de Shenzhen, China. Toda a cadeia de abastecimento deste e-varejista é visualizada usando VSM para identificar desperdícios.
Pilar I. Vidal-Carreras, Julio J. Garcia-Sabater, Juan A. Marin-Garcia. 2022. Inglês.	Aplicando o Mapeamento do Fluxo de Valor para Melhorar a Prestação de Cuidados ao Paciente no Hospital Dia de Oncologia. <i>International Journal of Environmental Research and Public Health, MDPI AG</i> . Disponível em: https://doi.org/10.3390/ijerph19074265 .	Usar o VSM para melhorar a prestação de cuidados de saúde a pacientes oncológicos e as condições de trabalho do pessoal de saúde.
Sirajudeen Rahima Shabeen, K. Aravind Krishnan. 2022. Inglês.	Aplicação da manufatura enxuta usando mapeamento de fluxo de valor (VSM) na fabricação de componentes pré-moldados: um estudo de caso. <i>Materials Today: Proceedings</i> . Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.159 .	Aplicar os princípios enxutos e o pensamento enxuto usando o mapeamento do fluxo de valor para reduzir o tempo de processamento e aumentar a produção em uma unidade de fabricação de componentes pré-moldados.
HARTINI, Sri et al. 2022. Inglês.	Lean Manufacturing para Melhorar a Eficiência em uma Pequena e Média Empresa: Caso nos Processos de Produção de Tofu. <i>Proceedings of the 3rd Asia Pacific International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Johor Bahru, Malaysia</i> . Disponível em: http://ieomsociety.org/proceedings/2022malaysia/598.pdf .	Avaliar o processo produtivo nas PMEs, que ainda é feito de forma convencional.
RATHI, Rajeev et al. 2022. Inglês.	Investigação e implementação de VSM em planta de destilação de água. <i>Materials Today: Proceedings</i> . Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.05.274	Investigar e implementar o mapeamento do fluxo de valor em uma planta de destilação de água.

Fonte: Autor (2023).

Apesar dos princípios do Pensamento Enxuto terem se consolidado em diversos setores, como hospitais (NARAYANAMURTHY; GURUMURTHY; LANKAYIL, 2021), manufatura (GODINHO FILHO et al., 2016) e serviços (TORRI et al., 2021), a adoção desses princípios em pequenas e médias empresas enfrenta obstáculos (HU et al., 2015). Além disso, a literatura apresenta lacunas no que diz respeito à aplicação das ferramentas enxutas e aos resultados que

podem ser alcançados (BELHADI et al., 2018). Portanto, diante da lacuna em pequenas e médias empresas, este trabalho buscará responder a seguinte questão de pesquisa:

Questão de Pesquisa

Quais oportunidades de melhoria poderiam ser encontradas ao se aplicar o mapeamento do fluxo de valor numa pequena empresa fabricante de lubrificantes e desengraxantes?

Objetivo Geral

Identificar possibilidades de melhoria e redução de desperdícios no processo de produção de uma indústria fabricante de lubrificantes e desengraxantes.

Objetivos Específicos

- a) Diagnosticar a situação atual da Cadeia de Valor da empresa por meio do desenvolvimento do desenho do MFV Atual;
- b) Desenvolver o desenho do MFV Futuro racionalizado;
- c) Desenvolver um plano de ação Kaizen 5W1H, visando a implantação do MFV Futuro otimizado, para eliminar desperdícios que possam estar afetando significativamente a produção, mas que não dependam de grande investimento.

Justificativa

A aplicação deste trabalho pode trazer diversas contribuições acadêmicas relevantes, tais como:

1. Análise do processo produtivo: Ajudar a identificar gargalos, tempos de espera, atividades que não agregam valor e outras oportunidades de melhoria no processo produtivo da indústria. Isso pode levar a uma maior eficiência e redução de desperdícios, resultando em um processo produtivo mais enxuto e competitivo.

2. Avaliação do desempenho: A aplicação do MFV também pode fornecer informações valiosas sobre o desempenho da indústria em relação a métricas de qualidade, tempo de ciclo, custo, entre outras. Isso pode ajudar a identificar áreas de melhoria e estabelecer metas para o desempenho futuro.

3. Integração entre teoria e prática: A aplicação do MFV em uma indústria de lubrificantes e desengraxantes pode fornecer uma oportunidade valiosa para estudantes e pesquisadores integrarem conceitos teóricos de gerenciamento de produção com práticas reais

de negócios. Isso pode ajudar a desenvolver habilidades práticas e aplicar conhecimentos teóricos em situações reais de negócios.

Já em relação as contribuições técnicas, podemos destacar:

1. Possibilita a identificação das etapas do processo produtivo que não agregam valor, facilitando a identificação de gargalos e a proposição de melhorias. Essa análise pode levar a uma redução significativa de desperdícios, aumentando a eficiência do processo produtivo e gerando um ambiente de produção mais enxuto e competitivo.

2. Outra contribuição importante do MFV é a sua capacidade de avaliar o desempenho da empresa em relação a métricas de qualidade, tempo de ciclo, custo e outros fatores relevantes. Essa avaliação ajuda a empresa a identificar áreas de melhoria e estabelecer metas para o desempenho futuro, aumentando a eficiência do processo produtivo e garantindo a satisfação do cliente.

Por fim, está pesquisa pode contribuir para o desenvolvimento de pesquisas acadêmicas sobre o tema, possibilitando a geração de novos conhecimentos e aprimorando a aplicação da metodologia em diferentes contextos industriais.

Aderência ao Programa de Mestrado Profissional em Sistemas Produtivos

Este trabalho está em convergência para a linha de pesquisa 3, de Gestão da Inovação Tecnológica e Sustentabilidade, tendo como condão de gerar o desenvolvimento novos estudos e pesquisas no conjunto de conhecimentos relacionados à área de gestão, perpassando tanto pelas áreas de logística, gestão da qualidade e inovação no setor produtivo.

Tem ainda como desafio, desenvolver inovação tecnológica no processo de produção da empresa estudada, por meio da utilização da ferramenta MFV, da filosofia Lean, com a geração de novas ideias ou práticas com potencial ganha-a-ganha para empresa e a sociedade, levando-se ainda em consideração aspectos de sustentabilidade e mitigação de impacto ambiental em seu processo de produção.

Por fim, com a conclusão de todas as etapas deste estudo será possível entregar como produto final desta dissertação um relatório técnico conclusivo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Produção Enxuta (*Lean Manufacturing*)

De acordo com DESHMUKH et al. (2022), a manufatura enxuta, introduzida pela Toyota, tem como objetivo minimizar o desperdício, especificando o que é considerado valor agregado do ponto de vista do cliente e separando as atividades que não agregam valor daquelas que o fazem. Já para KUMAR et al. (2022), a teoria da manufatura enxuta é construída em torno de dois pilares: a qualidade do produto, gerada por um processo de baixo custo, e a satisfação do cliente, que é contemplada ao final da cadeia produtiva. Ambas as abordagens ressaltam a importância da eficiência e da qualidade na produção, visando atender às expectativas dos clientes e reduzir os custos operacionais.

Segundo SHABEEN & KRISHNAN (2022), a manufatura enxuta é uma estratégia de gestão que busca a eliminação contínua de desperdícios para otimizar os custos operacionais, ao mesmo tempo em que atende às demandas dos clientes e especializa os processos e fluxos para agregar valor. Por meio dos princípios lean, é possível obter melhorias significativas na operação fabril, como a redução do lead time, a diminuição dos desperdícios e o aumento na produção, por meio de técnicas simples e da cultura organizacional. Essa abordagem tem se mostrado eficiente para aprimorar a eficiência e a competitividade das empresas.

Para KAWANISHI, M. et al. (2022), a filosofia de produção enxuta busca combater oito tipos de desperdícios, também conhecidos como "Muda", que foram originalmente identificados pela Toyota como obstáculos para a eficiência do processo de produção, sendo eles:

- ✓ Superprodução: produzir mais do que o necessário ou antes da hora.
- ✓ Espera: tempo ocioso de pessoas, máquinas ou equipamentos.
- ✓ Transporte: movimentação excessiva de materiais e produtos sem valor agregado.
- ✓ Excesso de processamento: fazer mais do que o necessário para realizar a tarefa.
- ✓ Inventário: excesso de materiais ou produtos em estoque.
- ✓ Movimentação: movimentação excessiva de pessoas.
- ✓ Defeitos: produzir produtos defeituosos que precisam ser retrabalhados ou descartados.
- ✓ Habilidades subutilizadas: não aproveitar o potencial completo dos funcionários.

2.2 OEE (*Overall Equipment Effectiveness*)

O OEE (Overall Equipment Effectiveness), denominado em português como (Eficiência Geral do Equipamento), é uma ferramenta quantitativa amplamente empregada para medir a eficiência global dos equipamentos nas indústrias de transformação. Segundo HENG et al. (2019), seu uso é voltado para a identificação e eliminação de perdas, bem como para a promoção de melhorias de desempenho e confiabilidade em todas as instalações.

Este indicador é amplamente aceito como uma ferramenta por algumas empresas, por exemplo, ao implementar a manufatura enxuta (BRAGLIA; GABBRIELLI; MARRAZZINI, 2019). Com o auxílio dele, é possível identificar a capacidade operacional da máquina, baseando-se na premissa de que essa capacidade pode ser afetada por diversos tipos de perdas (AMAN, 2017).

O OEE depende estritamente da coleta de dados. Assim, é de suma importância que os dados utilizados sejam precisos e estejam acessíveis a qualquer momento (HENG et al., 2019). A partir da coleta de dados do processo, é possível calcular e determinar o desempenho das máquinas operantes.

De acordo com Corrales et al. (2020), embora amplamente estabelecido em estudos acadêmicos, o interesse por esse indicador tem aumentado significativamente nos últimos anos, não se limitando apenas a estudos em manutenção e produção. A aplicação do OEE está sendo gradativamente expandida para outros campos, como otimização de processos e redução de custos.

De acordo com Heng et al. (2019), o OEE é se baseia na multiplicação de três medidas: disponibilidade, desempenho e qualidade, Equação (1):

$$OEE = Disponibilidade \times Desempenho \times Qualidade$$

As medidas são definidas como:

Disponibilidade: tempo operacional total / tempo operacional disponível

Desempenho: tempo operacional líquido / tempo operacional total

Qualidade: tempo operacional útil / tempo operacional líquido

Para Slack, Brandon-jones e Johnston (2018) a dedução da fórmula acontece por:

Tempo Operacional Total está relacionado com as perdas de disponibilidade, onde incluem o tempo não trabalhado de paradas não planejadas, atrasos planejados, falhas de equipamentos.

Tempo Operacional Líquido refere-se às perdas de velocidade, que abordam perdas referentes à mão de obra não especializada, rendimento menor do que esperado, e atrasos em relação à tecnologia disponível.

Tempo Operacional Útil abrange as perdas de qualidade, que incluem retrabalho, as variadas atividades de controle, inspeção e tratamento de reclamações.

A disponibilidade abrange o tempo geral que um sistema e/ou máquina não se mantém em atividade devido a alguma configuração de ajustes, falha e outras paradas, o desempenho está construído pela relação entre velocidade operacional e real do sistema e a qualidade traduz a quantidade de produção e defeito (OLIVEIRA et al., 2019).

2.3 Lead Time (Tempo de Espera) e Takt Time

Ballester e María (2019), destacam que para a obtenção de vantagem competitiva pelas empresas requer atenção ao tempo decorrido entre a solicitação do cliente e a entrega do produto ou serviço final. Ter os itens disponíveis no momento e na quantidade corretos reduz o tempo de espera do cliente e aumenta sua satisfação. Este também é considerado um dos fatores determinantes para fidelidade de um cliente na empresa (GYULAI et al., 2018). Além disso, o planejamento e programação da produção é dependente das previsões do lead time, ou seja, os tempos de fabricação influenciam a eficiência e qualidade do planejamento e gerenciamento da produção (LINGITZ et al., 2018).

O gerenciamento de qualquer processo industrial depende do lead time, que é um dos parâmetros essenciais a serem considerados (GYULAI et al., 2018; LINGITZ et al., 2018). Decisões como a implementação do sistema Just in Time, que define o momento exato de produção e compra de um produto, também dependem do lead time (CHUNG; TALLURI; KOVÁCS, 2018; KONG et al., 2018). O lead time é utilizado para determinar custos de produção, otimizar processos, estimar estoques e resolver problemas de otimização (CHUNG; TALLURI; KOVÁCS, 2018).

O lead time compreende o tempo despendido entre o pedido de um item e este estar disponível ao cliente final, sendo um dos indicadores de desempenho essenciais e importantes para o gerenciamento de processos produtivos de manufatura ou serviço (GYULAI et al., 2018; LINGITZ et al., 2018; KIM; KIM; LEE, 2014).

Tubino (2017) define o tempo necessário para atender ao pedido do cliente como lead time e enfatiza que é composto pelos seguintes tempos:

- a) espera, enquanto aguarda para ser processado;
- b) processamento, quando ocorre a transformação e agregação de valor;
- c) inspeção, quando ocorre a verificação das especificações;
- d) transporte, a locomoção até a próxima estação de trabalho.

Por fim, o lead time é um fator crítico na decisão de compra dos clientes em relação a produtos e serviços de uma empresa (NOORI-DARYAN; TALEIZADEH; JOLAI, 2019). A eficácia dos métodos de planejamento e controle da produção é dependente da precisão da previsão do lead time, pois, o lead time assertivo auxilia na disponibilização de forma mais rápida e na quantidade certa de produtos e serviços (GYULAI et al., 2018).

A palavra “takt”, origina-se da língua alemã, significando “ritmo” ou “cadência”, refere-se à regularidade com que algo é feito, constituindo um parâmetro de projeto amplamente usado no Sistema Toyota de Produção (FRANDSON; BERGHEDE; TOMMELEIN, 2013).

Milnitz (2018), explica que o tempo takt pode ser compreendido como o que conduz o fluxo dos materiais em uma linha de produção ou posto de trabalho. Portanto, é importante ressaltar que a concepção do takt-time esteja diretamente relacionada à função processo, que aborda o fluxo de materiais ao longo do tempo e do espaço; e à função operação, a qual trata dos elementos de transformação (homens e máquinas) ao longo do tempo e do espaço.

Takt time é a velocidade de produção necessária para atender a um determinado nível de demanda, dada a potência da linha ou da célula. Especificamente, takt time é um ritmo de produção atribuído à produção de um componente ou produto em uma linha ou célula (BINNINGER; DLOUHY; HAGSHENO, 2017).

DUGGAN (2018), sugere que para que seja possível lidar com as flutuações de demanda, é necessário criar várias capacidades takt a fim de responder a flutuações de demanda ou demanda sazonal. Isso é conhecido como modo de cadência, que são recursos caóticos predefinidos que são definidos para uma determinada situação de demanda- por exemplo, para cada trimestre de um ano.

Almeida (2015), afirma ainda que a determinação da quantidade de postos de trabalho também faz uso do takt time, já que, quando a soma de todos os tempos das tarefas individuais é dividida pelo takt time, tem-se o número de postos de trabalho necessário para cumprir a demanda de mercado. Portanto, para estabelecer o takt time de uma empresa, terá que dividir o

tempo diário de produção disponível pelo número de produtos a serem produzidos por dia visando estabelecer um ritmo único de produção definido como Tempo TAKT.

Esse tempo sincroniza o ritmo da produção com o ritmo das solicitações ou vendas. Por exemplo, para uma célula de montagem de roupas com demanda diária de 300 peças (unidades) e tempo disponível para produção de 10 horas (600 minutos), o takt-time será de dois minutos. Isto é, a cada dois minutos deve sair uma peça de roupa pronta no final da célula de montagem.

$$\text{Tempo Takt} = \frac{\text{Tempo disponível no período}}{\text{Demanda no período}}$$

Tempo Disponível: 10h

Demanda do Cliente: 300pç.

$$\text{Takt Time: } \frac{600 \text{ min}}{300 \text{ pç}}$$

Takt Time: 2 min / pç

Para calcular o Takt-Time se convencionou que a unidade de tempo utilizada seja transformada em minutos, desta forma, evita-se que o valor final do Takt Time seja muito pequeno se mantido na unidade de horas. No exemplo anterior, os 600min surgem da razão entre as 10h e os 60 minutos que equivalem a 1h.

Todavia, toda a empresa deve adaptar seus recursos e processos para que as operações ocorram dentro do takt time e a demanda do cliente possa ser atendida. Para conseguir esse equilíbrio entre o que o cliente demandou e o que a fábrica consegue produzir, deve-se fazer o balanceamento das linhas de produção (PRADO, 2016).

2.4 Estudos de tempos, cronoanálise e medida da capacidade

Nesta seção, apresentam-se de forma detalhada os elementos conceituais que compõem o estudo de tempos. Destaca-se o método de cronoanálise, acompanhado de sua metodologia embasada na obra de Barnes (1977), bem como o cálculo específico utilizado para determinar a medida de capacidade.

2.4.1 Estudo de tempos

A análise de tempos e movimentos continua sendo uma ferramenta essencial para otimização do trabalho em empresas. De acordo com Chiavenato (2014) e Seleme (2018), essa técnica envolve a identificação e eliminação de movimentos desnecessários, bem como a

simplificação e padronização dos movimentos úteis realizados pelos colaboradores. O tempo médio de execução de cada atividade é calculado, permitindo a identificação do tempo "morto" resultante de espera por processamento, materiais, defeitos de equipamentos ou necessidades de pessoas. Com essas informações, é possível determinar o tempo padrão e calcular a capacidade produtiva da empresa (Martins e Laugeni, 2020).

Tanto um cronômetro analógico quanto um digital são adequados para a técnica de cronometragem, independentemente de ser realizada por meio de filmagens ou simples observações. O fundamental é que os movimentos e o tempo sejam registrados, conforme destacado por Klippel et al. (2017). No caso, o cronômetro de hora centesimal é o mais utilizado, e uma volta do ponteiro maior corresponde a 1/100 de hora, ou 36 segundos. É possível utilizar outros tipos de cronômetros, incluindo cronômetros comuns. A prancheta de observações é necessária para apoiar a folha de observações e o cronômetro, permitindo que os tempos e outras informações relativas à operação cronometrada sejam adequadamente registrados.

Neumann e Scalice (2021), explicam que a cronometragem é um dos métodos mais antigos ainda em uso atualmente, e envolve a medição de tempos cronometrados em amostras previamente determinadas. Eles também destacam que a amostragem do trabalho pode ser considerada uma variação desse método, uma vez que a observação contínua da operação pode não ser sempre possível.

De acordo com Seleme (2019), o estudo de tempos e movimentos permite eliminar desperdícios, otimizar a seleção de trabalhadores, melhorar a eficiência e o rendimento da produção, facilitar o treinamento dos operários, distribuir uniformemente o trabalho, definir métodos e estabelecer normas para a execução do trabalho, além de estabelecer uma base uniforme para salários equitativos e prêmios de produção.

2.4.2 Cronoanálise

A cronoanálise é uma técnica de estudo de tempos que consiste em cronometrar o tempo que um operador qualificado leva para realizar uma operação em um processo industrial. Esse tempo é calculado durante a execução da tarefa em ritmo normal e sem dificuldades (BARNES, 1977).

Os padrões de tempo são frequentemente utilizados para contabilização de custos, análise de preços e planejamento da produção (Gaither & Frazier, 2021). Segundo Barnes (1977), a cronoanálise consiste em sete etapas, como mostrado na Tabela 1.

Tabela 1: Sete Etapas propostas por Barnes.

ETAPAS	DESCRIÇÃO	OBSERVAÇÕES
1) Registro das informações	Informações inerentes à operação e ao operador em estudo	De acordo com Silva e Coimbra (2022), é recomendado realizar um resumo detalhado da operação que será analisada por meio da cronoanálise, bem como verificar as operações anteriores e posteriores para definir com precisão os pontos de início e fim da operação.
2) Dividir as operações em elementos	Os elementos de uma operação são compreendidos como uma subdivisão da mesma, com início e fim determinados. Além disso, permite definir movimentos inúteis e anomalias existentes (MARTINS; LAUGENI, 2020).	-
3) Registrar o tempo utilizado pelo operador	A partir da observação feita pelo responsável por cronometrar as operações.	Registra-se com o auxílio de um cronômetro, prancheta e folha de observação o tempo gasto pelo operador para realizar a operação.
4) Determinar o número de ciclos a serem cronometrados	Peinado e Graeml (2021) citam a necessidade de se obter várias tomadas de tempo para com isso, calcular uma média aritmética entre elas.	Calcula-se pela equação 1: $n = \left(\frac{z \times R}{E_r \times d_2 \times \bar{x}} \right)^2$ <p>Onde: n= Número de ciclos a serem cronometrados; Z= Coeficiente da distribuição normal padrão para uma probabilidade determinada; R = Amplitude da amostra; Er= Erro relativo da medida; \bar{x}= Média da amostra; d2 = Coeficiente em função do número de cronometragens realizadas preliminarmente.</p>
5) Avaliar o ritmo do operador	Compreende, de acordo com Slack, Chambers e Johnston (2022), análise de velocidade de trabalho desenvolvida pelo operador, baseado num desempenho padrão	Nessa etapa, deve-se levar em consideração fatores que podem influenciar na execução da tarefa, como por exemplo, esforço e velocidade do movimento. Miranda (2014) indica os coeficientes, em percentual, para avaliar o ritmo do operador, indicados pela Tabela 4.
6) Determinar as tolerâncias	De acordo com Barnes (1977), os operadores precisam de pausas para lidar com necessidades pessoais e evitar a fadiga durante o trabalho. Existem duas faixas de tolerância: a tolerância pessoal, correspondendo a 2 a 5% da jornada de trabalho por dia, e a tolerância de fadiga, relacionada ao esforço empregado pelo operador durante o dia de trabalho. Essas pausas são essenciais para a saúde e segurança dos operadores.	De acordo com Oliveira e Silva (2022), o fator de tolerâncias pode ser calculado usando a equação 3: FT = 1 + (T1 + T2 + T3) x T4, onde FT é o fator de tolerância; T1, T2, T3 e T4 são as tolerâncias devidas à natureza da atividade, duração do ciclo, ambiente e temperatura e umidade, respectivamente.
7) Determinar o tempo padrão para a operação	Para Rezende et al. (2022), com o cálculo desse tempo, pode-se analisar a capacidade de produção de um processo, observando também um conjunto de fatores impactantes no tempo necessário para a fabricação de um produto.	Slack, Chambers e Johnston (2022) dividem o tempo padrão em tempo normal (tempo gasto por um operador qualificado) e tolerâncias (tempo associado a descanso, relaxamento e necessidades pessoais). Equação 4: TP = TN X FT Onde: TP = Tempo Padrão; TN = Tempo Normal;

		<p>FT = Tolerâncias.</p> <p>Com dados da Tabela 4, pode-se calcular o tempo normal (TN), através da equação 2: $TN = TM \times (1 + H + E)$</p> <p>Onde:</p> <p>TM = Tempo médio cronometrado H = Habilidade E = Esforço</p>
--	--	---

Fonte: Adaptado de Barnes (1977), Martins & Laugeni, (2016), Silva e Coimbra (2022), Peinado e Graeml (2021), Slack, Chambers e Johnston (2022), Rezende, Castro e Ferreira (2022), Oliveira & Silva (2022).

Além disso, a cronoanálise é fundamental para medir e controlar estatisticamente as tarefas a serem realizadas, possibilitando o cálculo do Tempo Padrão (TP) que representa o tempo necessário para a execução de uma tarefa de forma eficiente, considerando as condições normais de trabalho (PEINADO & GRAEML, 2019). O TP é utilizado como referência para o planejamento e controle da produção, permitindo a avaliação da capacidade produtiva da empresa. Para a etapa 4, as Tabela 2 e Tabela 3 são utilizadas para o cálculo da determinação do número de ciclos:

Tabela 2: Distribuição normal.

Probabilidade (%)	90	91	92	93	94	95
Z	1,65	1,70	1,75	1,81	1,88	1,96

Fonte: Adaptado de Martins e Laugeni (2020).

Tabela 3: Coeficiente para calcular o número de cronometragens.

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D₂	1,128	1,693	2,059	2,326	2,534	2,704	2,847	2,97	3,078

Fonte: Adaptado de Martins e Laugeni (2020).

Tabela 4: Coeficientes de avaliação de eficiência.

Cálculo de Eficiência					
Habilidade (%)			Esforço (%)		
120	A	Superior	120	A	Superior
115	B	Excelente	115	B	Excelente
110	C1	Boa	110	C1	Boa
105	C2	-	105	C2	-
100	D	Normal	100	D	Normal
95	E1	Regular	95	E1	Regular
90	E2	-	90	E2	-
85	F1	Fraca	85	F1	Fraca
80	F2	-	80	F2	-

Fonte: Adaptado de Miranda (2014).

De acordo com Miranda (2014), quando a classificação entre habilidade e esforço for diferente, recomenda-se utilizar a média dos valores. Por exemplo, um operador com habilidade “B” e esforço “C2” teria um fator de correção de: $(115 + 105)/2 = 110\%$. Na tabela 4 deve ser aplicado os conceitos de classificação para ajudar a classificar a faixa a ser aplicada, Tabela 5.

Tabela 5: Conceitos para classificação da habilidade e do esforço.

HABILIDADE	ESFORÇO
FRACA	FRACO
Não adaptado ao trabalho. Comete erros e tem movimentos inseguros.	Falta interesse e métodos inadequados.
REGULAR	REGULAR
Comete menos erros e seus movimentos são quase inseguros.	Idem ao anterior, porém com menos intensidade.
NORMAL	NORMAL
Exatidão satisfatória e ritmo condizente constante.	Trabalho constante e esforço satisfatório.
BOA	BOM
Tem confiança, ritmo constante e raras excitações.	Trabalho constante e confiança, com pouco ou nenhum tempo perdido.
EXCELENTE	EXCELENTE
Precisão nos movimentos, sem hesitações e erros.	Trabalho com rapidez e movimentos precisos.
SUPERIOR	SUPERIOR
Movimentos iguais comparáveis a uma máquina.	Ritmos impossível de ser mantido em um dia inteiro de trabalho.

Fonte: Adaptado de Miranda (2014).

Por fim, Miranda (2014), explica ainda que a habilidade e o esforço que o operador aplica nas suas atividades podem ser classificados através do acompanhamento desse operador durante o desenvolvimento de suas tarefas.

2.4.3 Medida de Capacidade

Uma importante informação referente ao processo é a capacidade produtiva, que para Slack et al. (2019), é a quantidade máxima de produtos e/ou serviços que podem ser produzidos em uma unidade produtiva, considerando um período de tempo. Podendo ser obtida pela equação 5:

$$\frac{CP}{Hora} = \left(\frac{3600}{TP}\right) \times \text{Quantidade de operadores}$$

Onde: Cp = Capacidade de produção

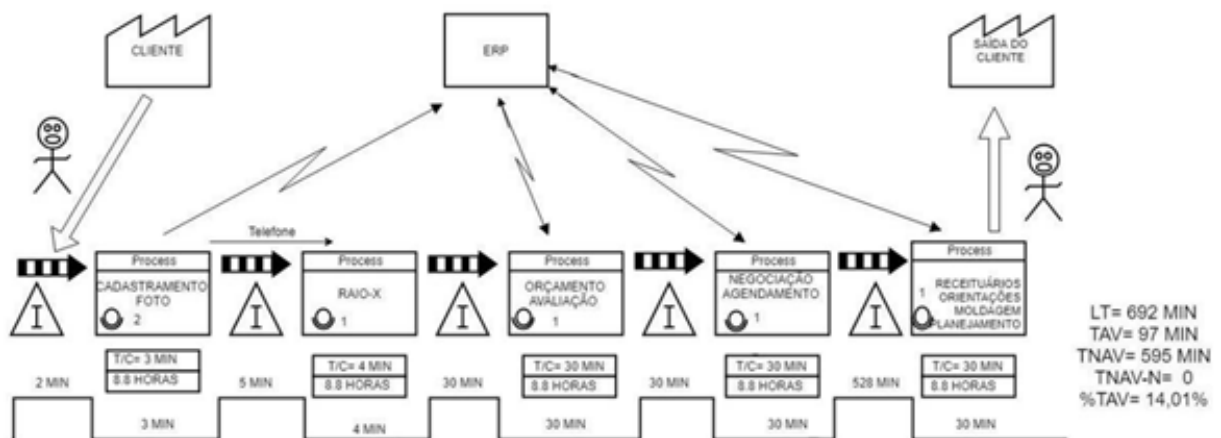
TP = Tempo Padrão

2.5 Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)

Ao rastrear e analisar o processo de valor de um produto específico, o MFV identifica os desperdícios e atividades sem valor agregado no processo de produção. Em seguida, aplica de forma abrangente métodos de melhoria relacionados à produção enxuta e à engenharia industrial para eliminar os desperdícios e reduzir a perda de valor, melhorando assim a eficiência operacional do sistema produtivo de forma significativa (Forno et al.,2014; Matt, 2014; Peralta et al.,2020).

Essa abordagem permite a compreensão detalhada do processo de produção, identificando gargalos, desperdícios e oportunidades de melhoria. Assim, a partir da análise do MFV, é possível desenvolver estratégias para eliminar desperdícios e reduzir tempos de espera, melhorando a eficiência e eficácia da produção, Figura 1.

Figura 1: Exemplo do MFV Atual aplicado em uma Clínica Odontológica.



Fonte: Adaptado de Silva et al. (2022).

Neste exemplo, os autores Silva et al. (2022), realizaram um estudo de caso no qual tinha como objetivo analisar os efeitos da aplicação do MFV no processo de protocolo inferior com carga imediata numa clínica odontológica do Vale dos Sinos-RS. Como resultados, observou-se no estado atual da primeira etapa um percentual de TAV de 14,01% e lead time de 0,480 dias. E na segunda etapa do processo em um percentual de TAV de 5,35% e lead time de 2,76 dias, demonstrando o ganho trazido pela ferramenta até mesmo numa clínica odontológica.

Basicamente, consiste em uma prática “mão-na-massa” que permite o aprendizado concreto dos conceitos, práticas e ferramentas enxutas além de prover ideias e sugestões para a melhoria de uma família de produtos. É uma ferramenta simples que utiliza papel e lápis e ajuda a enxergar e entender o fluxo de materiais e de informação na medida em que o produto segue o fluxo de valor (ROTHER, SHOOK, 2012).

Uma vez estando mais claros os problemas, ações para eliminar ou conter desperdícios tornam-se mais fáceis. Por isso que os responsáveis pelo projeto MFV recomendam que o mapeamento seja feito no chão de fábrica de maneira mais simples e objetiva. Na prática, Rother e Shook (2012), definiram uma série de etapas que devem ser seguidas, sendo elas:

- ✓ Escolha da família de produtos: Selecionar uma família de produtos composta por um grupo de produtos que passam por etapas semelhantes de processamento.
- ✓ Desenho o estado atual e futuro: Desenhar o estado atual e o estado futuro, o que é feito a partir de informações coletadas no chão de fábrica.
- ✓ Plano de trabalho e implementação: Preparar um plano de implementação que descreva, em uma página, como se deseja chegar ao estado futuro.

Essas informações, por sua vez, serão colocadas em caixa de dados padrão que poderão conter os seguintes itens:

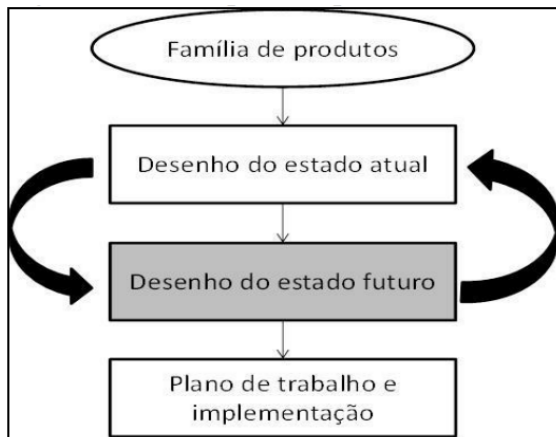
- ✓ Tempo de ciclo (T/C): Tempo decorrido entre um componente e o próximo saírem do mesmo processo, registrado em segundos.
- ✓ Tempo de troca (T/TR): Tempo decorrido para alterar a produção de um tipo de produto para outro, o setup.
- ✓ Disponibilidade: Tempo disponível por turno de trabalho no processo, descontado os tempos de paradas e manutenções.
- ✓ Índice de rejeição: Índice que determina a quantidade de produtos defeituosos provenientes do processo.
- ✓ Número de pessoas necessárias para operar o processo.

O mapa do estado atual desenvolver-se-á para a obtenção de uma visão como um todo do fluxo de valor e dos desperdícios associados ao processo em análise, agindo para que haja um fluxo positivo de valor e que seus pontos de melhoria sejam adequáveis e perceptíveis diante das diversas situações (ROTHER; SHOOK; 2012).

O MFV Futuro é obtido a partir do mapa do estado atual, sendo desenvolvido de acordo com algumas diretrizes e questões-chave que incluem conceitos e técnicas da produção enxuta. A partir destas diretrizes e questões-chave, é possível identificar as fontes de desperdício e eliminá-las por meio da implementação de um fluxo de valor que pode tornar-se realidade em um curto período de tempo (ROTHER; SHOOK, 2012).

Rother e Shook (2012), ainda definiu quatro etapas básicas que devem ser seguidas para aplicação da ferramenta, Figura 2.

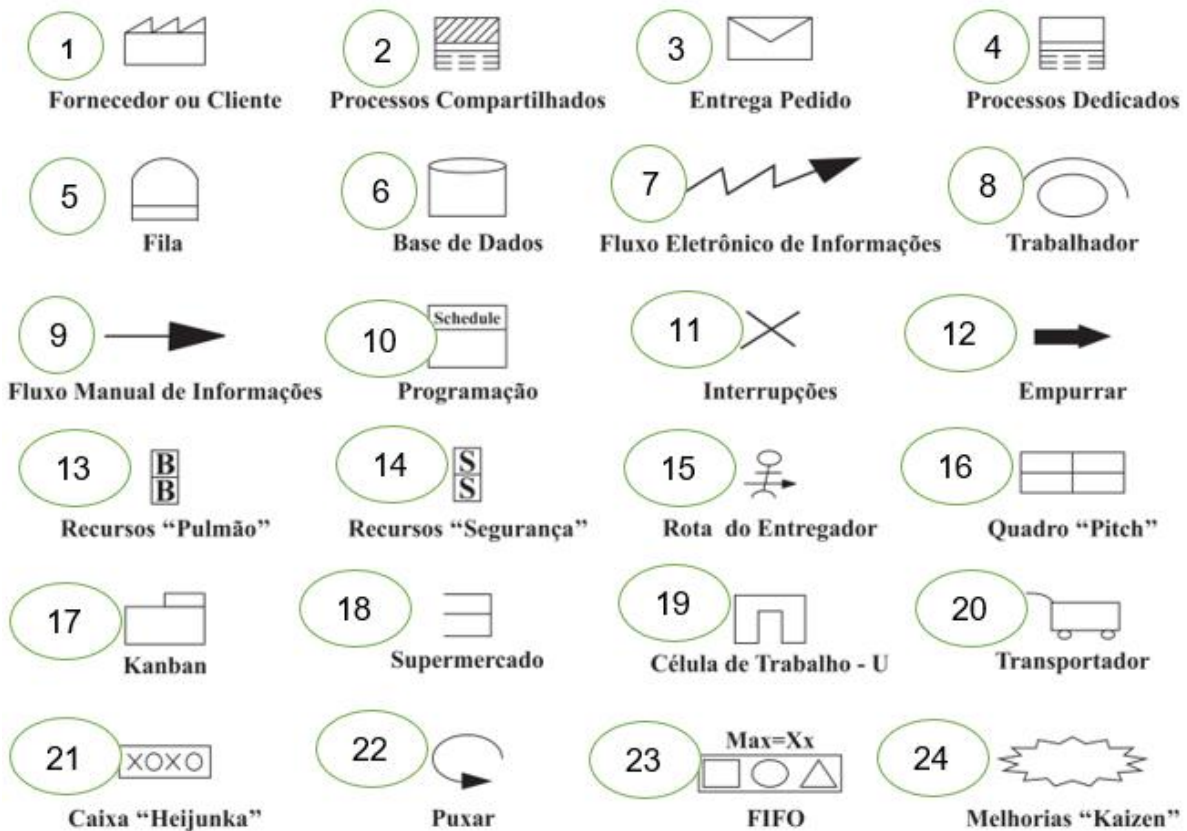
Figura 2: Etapas do Mapeamento de Fluxo de Valor.



Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2012).

Para desenhar o tanto o estado atual como futuro são utilizados ícones e símbolos padronizados que se dividem em três categorias: Fluxo de material, fluxo de informação e ícones gerais, Figura 3.

Figura 3: Alguns dos ícones utilizados no desenho do MFV.



Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2012).

Os ícones de forma detalhada podem são descritos no Quadro 2:

Quadro 2: Detalhamento dos Símbolos MFV.

Nº	Símbolo e Significado
01	Fornecedor ou Cliente: São as partes interessadas externas que participam do processo de produção ou consumo de bens e serviços.
02	Processos Compartilhados: São processos que são executados em conjunto por várias áreas ou departamentos da empresa, com o objetivo de maximizar a eficiência e minimizar os custos.
03	Entrega Pedido: É a etapa do processo em que o produto final é entregue ao cliente ou consumidor.
04	Processos Dedicados: São processos que são executados por uma única área ou departamento da empresa, com o objetivo de garantir uma maior eficiência e controle sobre o processo.
05	Fila: É a sequência de itens ou tarefas que aguardam para serem processados ou executados em um determinado processo.
06	Base de Dados: É um conjunto organizado de informações que podem ser utilizadas para consulta ou processamento.
07	Fluxo Eletrônico de Informações: É a transferência de informações entre sistemas ou dispositivos eletrônicos, sem a necessidade de intervenção humana.
08	Trabalhador: É a pessoa que executa as tarefas e atividades em um determinado processo.
09	Fluxo Manual de Informações: É a transferência de informações entre pessoas ou departamentos da empresa, por meio de documentos impressos ou outros meios manuais.
10	Programação: É a definição da sequência e do tempo de execução das tarefas e atividades de um determinado processo.
11	Interrupções: São situações ou eventos imprevistos que podem interromper ou afetar negativamente a execução de um processo.
12	Empurrar: É a estratégia de produção em que os produtos são produzidos com base em previsões de demanda, sem levar em consideração a real demanda do mercado.
13	Recursos “Pulmão”: São estoques intermediários utilizados para balancear a capacidade de produção e a demanda do mercado.
14	Recursos “Segurança”: São recursos adicionais que são mantidos em reserva para lidar com possíveis variações na demanda ou no processo.
15	Rota do Entregador: É a sequência de locais ou endereços em que os produtos devem ser entregues aos clientes.
16	Quadro “Pitch”: É um quadro visual utilizado para apresentar informações de forma clara e objetiva.
17	Kanban: É uma ferramenta utilizada para gerenciar a produção, que consiste em cartões que representam as tarefas e atividades a serem executadas.
18	Supermercado: É um tipo de estoque utilizado em processos de produção just-in-time, em que os materiais são mantidos em um local próximo à linha de produção.
19	Célula de Trabalho – U: É um tipo de estrutura organizacional utilizada para agrupar trabalhadores em equipes multifuncionais, com o objetivo de aumentar a eficiência e a produtividade.
20	Transportador: É um equipamento utilizado para transportar materiais ou produtos de um ponto a outro em um determinado processo.
21	Caixa “Heijunka”: É uma técnica utilizada para nivelar a produção, que consiste em produzir lotes de produtos em uma sequência determinada.

22	Puxar: É a estratégia de produção em que os produtos são produzidos com base na demanda real do mercado, evitando o excesso de estoques e minimizando desperdícios.
23	FIFO: É uma sigla que significa "first in, first out", ou seja, primeiro que entra, primeiro que sai.
24	Melhorias Kaizen: é uma abordagem de melhoria contínua que busca identificar oportunidades de melhorias em processos, produtos e serviços, e implementar mudanças de forma gradual e sistemática.

Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2012).

Ao mapear o fluxo de valor, é importante considerar o quadro geral como um todo, e não apenas otimizar partes individuais dos processos. Para ter uma visão sistêmica, é preciso analisar todo o caminho de transformação de material e informação envolvido na produção de um produto, o qual pode abranger outras unidades produtivas e empresas (MARTINS e CLETO, 2017, p.63).

Souza (2020), destaca que além de contribuir na constatação de melhorias nos processos, possibilitará mais agilidade, buscando um fluxo mais enxuto, retirando o que não agrega valor na visão do cliente o que reflete ganho para toda a organização, sendo “definido como um diagrama que demonstra o desenho de todas as etapas por onde passam a transformação dos recursos, informações e atividades necessárias para atendimento das demandas dos clientes, do início ao fim” (MACHADO, 2019, p. 42).

2.6 Diagrama de Espaguete (DE)

O diagrama de espaguete é uma representação gráfica comum em análise de processos que mostra a trajetória de um objeto ou atividade ao longo do tempo. A principal característica desse diagrama é que ele é altamente visual e permite identificar facilmente padrões e tendências ao longo do tempo. Um exemplo de aplicação do diagrama de espaguete é em estudos de fluxo de trabalho, onde é possível identificar gargalos e atrasos em um processo.

Segundo Berman et al. (2016), o diagrama de espaguete é uma ferramenta útil para visualizar o fluxo de materiais e pessoas em um processo. O autor destaca que a representação gráfica pode ser utilizada para identificar gargalos e atrasos em um processo, bem como para avaliar a eficiência de diferentes estratégias de melhoria. Além disso, o diagrama de espaguete pode ser combinado com outras ferramentas de análise, como o diagrama de Pareto e o fluxograma, para uma análise mais completa e precisa do processo.

Já para Womack e Jones (2020), o diagrama de espaguete é uma ferramenta importante na identificação de desperdícios em um processo. Os autores destacam que a representação gráfica permite visualizar de forma clara e objetiva as atividades que agregam valor e as

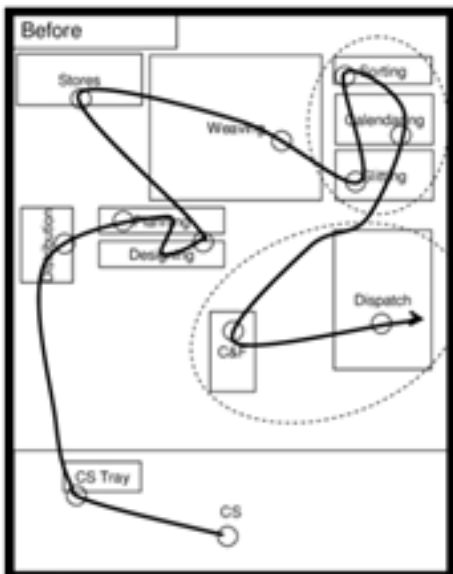
atividades que não agregam valor, como movimentação desnecessária de pessoas ou materiais. Com essa informação, é possível eliminar ou reduzir essas atividades não essenciais, aumentando a eficiência do processo como um todo.

De acordo com Rother e Shook (2021), é possível criar um diagrama de espaguete seguindo um passo-a-passo, que envolve a coleta de dados, a identificação das atividades e o registro da trajetória ao longo do tempo. Os autores destacam a importância de se ter clareza sobre o objetivo da análise e de se envolver a equipe responsável pelo processo na construção do diagrama, a fim de garantir uma visão mais completa e precisa. Além disso, é recomendado utilizar softwares específicos para análise e visualização do diagrama, como o Microsoft Visio ou o Minitab.

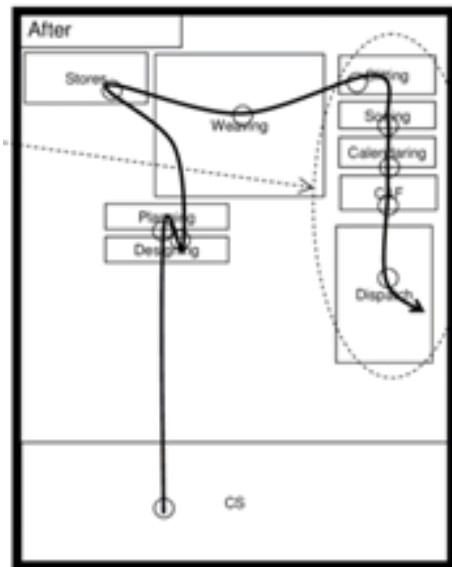
De acordo com Coutinho (2020), as etapas da Aplicação do diagrama de espaguete consistem basicamente, precisa traçar um mapa que contenha todos os caminhos percorridos por pessoas e/ou produtos. Se for feito de qualquer maneira, essa ferramenta simples pode se tornar muito confusa e extremamente difícil de ser analisada. A Figura 4 (a) e (b), mostra um processo antes (à esquerda) e depois (à direita) da aplicação do diagrama de espaguete.

Figura 4: Exemplo de Aplicação do Diagrama de Espaguete.

(a) Antes



(b) Depois



Fonte: Adaptado de Coutinho(2020).

Em resumo, o diagrama de espaguete é uma ferramenta valiosa na análise de processos, permitindo visualizar a trajetória de um objeto ou atividade ao longo do tempo e identificar

gargalos, atrasos e desperdícios. Berman et al. (2016) e Womack e Jones (2020) destacam a utilidade dessa representação gráfica na avaliação da eficiência do processo e na identificação de atividades que agregam ou não valor. A combinação do diagrama de espaguete com outras ferramentas de análise pode fornecer uma visão mais completa e precisa do processo.

2.7 Balanceamento de Linha de Produção

O balanceamento de linha de produção é uma técnica fundamental para otimizar a eficiência do processo produtivo, minimizando o tempo de ciclo e maximizando a utilização dos recursos disponíveis. De acordo com Oztemel et al. (2021), o balanceamento de linha consiste em distribuir as tarefas de forma equilibrada entre os postos de trabalho de uma linha de produção, de modo que cada operador possa realizar sua função de maneira mais eficiente, sem sobrecarga ou subutilização de capacidade. Ainda segundo os autores, a abordagem de balanceamento de linha é particularmente relevante em indústrias de manufatura com alto volume de produção, onde pequenas variações no tempo de execução de cada tarefa podem ter um impacto significativo na produtividade geral.

Para garantir um balanceamento adequado, é necessário considerar uma série de fatores que podem afetar a distribuição das tarefas, como a habilidade e treinamento dos operadores, a disponibilidade de recursos e equipamentos, as restrições de tempo e espaço, entre outros. Nesse sentido, Yang et al. (2022) destacam a importância de se aplicar técnicas avançadas de simulação e modelagem matemática para otimizar o balanceamento de linha, de forma a reduzir custos, aumentar a eficiência e melhorar a qualidade do produto final. Os autores propõem um modelo de otimização combinando a simulação de Monte Carlo e o algoritmo genético para otimizar o balanceamento de linha de produção em ambientes com alta incerteza.

Por fim, é importante ressaltar que o balanceamento de linha de produção deve ser visto como um processo contínuo e dinâmico, que requer monitoramento constante e ajustes periódicos para manter a eficiência do sistema. Nesse sentido, várias abordagens de melhoria contínua têm sido propostas por autores como Reiner et al. (2020), incluindo o uso de ferramentas de análise de fluxo de trabalho, a revisão constante dos tempos de ciclo e a implementação de novas tecnologias, como a robótica e a inteligência artificial, para aprimorar a eficiência e eficácia do processo produtivo.

2.8 Ergonomia

De acordo com a ABERGO - Associação Brasileira de Ergonomia (2020), a ergonomia com uma disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas, e à aplicação de teorias, princípios, dados e métodos a projetos a fim de otimizar e o bem-estar humano e o desempenho global do sistema.

Ainda de acordo com a IEA (2020), no estudo da ergonomia há ainda três áreas principais de especialização, Quadro 3.

Quadro 3: Áreas de Especialização da Ergonomia.

Ergonomia	Física	Relaciona-se a postura no trabalho, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho, projeto de posto de trabalho, segurança e saúde.
	Cognitiva	Refere-se aos processos mentais, ou seja, a carga mental de trabalho, tomada de decisão, desempenho especializado, interação homem computador, stress e treinamento conforme esses se relacionem a projetos envolvendo seres humanos e sistemas.
	Organizacional	Relacionado à otimização dos sistemas sociotécnicos, incluindo suas estruturas organizacionais, políticas e de processos. Aplica-se em projeto de trabalho, organização temporal do trabalho, trabalho em grupo, projeto participativo, novos paradigmas do trabalho, trabalho cooperativo, cultura organizacional, organizações em rede, teletrabalho e gestão da qualidade.

Fonte: Adaptado de IEA (2020).

A ergonomia admite uma interpretação do trabalho bastante ampla, abrangendo não apenas os trabalhos executados com máquinas e equipamentos, utilizados para transformar os materiais, mas também todas as situações em que ocorre o relacionamento entre o ser humano e uma atividade produtiva de bens ou serviços (IIDA; BUARQUE, 2018).

Os princípios da Ergonomia estão enraizados em valores sociotécnicos. Os princípios e metodologias de design participativo da ergonomia aplicam-se ao design de tarefas, trabalhos, produtos, ambientes, setores e tipos de trabalho. Os princípios da Ergonomia estão enraizados em valores essenciais: (READ et al., 2018 e OIT, 2019 apud IEA, 2021).

- a) Humanos como ativos (recursos de valor),
- b) A tecnologia como ferramenta para ajudar os humanos,
- c) Promoção da qualidade de vida,
- d) Respeito pelas diferenças individuais, e
- e) Responsabilidade para com todas as partes interessadas.

2.9 Plano de Ação Kaizen: 5W1H

Segundo Godoy (2023), um dos princípios mais empregados para diminuição de desperdícios refere-se à metodologia japonesa Kaizen, originada de duas palavras “Kai” que significa mudança e “Zen” que significa para melhor, ou seja, mudar para melhor, a qual possibilita contínuas melhorias na organização.

Para Fontes (2017), a metodologia Kaizen tem se mostrado eficaz na implantação de melhorias contínuas baseadas na Manufatura Enxuta, apresentando resultados satisfatórios em um curto período de tempo e com baixo custo de investimento. Isso se deve ao fato de que apenas boas ideias são necessárias, especialmente daqueles que conhecem o processo e têm o desejo de melhorá-lo.

No *Kaizen*, uma das principais razões para engajar os funcionários na melhoria contínua é a suposição de que as pessoas mais próximas do processo de trabalho são mais adequadas para identificar rapidamente áreas que necessitam de melhorias e, conseqüentemente, implementar planos de ação (ULHASSAN et al., 2015).

Hambach, Kummel e Matternich (2017), apontam que para garantir a prática da melhoria contínua por todos os colaboradores, é necessário ter quatro elementos fundamentais: entendimento, competência, habilidade e comprometimento. Os participantes precisam entender a importância da melhoria na empresa e como cada um pode contribuir. Além disso, devem possuir competências e conhecimentos para solucionar problemas e oferecer ideias e sugestões. Por fim, é imprescindível que estejam comprometidos com o programa para que possam sempre buscar aprimoramentos nos processos.

Na aplicação do *Kaizen*, podem ser utilizadas ferramentas e planos de ações visando colocar em práticas as melhorias almejadas. A ferramenta 5W1H surge como uma estratégia de qualidade total, principalmente na área de produção, onde há necessidade de estabelecer um plano de ação tático e em um curto espaço de tempo quando algo não está saindo conforme planejado. Assim para o setor produtivo esta ferramenta também foi utilizada de maneira bem-sucedida em outra área da organização, já permite organizar um conjunto de ações planejadas de forma clara e objetiva (DANIEL; MURBACK, 2014, p.29).

De acordo com Burtet (2022), cada letra da ferramenta 5W1H é a inicial de uma palavra em inglês:

- a. What - O QUE. O que será feito – A ação em si.
- b. Why - POR QUÊ. Porque será feito – Justificativa.

- c. Where - ONDE. Local onde será feito.
- d. When - QUANDO. Quando será feito – Tempo.
- e. Who - QUEM. Quem realizará a tarefa – Responsável.
- f. How – COMO. Como será feito – Método.

Por fim, a metodologia Kaizen está ganhando cada vez mais espaço nas organizações, pois tem como objetivo promover mudanças para melhorar, envolvendo todos os membros da empresa, desde operadores do chão de fábrica até gerentes (Sundararajan & Terkar, 2022).

3 METODOLOGIA

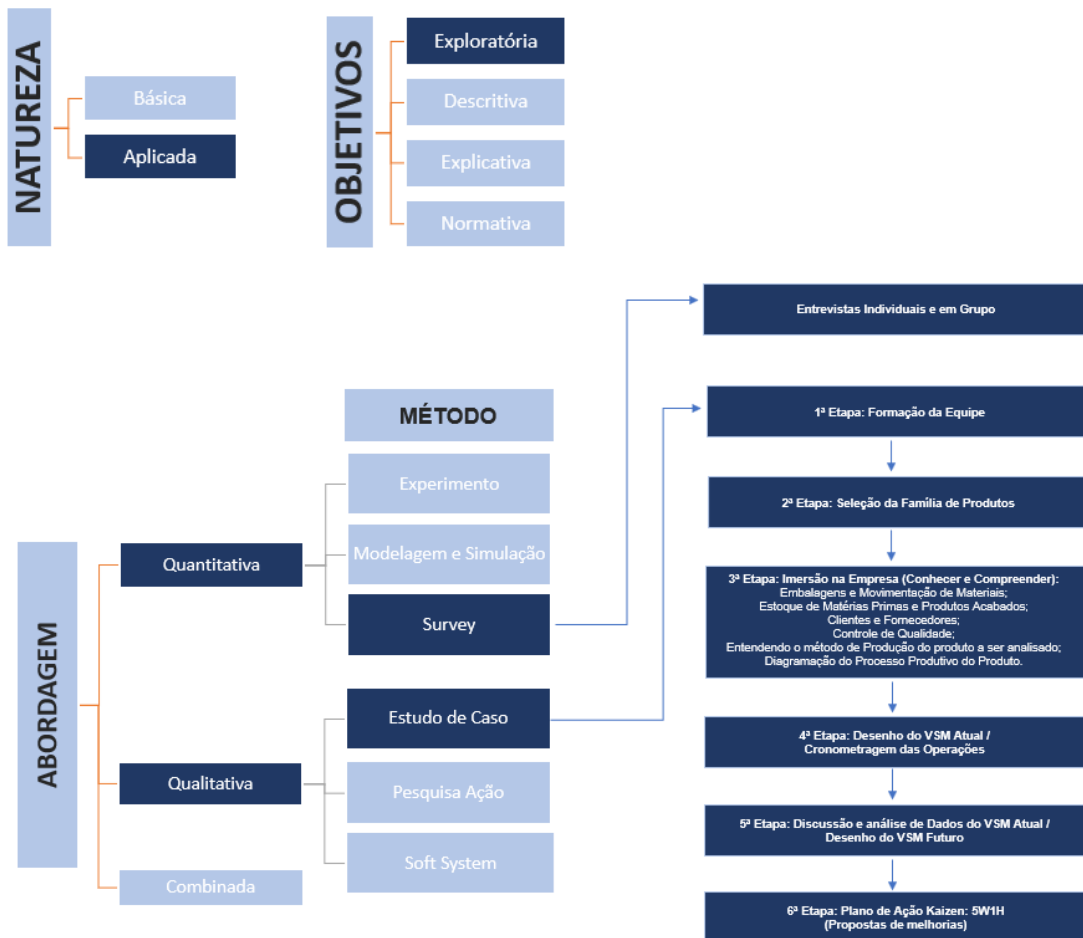
Esta seção detalha os aspectos metodológicos da pesquisa, como sua caracterização metodológica, sobre o estudo de caso, detalhando as etapas percorridas e caracterização da empresa.

3.1 Caracterização da pesquisa

De acordo com Miguel (2007), a importância metodológica de um trabalho pode ser justificada pela necessidade de um embasamento científico adequado e pela busca da melhor abordagem para abordar as questões da pesquisa. Ele também explica que as pesquisas mais comuns em engenharia de produção incluem teórico-conceituais, estudo de caso, surveys, modelamento e simulação, pesquisa-ação, pesquisa bibliográfica e pesquisa experimental.

A figura 5 sintetiza a classificação desta pesquisa quanto a sua abordagem, método, objetivo e natureza.

Figura 5: Classificação da Pesquisa.



Fonte: O autor (2023).

Esta pesquisa é caracterizada como qualitativa, utilizando observação direta do processo produtivo e coleta de dados por meio de entrevistas, questionários e registros de desempenho, entre outras técnicas. Além disso, envolve a análise de dados quantitativos, como tempo de ciclo de produção, tempo de espera e tempo de movimentação de materiais, entre outros indicadores de desempenho. A combinação de dados qualitativos e quantitativos é essencial para uma análise completa e detalhada do processo produtivo da empresa, permitindo a identificação de oportunidades para melhoria contínua. pode-se concluir que a pesquisa descrita neste texto foi realizada utilizando uma abordagem qualitativa combinada com dados quantitativos, com o objetivo de analisar o processo produtivo de uma empresa. A metodologia de estudo de caso foi selecionada como a mais adequada para este propósito.

3.2 Estudo de Caso

Yin (2022), afirma que estudo de caso é uma pesquisa que se concentra na análise detalhada de uma situação específica, como um evento, um processo ou um fenômeno. Para Santos (2018), o Método denominado Estudo de Caso procura responder questões que envolvem o fenômeno e o contexto de uma pesquisa. Este método holístico procura compreender as questões do mundo real, porém não exerce controle sobre as ocorrências. Para tanto utiliza perguntas do tipo Como e Por que. A partir de tais premissas analisam-se os dados, fato que pode ocorrer de forma indutiva, dedutiva ou abdutiva segundo o contexto da pesquisa.

Como diretriz, para este estudo foram seguidas as etapas definidas por Rother & Shook (2012), sendo elas: definição da equipe, seleção da família de produtos, imersão, desenho do MFV atual, desenho do MFV futuro racionalizado e por fim, a elaboração de um plano de ação kaizen 5W1H visando a implantação das melhorias com sugestões.

1ª Etapa - Formação da Equipe: Passo inicial da parte prática do trabalho, onde será constituído a equipe que participará direta ou indiretamente no processo de mapeamento do fluxo de valor. Buscará envolver todos os colaboradores que fazer parte do elo produtivo da empresa analisada.

2ª Etapa – Seleção da Família de Produtos: Nessa fase será analisado o processo de produção para o desenho do MFV atual, o produto que engloba a maior parte das operações de fabricação e que é mais vendido pela empresa. O produto escolhido deverá também representar um percentual significativo de produção do mês de outubro de 2022, mês da execução deste estudo de caso.

3ª Etapa - Imersão na Empresa: Considerado uma das fases mais cruciais do projeto,

onde será possível obter o máximo possível de dados que ajudarão no desenho do mapa atual e na análise das informações. Essa etapa consiste em conhecer e compreender como funciona o processo de produção do produto a ser analisado. Basicamente a imersão ocorrerá por meio de visitas técnicas na planta fabril, além de entrevistas com colaboradores, análise de indicadores de produção, entre outros.

4ª Etapa – Desenho do MFV Atual e Cronometragens das Operações: Pode ser considerado uma das fases mais críticas deste projeto, pois qualquer informação anotada de forma equivocada ou errada pode alterar o resultado final que se busca alcançar, comprometendo a pesquisa. O desenho será feito diretamente na linha de produção, acontecendo nos dias de produção do produto a ser analisado e como materiais será utilizado folhas de sulfite, caderno, lápis, caneta e borracha. As cronometragens ocorrerão simultaneamente com a operação de desenhar o mapa atual, sendo utilizado como material de apoio prancheta, folha de sulfite e relógio digital. Durante essa fase será possível ainda obter algumas variáveis importantes, tais como, o tempo de ciclo, tempo de setup, número de operadores, takt time e o lead time do processo produtivo.

5ª Etapa – Discussão e Análise de Dados do MFV atual e Desenho do MFV Futuro: Nesta fase será focado em revisar e analisar os dados obtidos por meio das cronometragens e do desenho do mapa atual, tendo como objetivo identificar a presença de gargalos e limitantes na produção e se há desperdícios e onde estão concentrados. Nessa atividade, a equipe pôde analisar ainda quais melhorias podem ser feitas e como podem ser implantadas. No desenho do mapa de estado futuro, incorpora-se as mudanças sugeridas durante a análise e discussão dos dados, remodelando o mapa antes elaborado. Ou seja, a construção de um novo mapa com as melhorias identificadas.

6ª Etapa – Plano de Ação Kaizen 5W1H (Propostas de Melhorias): Na etapa final, é elaborado um plano de ação que apresenta várias alternativas viáveis para a implantação das melhorias propostas no MFV futuro pela empresa em questão. Esse plano de ação é cuidadosamente elaborado com o objetivo de maximizar a eficiência e minimizar os custos, garantindo que as melhorias sejam implementadas de forma eficaz.

3.3 Caracterização da Empresa

A empresa foi fundada em 1990, situando-se na cidade de Lorena, no estado de São Paulo, as margens do Rio Paraíba do Sul, atuando na fabricação de óleos lubrificantes, fluídos de refrigeração, protetivos (anticorrosivos) e desengraxantes (líquidos em pós) para empresas

metal-mecânica de todo o Brasil. A área fabril é dividida em várias partes, incluindo o Pátio, que contém o estoque de produtos e matérias-primas líquidas, além de ser o local de movimentação de embarque e desembarque. Também há o Escritório, onde fica o PCP, a Linha de Produção, o Laboratório de Inovação e Pesquisa, o estoque de matérias-primas em pó e áreas comuns, como a Sala de Espera, a cozinha e os banheiros, Figura 6a, 6b, 6c e 6d.

Figura 6a, 6b, 6c e 6d: Fachada da empresa e área do Pátio.



Fonte: Fornecido pela empresa e adaptado pelo autor (2023).

Para uma melhor compreensão da empresa em questão, é possível observar as figuras 6a e 6b, que ilustram como era a fachada anteriormente. Já a figura 6d representa a fachada atual da empresa, possibilitando uma comparação visual das mudanças ocorridas. Além disso, a figura 6c apresenta o pátio interno da empresa, fornecendo mais informações sobre a estrutura física do local.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção descreve os resultados encontrados, a partir da aplicação do Estudo de Caso, por meio da execução das 6 etapas definidas na metodologia. Além disso, esclarece o tratamento dos dados, os cálculos feitos e discute os estados atual e futuro no qual o processo foi mapeado.

4.1 Formação da Equipe (1ª Etapa)

Atualmente a empresa conta com um total de 07 (sete) colaboradores, entre produção, laboratório de pesquisa e desenvolvimento, vendas e administrativo, Quadro 4.

Quadro 4: Relação de colaboradores e funções.

Nome	Cargo	Síntese das Principais Atribuições
M1	Proprietário e Responsável químico	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Vendas; ✓ Atendimento ao Cliente; ✓ Responsável Químico e pelo lançamento de Novos Produtos.
L	Prestadora de Serviços	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Representação Comercial e de Vendas; ✓ Desenvolvimento de Novos Produtos.
A1	Assistente Administrativo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cadastro do Pedido no sistema ERP, gerando a (OP); ✓ Emissão de Nota Fiscal; ✓ Retira e análise amostra do produto fabricado; ✓ Liberação do produto fabricado.
J	Assistente Técnico	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Executa suas atividades dentro da planta do Cliente de maior peso, montando o planejamento mensal de produção desse cliente e abastecendo a linha conforme sua necessidade; ✓ Faz análises, verificando oportunidades que possam surgir.
A2	Operador de Produção	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Higienização, descontaminação e Pintura do Tambor de TR; ✓ Pesagem da matéria prima; ✓ Inserção da matéria prima no equipamento misturador; ✓ Pesagem e Embala produto final; ✓ Acompanhamento da fabricação no misturador.
R	Auxiliar de Produção	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Higienização, descontaminação e Pintura do Tambor de TR; ✓ Pesagem da matéria prima; ✓ Inserção da matéria prima no equipamento misturador; ✓ Pesagem e Embala produto final; ✓ Acompanhamento da fabricação no misturador.
M2	Auxiliar de Produção	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Separa matérias primas e coloca produto final no local de embarque (Empilhadeira); ✓ Higienização, descontaminação e Pintura do Tambor de TR; ✓ Retira amostra no misturador; ✓ Pesagem e Embala produto final; ✓ Preenchimento da ficha OP.

Fonte: O autor (2023).

Após o levantamento verificou-se que todos os funcionários deveriam ser incluídos na equipe, onde de forma direta ou mesmo que indiretamente poderiam contribuir com

informações relevantes para o sucesso deste estudo.

4.2 Seleção da Família de Produtos (2ª Etapa)

A segunda etapa do processo de construção do VSM Atual desenvolvida por Rother e Shook (2012), está na seleção da família de produto onde a empresa conta com uma gama de produtos, Quadro 5.

Quadro 5: Linha de Produtos.

Linha de Produto	Modalidade	Nomenclaturas
Fluídos de Refrigeração	Sintéticos	LORN LUB ST – 400 LORN LUB ST – 500 LORN LUB ST – 600
	Semissintéticos	LORN LUB SMS – 1100 LORN LUB SMS – 1200 LORN LUB SMS – 1500
	Minerais Solúveis	LORN LUB MS – 55 LORN LUB MS – 85 LORN LUB MS – 105
	Minerais Integrais	LORN LUB ILV S – 10 LORN LUB ILV S – 20 LORN LUB ILV S – 30
Lubrificante de Deformação	Minerais	LORN STAMP M – 100 LORN STAMP M – 200 LORN STAMP M – 300
	Sintéticos	LORN STAMP ST – 650 LORN STAMP ST – 750 LORN STAMP ST – 850
	Emulsões	LORN STAMP M – 225 LORN STAMP M – 250 LORN STAMP M – 375
	Evaporativos	LORN STAMP EVAP – H – 5 LORN STAMP EVAP – H – 10 LORN STAMP EVAP – H – 20
Protetivos (Anticorrosivos)	Solúveis em água	LORN PROT ST – MD LORN PROT AC – 300 LORN PROT GN – 100
	Desaguantes	LORN PROT M-35 LORN PROT M-45 LORN PROT M-65
Desengraxantes	-	LORN CLEAN AC – 10 LORN CLEAN AC – 20 LORN CLEAN AC – 30
	Antiespumante	LORN ANT-7B

Fonte: Dados fornecidos pela empresa (2022).

De forma sucinta as funções e indicações de seus produtos fabricados pode ser descritas conforme Quadro 6.

Quadro 6: Produtos e suas funções.

Produto	Descrição
Fluídos de Refrigeração	São produtos não tóxicos, isentos de nitrito, formol e fenol, porém com elevada resistência à oxidação e à ação de microorganismos. São divididos em minerais integrais, minerais solúveis, semi-sintéticos e sintéticos. São indicados para lubrificação e refrigeração de peças e ferramentas em usinagem e laminação de todos os tipos de metais.
Lubrificante de Deformação	São produtos lubrificantes, com elevada resistência a altas pressões a que são submetidas peças metálicas no processo de deformação. Indicados para lubrificação e refrigeração de peças e ferramentas nos processos de estampagem, repuxo, dobragem, etc., de todos os tipos de metais. Dividem-se em: Minerais, Sintéticos, Emulsões e Evaporativos.
Protetivos (Anticorrosivos)	Dividem-se basicamente em dois tipos: Solúveis em água e Desaguantes. Indicados para a proteção temporária de superfícies metálicas contra a corrosão.
Desengraxantes	São produzidos basicamente pela mistura de sais, hidróxidos e tensoativos. Contam também com a presença de aditivos fundamentais, tais como: Anticorrosivos, antiespumantes, acopladores e tamponadores. Na Indústria metalúrgica são definidos como compostos capazes de remover a oleosidade adquirida pelas peças durante o processo de produção.
Antiespumantes	Desenvolvidos para combater a formação de espuma e evitar a sua formação em estações de tratamento e também, em uma infinidade de processos industriais desenvolvidas a partir de formulações e estudos e possuem caráter não-iônico, podendo ser a base de água, silicone ou óleo.

Fonte: Dados fornecidos pela empresa (2022).

Durante uma das visitas técnicas realizadas, o setor de PCP da empresa estudada informou que, de acordo com o cronograma de produção pré-estabelecido com base nos pedidos de seus clientes, havia uma programação de produção de 31.070 toneladas para o mês de outubro de 2022, que é o período de aplicação deste trabalho, conforme apresentado no Quadro 7.

Quadro 7: Parte da Produção Outubro de 2022.

Cliente	Produto	Denominação	Programação Produção	Situação
Setor Automotivo (Maior Cliente)	LORN STAMP M-250	Lubrificante de Deformação (emulsão)	7.500	Produzido
	LORN STAMP PL-688	Lubrificante de Deformação (emulsão)	2.000	Produzido
	LORN STAMP M-150S	Lubrificante de Deformação (emulsão)	1.000	Produzido
	LORN STAMP M-225	Lubrificante de Deformação (emulsão)	4.000	Produzido
	LORN STAMP M-388	Lubrificante de Deformação (emulsão)	1.400	Produzido
Consórcio	LORN ANT 8AB	Antiespumante	6.000	Produzido
Setor Químico (Novo Cliente)	LORN ANT-7B	Antiespumante	3.800	Programado
Outros Clientes	Produtos Diversos	Produtos Diversos	5.370	Produzido
Total mês outubro 2022: 31.070 toneladas				

Fonte: Dados fornecidos pela empresa (2022).

Conforme apresentado no Quadro 8, os produtos mais solicitados pelos clientes correspondem a aproximadamente 82,5% da produção total, o que indica que esses produtos específicos possuem grande relevância e representam os carros-chefe da empresa. Dentre eles, destaca-se a demanda pelos produtos antiespumante, tanto na versão ANTI8AB quanto na ANT-7B, que correspondem a cerca de 31,6% do total produzido, o que equivale a 9 toneladas e 800 kg.

É importante ressaltar que a produção de antiespumante apresenta uma grande similaridade com o modo de fabricação dos demais produtos, o que justifica a escolha deste item para a construção do MFV atual, como destacado pela equipe responsável pela pesquisa.

4.3 Imersão na Empresa (Conhecer e Compreender) (3ª Etapa)

Nesta subseção, são apresentados dados relevantes obtidos por meio de visitas técnicas e entrevistas com os colaboradores realizadas durante a imersão na sede da empresa. Essa etapa é considerada fundamental para compreender de maneira mais aprofundada o sistema de produção a ser analisado.

Os dados coletados nesta subseção estão divididos em diversas áreas, incluindo Embalagens e Movimentação de Materiais, Estoque de Matérias-Primas e Produtos Acabados, Clientes e Fornecedores, Controle de Qualidade, Entendimento do Método de Produção do Produto a Ser Analisado e Diagramação do Processo Produtivo LORN ANTI-7B. Essa divisão permite uma análise mais organizada e estruturada dos dados levantados durante a imersão na empresa.

4.3.1 Embalagens e Movimentação de Materiais

As matérias primas são recebidas dos fornecedores por meio de embalagens no formato de contêineres de 1000 litros, barril de 70 kg e tambores de Tampa Fixa (TF) e de Tampa Removível (TR), ambos de 200 litros de Aço Carbono. Há ainda o recebimento de sacos de 50 kg de matéria prima em pó, no entanto, corresponde a uma pequena quantidade.

Um diferencial da empresa em relação aos tambores do tipo tampa removível (TR), que eles são reaproveitados para envase de seus produtos fabricados, fazendo antes a lavagem e higienização da embalagem. Já os de tampa fixa (TF), por não sair a tampa não conseguem ser reaproveitados, portanto, assim que esgotado a matéria prima, o tambor (TF) segue para descarte de forma correta por meio de empresa terceirizada certificada, Figura 7a e b.

Figura 7a e b: Tambores TF e TR de 200 Litros em Aço Carbono.

a) Tampa Fixa (TF)



b) Tampa Removível (TR)



Fonte: Dados fornecidos pela empresa (2022).

A empresa utiliza três tipos de embalagens para entrega de seus produtos aos seus clientes, Tambor de Aço Carbono TF e TR de 200 Litros, Contêiner de 1000 Litros e Galão de 70 kg, Figura 8.

Figura 8: Embalagem de Produtos Acabados e Matérias Primas.



Fonte: Dados fornecidos pela empresa (2022).

Para movimentação de materiais como matérias primas e ou produtos acabados, a empresa conta atualmente com os seguintes equipamentos de movimentação, sendo uma empilhadeira, uma paleteira elétrica e duas manuais, dois carrinhos para transporte de tambores e um volante para movimentação dos tambores, Figuras 9a, 9b, 9c, 9d, 9e e 9f.

Figuras 9a, 9b, 9c, 9d, 9e e 9f: Equipamentos de Movimentação disponíveis na empresa.

a) Empilhadeira



b) Carrinho de Transporte 1



c) Carrinho de Transporte 2



d) Paleteira elétrica



e) Paleteira manual



f) Volante de Mov. de Tambores



Fonte: Adaptado pelo autor de Google (2022).

Todos os equipamentos de movimentação destacados são essenciais para o processo de fabricação. A utilização do volante para manuseio e movimentação de tambores pelos colaboradores foi introduzida visando a melhoria da ergonomia e da saúde dos trabalhadores, corrigindo posturas inadequadas, conforme exemplificado na Figura 10.

Figura 10: Exemplo de utilização do volante de movimentação de tambor.

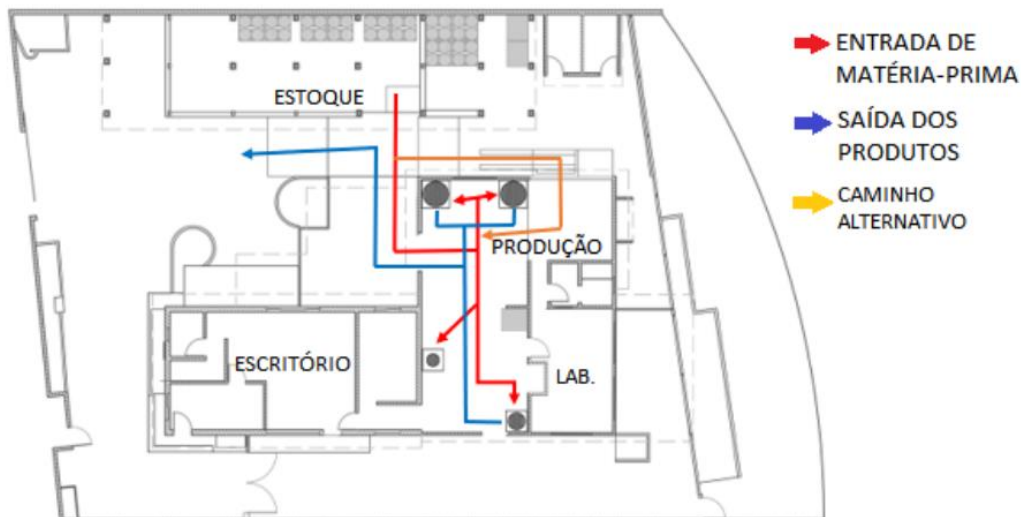


Fonte: Adaptado pelo autor de Google (2022).

4.3.2 Estoque de Matérias Primas e Produtos Acabados

Gonçalves et al. (2019) desenvolveram um trabalho com o objetivo de melhorar o layout do processo produtivo da empresa em questão. Para isso, criaram um raio X que identifica os locais de entrada e saída dos produtos fabricados e matérias-primas, bem como os locais de armazenamento desses materiais, Figuras 11a e 11b.

Figura 11a: Entrada e Saída de Matéria Prima e de Produtos Acabados.



Fonte: GONÇALVES, V. da S., et al (2019).

4.3.4 Controle de Qualidade

Com o objetivo de assegurar a máxima qualidade de seus produtos perante seus clientes, a empresa adota um rigoroso processo de controle de qualidade durante a fabricação. Para cada lote unitário produzido, é retirada uma amostra de 200 ml para análise em um laboratório localizado ao lado da linha de produção. Somente é permitido o envase do produto com resultados de teste dentro dos parâmetros estabelecidos pelos clientes, garantindo a qualidade do produto final.

Para garantir a rastreabilidade do produto e respaldar a empresa em possíveis questionamentos de qualidade, a amostra é armazenada no laboratório por três meses como amostra de contenção. A garrafinha da amostra contém informações básicas, como nome do cliente, lote, número da ordem de produção, cor e mês de produção.

A empresa mantém um compromisso contínuo com a melhoria da qualidade de seus produtos e serviços. Para isso, possui a certificação ISO 9001:2015, auditada pela renomada certificadora TÜV Rheinland, com sede na Alemanha. A ISO é uma organização não governamental e independente que reúne especialistas de todo o mundo para desenvolver padrões internacionais. No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o órgão responsável pela normalização técnica.

A ISO 9001 pode ser adotada por organizações de qualquer porte e campo de atividade. Atualmente, existem mais de um milhão de empresas e organizações em mais de 170 países certificadas pela ISO 9001, o que comprova a sua eficácia na melhoria da qualidade dos processos e produtos.

A International Organization for Standardization (ISO), é uma organização não governamental e independente que reúne especialistas de todo o mundo para desenvolver padrões internacionais. No Brasil, o órgão responsável pela normalização técnica é a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2018).

Qualquer tipo de organização, de qualquer porte, independentemente do seu campo de atividade, pode utilizar a ISO 9001. Existem mais de um milhão de empresas e organizações em mais de 170 países certificadas pela ISO 9001 (ISO, 2021). De forma sucinta, a norma ISO 9001:2015 especifica requisitos para um sistema de gestão da qualidade quando uma organização:

- a) precisa demonstrar sua capacidade de fornecer consistentemente produtos e serviços que atendam aos requisitos do cliente e aos requisitos estatutários e regulamentares aplicáveis
- b) visa aumentar a satisfação do cliente por meio da aplicação efetiva do sistema,

incluindo processos para melhoria do sistema e garantia de conformidade com os requisitos do cliente e estatutários e regulamentares aplicáveis.

Todos os requisitos da ISO 9001:2015 são genéricos e destinam-se a ser aplicáveis a qualquer organização, independentemente do seu tipo ou dimensão, ou dos produtos e serviços que presta (ISO, 2021).

Durante as entrevistas com o gestor da empresa, foram explicados os detalhes do processo de manutenção da certificação ISO 9001. Esse processo envolve auditorias anuais, sendo as primeiras duas pequenas e a terceira mais intensa, com análise de documentação prévia e avaliação presencial na sede da empresa.

Na avaliação do sistema de gestão da qualidade, são considerados diversos aspectos, como a conferência das ordens de produção e notas fiscais, o controle dos produtos em linha de produção (WIP) e a validação da qualidade por meio de instrumentos apropriados. Também são avaliados aspectos relacionados à rastreabilidade dos produtos desde a linha de produção até a entrega ao cliente, além de aspectos ambientais e de segurança, incluindo licenças e autorizações emitidas por órgãos competentes.

Entre as autorizações avaliadas estão a licença de operação da CETESB, a licença do Corpo de Bombeiros, o certificado de licença de funcionamento (CLF) emitido pela polícia federal e o alvará para comércio de produtos químicos controlados emitido pela polícia civil do estado de São Paulo.

Por fim, a certificadora também avalia o índice de satisfação dos clientes e a certificação dos fornecedores de matéria-prima. Dessa forma, a empresa garante a qualidade máxima de seus produtos e a satisfação de seus clientes, seguindo padrões internacionais de gestão da qualidade.

4.3.5 Entendendo o método de produção do produto a ser analisado

Para desenhar o VSM Atual de forma efetiva, é essencial compreender em detalhes tanto a ordem de produção (OP) quanto o processo de produção em si. Durante a entrevista com a assistente administrativa, foi esclarecido que assim que a empresa recebe um pedido do cliente por e-mail ou telefone, ele é cadastrado no sistema de gestão ERP, gerando automaticamente a ordem de produção (OP), que é entregue pessoalmente na linha de produção. Essa ordem de produção contém uma série de informações cruciais que orientam todo o processo de fabricação, tais como especificações químicas das matérias-primas a serem utilizadas, quantidades dos produtos a serem produzidos, tipo de embalagem e equipamento a ser utilizado,

além de informações como o número do lote, o nome do operador de produção e as datas de recebimento do pedido e de entrega do produto ao cliente. O Quadro 8 da OP também contém a sequência correta de colocação das matérias-primas no misturador.

Quadro 08: OP do Antiespumante LORN ANT-7B adaptada.

Início Produção: 25/10/2022		Ordem de Produção (OP): 2942, 2943, 2944 e 2945	
Produto a ser fabricado: LORN ANT-7B Antiespumante			
FLUXO PRODUTIVO			
Ordem de Mistura	Matéria Prima	Quantidade	Embalagem utilizada para envase produto final
1	VMO-60	76 kg	Tambores (TR) 200 Litros
2	GAT-750	76 kg	
3	GAT-520	9,500 kg	
4	GAT-642	85,500 kg	
5	GAT-590	9,500 kg	
6	ÁGUA	693,500 kg	
Total por OP		950 KG	5 Tambores (TR) 190 Litros cada
Total a Produzido		3800 kg	20 Tambores (TR) 190 Litros cada
Proceder conforme método de preparo MP053 - Misturador: MI-003			
Análise Intermediária			
Aspecto: Sem ajuste () Com ajuste () Operador (es): _____		Cor: Excedente: _____ Data:	
Análise do Produto Acabado			
Parâmetro	Especificação	Método Análise	Resultado
Aspecto	Emulsão Semipastosa	004	
Cor	Branco / Amarelado	004	
Densidade (g/cm ³)	1,0 a 0,1	006	
PH %	10 a 1	008	
Viscosidade	400 - 600	011	
Data de Entrega: 10/11/2022			

Fonte: O autor, (2022).

O quadro 08 apresenta a ordem de produção real do produto a ser mapeado, contendo a maioria das informações relevantes. Foram feitas apenas algumas adaptações para consolidar informações comuns e permitir uma visão mais abrangente da produção como um todo.

A fabricação dos produtos ocorre por meio da mistura das matérias-primas no equipamento chamado misturador, que, por meio de reações químicas e tempo de mistura, gera os diversos produtos da empresa, tais como óleos lubrificantes, fluidos de refrigeração, protetivos (anticorrosivos) e desengraxantes (líquidos e em pó).

Atualmente, a empresa possui três misturadores, sendo dois com capacidade de produção de 1000 litros e um com capacidade de 250 kg, conforme ilustrado nas Figuras 12a e b.

Figura 12a: Linha de Produção – Misturadores de 1000 Litros de Matéria Prima.



Fonte: Disponibilizada pela empresa, 2023.

Figura 12b: Linha de Produção – Misturador de 250 kg de Matéria Prima.



Fonte: Disponibilizada pela empresa, 2023.

Antes da produção, os operadores de produção devem separar os tambores TR para limpeza, pintura e higienização. Os tambores são derivados do reaproveitamento da embalagem das matérias primas recebidas passando por esses três processos para ficar adequado ao envase ao produto, evitando contaminação. Os tambores são pintados por spray na cor padronizada de laranja para este produto.

Matéria prima é medida até chegar a quantidade estipulada a ser colocada no misturador e dependendo da quantidade de matéria prima é necessário fazer mais de uma viagem, onde são medidos nos medidores e pesados na balança, confirmando a medição. Há dois tipos de medidor, um é um tambor de plástico com capacidade de 50 litros e um balde de 15 litros.

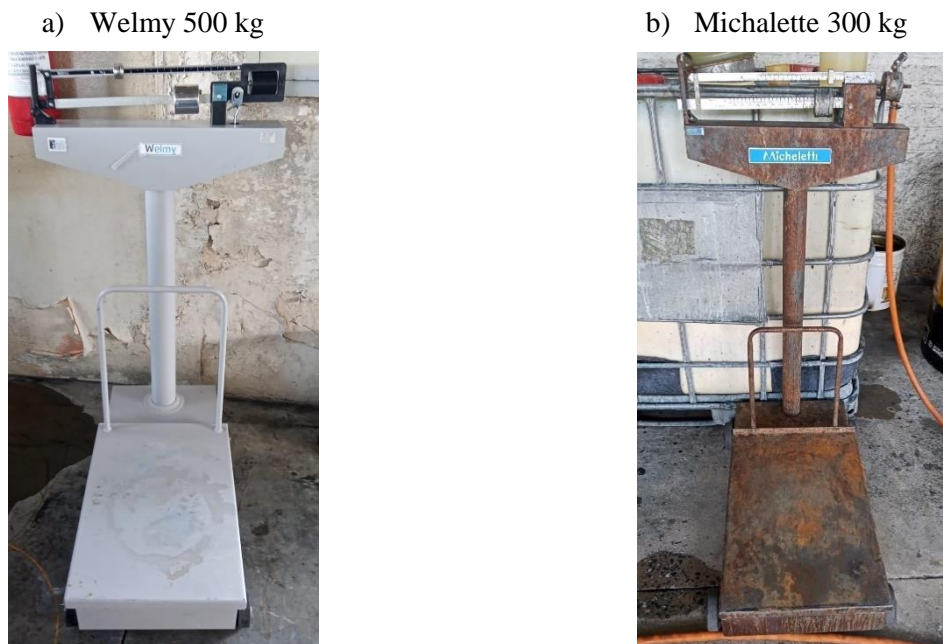
Durante o processo de mistura é retirado por meio do corpo de prova 200 ml para análise de viscosidade afim de verificar se está dentro das especificações do cliente que é entre 400 a 600 centiPoise (cP). De acordo Caetano (2022), a viscosidade é definida como a resistência que um fluido oferece ao seu próprio movimento. É uma propriedade característica de líquidos e de gases. Quanto menor for a viscosidade, maior será a sua capacidade de fluir. O autor explica ainda que o valor inverso da viscosidade é designado por fluidez e que num fluido em movimento, a viscosidade é a relação entre a tensão de corte e o gradiente de velocidade. No SI de unidades, exprime-se em Pascal. segundo (Pa.s); no sistema CGS exprime-se em Poise (símbolo P), sendo $1 \text{ Poise} = 1 \text{ dine. s/cm}^2$. Para Lana (2022), o sistema CGS, adota como unidades fundamentais o centímetro, grama e segundo.

Após o produto ser aprovado no teste de viscosidade, o envase do produto é autorizado e o operador retira 200 ml depositando na garrafinha de amostra disponibilizado pelo setor PCP administrativo e entregando neste mesmo setor que é o responsável pela guarda por três meses, denominado amostra de contenção.

Na OP também já é estipulado o equipamento Misturador que será utilizado, evitando haver a necessidade de setup do equipamento. Explicou-se também que cada tipo de produto foi definido de forma padrão o misturador que será utilizado, Quadro 09.

Para medir a quantidade de matéria prima a ser adicionada no misturador, a empresa possui duas balanças, uma da marca Welmy, Figura 13a com capacidade de medição até 500 kg e outra da marca Michalette, Figura 13b, podendo medir até 300 kg.

Figura 13: Balanças utilizadas na pesagem das matérias primas e produtos acabados.



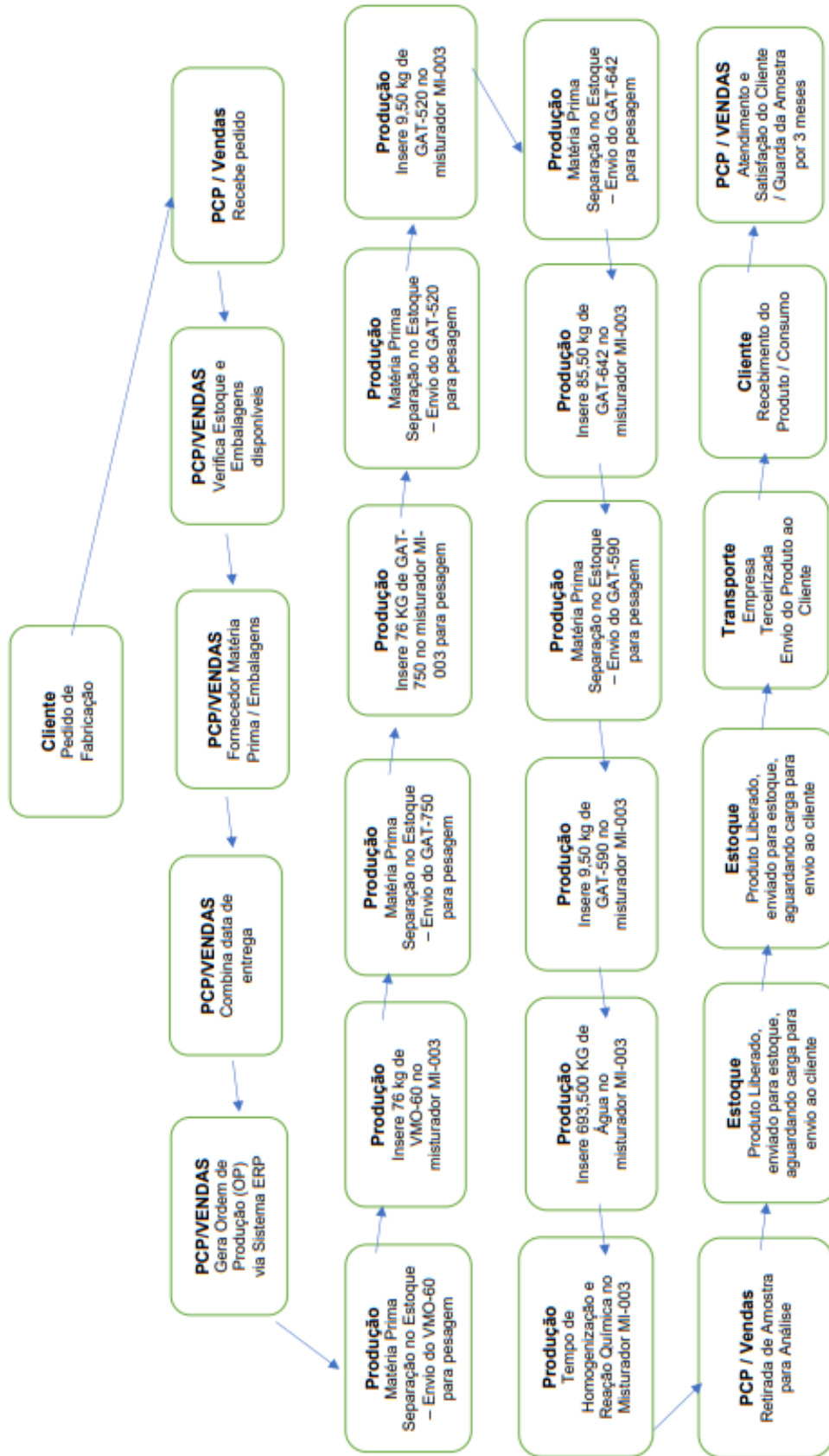
Fonte: Disponibilizada pela empresa, 2023.

É importante destacar que o Antiespumante LORN ANT-7B mapeado foi desenvolvido pela prestadora de serviço L em fase de testes, para um cliente específico que busca eliminar as espumas indesejadas geradas na fabricação do poliestileno (Isopor). Como ainda não houve um pedido formal do cliente, a empresa optou por antecipar a produção do produto por já ter finalizado a produção de todos os outros clientes e ter a linha limpa. Após a produção, o produto será transportado e armazenado por uma empresa terceirizada contratada pelo cliente, e ficará disponível no estoque da terceirizada para retirada conforme a necessidade do cliente.

4.3.6 Diagramação do Processo Produtivo LORN ANTI-7B

Após a imersão na linha produtiva, realização de entrevistas e análise do OP do Antiespumante, foi possível elaborar a Figura 14, que apresenta a diagramação do processo produtivo do produto.

Figura 14: Diagramação do Processo Produtivo do LORN ANT-7B Antiespumante.



Fonte: O autor, (2023).

A elaboração prévia da diagramação do processo produtivo do LORN ANTI 7B demonstrou ser uma medida acertada e de extrema relevância para a simplificação do mapeamento e a compreensão de todo o processo de sua fabricação.

4.4 Desenho do VSM Atual e Cronometragem das Operações (4ª Etapa)

4.4.1 Estudo de tempos, Cronoanálise e medida da capacidade

Essa fase do estudo consistiu em realizar uma análise in loco da linha de produção, com o objetivo de mapear o processo atual. O acompanhamento permitiu identificar os processos atuais, suas precedências, mão de obra e recursos disponíveis. Além disso, foi gerado um relatório contendo os tempos dos processos atuais.

Para complementar o levantamento, foi realizada a técnica de cronoanálise, que possibilitará ao gestor visualizar o tempo padrão de produção, já considerando as tolerâncias, o desvio padrão e sua capacidade produtiva disponível

4.4.1.1 Coleta de dados

Os dados cronometrados foram coletados entre o período de 25/10/2022 a 28/10/2022, junto ao processo de desenvolvimento do desenho do VSM atual, registrando informações importantes do processo.

4.4.1.2 Coleta dos tempos

Para coletar os tempos das operações, utilizou-se um cronômetro digital, uma prancheta, folhas de sulfite, caneta, lápis e borracha. A fabricação do Antiespumante LORN ANT-7B é composta por 13 operações, porém 3 delas (nº 1 - separação dos tambores, nº 2 - pintura e nº 13 - retirada do produto final pela transportadora) foram excluídas dos cálculos por terem invariavelmente apenas um tempo de ciclo, restando assim 10 operações a serem calculadas.

Como destacado por Peinado & Graeml (2021), é necessário obter várias medições de tempo para calcular uma média aritmética entre elas. Nesta pesquisa, foram realizadas quatro medições de tempo, correspondentes às quatro bateladas do produto analisado. A tabela contendo os tempos coletados das respectivas atividades, com base na produção de 4 bateladas de 950 kg cada do produto, pode ser encontrada na Tabela 6.

Tabela 6: Cronometragem das operações.

Nº	Processo	T/C	T/C	T/C	T/C
		1ª Batelada	2ª Batelada	3ª Batelada	4ª Batelada
3	Limpeza dos tambores TR (05 unid.)	4m26s	04m17s	10m02s	10m55s
4	Separação / Pesagem e Inserção no misturador VMO-60 76 kg	04m10s	03m59s	04m06s	04m05s
5	Separação / Pesagem e Inserção no misturador GAT 750 76 kg	03m59s	04m22s	04m04s	04m08s
6	Separação / Pesagem e Inserção no misturador GAT 642 85,50 kg	03m56s	04m56s	04m01s	05m09s
7	Separação / Pesagem e Inserção no misturador GAT 590 9,5 kg	1m15s	01m18s	01m21s	01m15s
8	Separação / Pesagem e Inserção no misturador GAT 520 9,5 kg	0,57s	01m16s	01m24s	01m27s
9	Inserção no misturador Água 693,500kg	12m05s	11m41s	11m03s	11m16s
10	Mistura de matéria prima e acompanhamento	11m02s	12m57s	11m05s	11m32s
11	Envase produto acabado tambor TR (5 unid.)	12m05s	18m01s	20m01s	12m12s
12	Guarda no estoque de expedição	09m56s	50m06s	23m36s	10m27s

Fonte: O autor (2023).

A Tabela 6 mostra os tempos de ciclo coletados para cada uma das 10 operações principais, considerando a produção de 4 bateladas de 950 kg do produto. Para facilitar os cálculos do tempo médio e outras equações, os dados foram convertidos para segundos e apresentados na Tabela 7.

Tabela 7: Transformação de minutos para segundos.

Nº	Processo	T/C	T/C	T/C	T/C
		1ª Batelada	2ª Batelada	3ª Batelada	4ª Batelada
3	Limpeza dos tambores TR (05 unid.)	266s	257s	602s	655s
4	Separação / Pesagem e Inserção no misturador VMO-60 76 kg	250s	239s	246s	245s
5	Separação / Pesagem e Inserção no misturador GAT 750 76 kg	239s	262s	244s	248s
6	Separação / Pesagem e Inserção no misturador GAT 642 85,50 kg	236s	296s	241s	309s
7	Separação / Pesagem e Inserção no misturador GAT 590 9,5 kg	75s	78s	81s	75s
8	Separação / Pesagem e Inserção no misturador GAT 520 9,5 kg	57s	76s	84s	87s
9	Inserção no misturador Água 693,500kg	725s	701s	663s	676s
10	Mistura de matéria prima e acompanhamento	662s	777s	665s	692s
11	Envase produto acabado tambor TR (5 unid.)	725s	1081	1201s	732s
12	Guarda no estoque de expedição	596s	3006s	1416s	627s

Fonte: O autor (2023).

Após a coletas dessas informações preliminares foi necessário colocar os dados na equação $n = \left(\frac{z \times R}{E_r \times d_2 \times \bar{x}} \right)^2$

As letras da fórmula representam:

N = Número de ciclos a serem cronometrados;

Z = Coeficiente de distribuição normal para uma probabilidade determinada

R = Amplitude da amostra;

Er = Erro relativo da medida;

d₂ = Coeficiente em função do número de cronometragens realizadas preliminarmente;

\bar{x} = Média dos valores das observações.

Para os valores de R e \bar{x} é necessário utilizar os dados das cronometragens preliminares para obtê-los. A amplitude da amostra (R) se refere à diferença entre o maior e o menor valor em uma amostra, basta subtrair o menor valor do maior valor para obter a amplitude, ou seja, R= valor máximo - valor mínimo, Tabela 8.

Tabela 8: Cálculo da Amplitude da Amostra (R).

Nº	Processo	T/C 1	T/C 2	T/C 3	T/C 4	Valor máximo	Valor mínimo	(R)
3	Limpeza dos tambores TR (05 unid.)	266s	257s	602s	655s	655	257	398
4	Separação / Pesagem e Inserção no misturador VMO-60 76 kg	250s	239s	246s	245s	250	239	11
5	Separação / Pesagem e Inserção no misturador GAT 750 76 kg	239s	262s	244s	248s	262	239	23
6	Separação / Pesagem e Inserção no misturador GAT 642 85,50 kg	236s	296s	241s	309s	309	236	73
7	Separação / Pesagem e Inserção no misturador GAT 590 9,5 kg	75s	78s	81s	75s	81	75	06
8	Separação / Pesagem e Inserção no misturador GAT 520 9,5 kg	57s	76s	84s	87s	87	57	30
9	Inserção no misturador Água 693,500kg	725s	701s	663s	676s	725	663	62
10	Mistura de matéria prima e acompanhamento	662s	777s	665s	692s	777	662	115
11	Envase produto acabado tambor TR (5 unid.)	725s	1081	1201s	732s	1201	725	476
12	Guarda no estoque de expedição	596s	3006s	1416s	627s	3006	596	2410

Fonte: O autor (2023).

No cálculo da média somou os valores dos tempos e dividiu o resultado pela quantidade de tempos, exemplo: $\bar{x} = (\text{Tempo 1} + \text{Tempo 2} + \text{Tempo 3} + \text{Tempo 4}) / 4$, Tabela 9.

Tabela 9: Cálculo da Média (\bar{x})

Nº	Processo	T/C 1	T/C 2	T/C 3	T/C 4	\bar{x}
3	Limpeza dos tambores TR (05 unid.)	266s	257s	602s	655s	1780/4 = 445
4	Separação / Pesagem e Inserção no misturador VMO-60 76 kg	250s	239s	246s	245s	980/4 = 245
5	Separação / Pesagem e Inserção no misturador GAT 750 76 kg	239s	262s	244s	248s	993/4 = 248,25
6	Separação / Pesagem e Inserção no misturador GAT 642 85,50 kg	236s	296s	241s	309s	1082/4 = 270,5
7	Separação / Pesagem e Inserção no misturador GAT 590 9,5 kg	75s	78s	81s	75s	309/4 = 77,25
8	Separação / Pesagem e Inserção no misturador GAT 520 9,5 kg	57s	76s	84s	87s	304/4 = 76
9	Inserção no misturador Água 693,500kg	725s	701s	663s	676s	2765/4 = 691,25
10	Mistura de matéria prima e acompanhamento	662s	777s	665s	692s	2796/4 = 699
11	Envase produto acabado tambor TR (5 unid.)	725s	1081	1201s	732s	3739/4 = 934,75
12	Guarda no estoque de expedição	596s	3006s	1416s	627s	5645/4 = 1411,25

Fonte: O autor (2023).

Peinado & Graeml (2021) afirmam ainda que, nesse tipo de estudo, o grau de confiabilidade geralmente está entre 90% e 95%, e o erro relativo aceitável é de 5% a 10%. Por esse motivo, utilizou-se o grau de confiança de 95% fornecido pela Tabela 2, o valor do coeficiente de número de medições da Tabela 3 e um erro relativo de medição de 5%, chegando-se aos dados apresentados na Tabela 10.

Tabela 10: Determinação do número de ciclos.

Nº	Processos	Variáveis de determinação do nº de ciclos					
		\bar{x}	R	Z (95%)	E_r	d_2	n
03	Limpeza dos tambores TR (05 unid.)	445s	398	1,96	0,05	2,059	290,02
04	Separação, Pesagem e Inserção no misturador VMO-60 76 kg	245s	11	1,96	0,05	2,059	0,72
05	Separação, Pesagem e Inserção no misturador GAT 750 76 kg	248,25s	23	1,96	0,05	2,059	3,09
06	Separação, Pesagem e Inserção no misturador GAT 642 85,50 kg	270,50s	73	1,96	0,05	2,059	26,42
07	Separação, Pesagem e Inserção no misturador GAT 590 9,5 kg	77,25s	06	1,96	0,05	2,059	2,19
08	Separação, Pesagem e Inserção no misturador GAT 520 9,5 kg	76s	30	1,96	0,05	2,059	56,55
09	Inserção no misturador Água 693,500kg	691,25s	62	1,96	0,05	2,059	2,89
10	Mistura de matéria prima e acompanhamento	699s	115	1,96	0,05	2,059	9,79
11	Envase produto acabado tambor TR (5 unid.)	934,75s	476	1,96	0,05	2,059	93,31
12	Guarda no estoque de expedição	1411,25s	2410	1,96	0,05	2,059	1059,90

Fonte: O autor (2023).

Observando a tabela 10, é possível notar que as operações de número 3, 6, 8, 10, 11 e 12 apresentaram uma necessidade de realizar mais cronometragens, já que o coeficiente de variação ficou acima do valor aceitável para o erro relativo de 5%. Por outro lado, as operações de número 4, 5, 7 e 9 tiveram uma quantidade suficiente de tomadas de tempo, conforme o grau de confiança adotado.

Para futuros estudos, seria interessante realizar um número maior de medições nas operações que apresentaram um coeficiente de variação acima do valor aceitável. Devido ao período limitado deste trabalho, as limitações de tempo podem ter afetado a quantidade de medições realizadas. Portanto, é importante aumentar o número de medições para aumentar a precisão e a confiabilidade dos resultados.

4.4.1.3 Determinação do tempo normal (TN) e do tempo padrão (TP)

Através das cronometragens executadas inicialmente, foi estabelecido o número de coletas de dados necessário para a definição do tempo de ciclo de cada atividade do sistema de produção.

Por meio das tabelas 4 e 5, que descrevem a habilidade e o esforço exigidos em cada atividade do processo, e por meio da equação 2, foi possível determinar os tempos normais (TN) das operações listadas na tabela 11.

Tabela 11: Tempo normal dos processos.

Nº	Processos	Cálculo do tempo normal (TN)			
		TC \bar{x}	Habilidade	Esforço	TN (s)
03	Limpeza dos tambores TR (05 unid.)	445s	0,1	0,05	489,5s
04	Separação, Pesagem e Inserção no misturador VMO-60 76 kg	245s	0,1	0,05	281,75s
05	Separação, Pesagem e Inserção no misturador GAT 750 76 kg	248,25s	0,1	0,05	285,49s
06	Separação, Pesagem e Inserção no misturador GAT 642 85,50 kg	270,50s	0,1	0,05	297,55s
07	Separação, Pesagem e Inserção no misturador GAT 590 9,5 kg	77,25s	0,1	0,05	84,98s
08	Separação, Pesagem e Inserção no misturador GAT 520 9,5 kg	76s	0,1	0,05	83,4s
09	Inserção no misturador Água 693,500kg	691,25s	0,1	0,05	760,38s
10	Mistura de matéria prima e acompanhamento	699s	0,1	0,05	768,9s
11	Envase produto acabado tambor TR (5 unid.)	934,75s	0,1	0,05	1028,22s
12	Guarda no estoque de expedição	1411,25s	0,1	0,05	1552,8s

Fonte: O autor (2023).

No cálculo do TN da tabela 10, por exemplo, levou-se em consideração a fórmula TN = TM * (1 + 0,1 * (NH - 1) + 0,05 * (NE - 1))

onde:

TN = tempo normal

TM = tempo médio

NH = habilidade do operador (1 para habilidade fraca, 2 para habilidade normal e 3 para habilidade alta)

NE = esforço do operador (1 para esforço fraco, 2 para esforço normal e 3 para esforço alto)

Agora, substituindo os valores: TN = 445 * (1 + 0,1 * (2 - 1) + 0,05 * (1 - 1)) TN = 445 * (1 + 0,1 * 1 + 0,05 * 0) TN = 445 * 1,1 TN = 489,5 segundos. Portanto, o tempo normal da operação de Limpeza dos tambores TR (05 unid.) com operadores de habilidades normais e esforço fraco é de 489,5 segundos. A mesma equação foi utilizada para o cálculo do TN das demais operações, no entanto, levando-se em consideração e ajustando os fatores de habilidade e esforço.

É interessante notar que quase todas as etapas, o tempo médio é menor que o tempo normal, o que sugere que a equipe de produção está fazendo um bom trabalho em manter o

processo em movimento e cumprir os prazos estabelecidos. Entretanto, importante continuar a monitorar esses tempos e fazer ajustes no processo, se necessário, para manter o desempenho ideal.

Com a obtenção dos valores do TN das operações, tornou-se possível calcular o tempo padrão levando-se em consideração o fator de tolerância, Tabela 12.

Tabela 12: Determinação do Tempo Padrão de cada processo.

Nº	Processos	Cálculo de Tempo Padrão TP (s)		
		TN (s)	Fator de Tolerância	TP (s)
03	Limpeza dos tambores TR (05 unid.)	489,5s	0,05	514,98s
04	Separação, Pesagem e Inserção no misturador VMO-60 76 kg	281,75s	0,05	295,84s
05	Separação, Pesagem e Inserção no misturador GAT 750 76 kg	285,49s	0,05	299,76s
06	Separação, Pesagem e Inserção no misturador GAT 642 85,50 kg	297,55s	0,05	312,43s
07	Separação, Pesagem e Inserção no misturador GAT 590 9,5 kg	84,98s	0,05	89,23s
08	Separação, Pesagem e Inserção no misturador GAT 520 9,5 kg	83,4s	0,05	87,57s
09	Inserção no misturador Água 693,500kg	760,38s	0,05	798,4s
10	Mistura de matéria prima e acompanhamento	768,9s	0,05	807,34s
11	Envase produto acabado tambor TR (5 unid.)	1028,22s	0,05	1079,63s
12	Guarda no estoque de expedição	1552,8s	0,05	1629,44s

Fonte: O autor (2023).

Para calcular o tempo padrão das operações de forma precisa, é necessário levar em conta fatores que afetam o desempenho dos trabalhadores, como a fadiga. Por isso, é importante calcular o tempo tolerável, que considera esses fatores. Essa fórmula é bastante simples: Tempo Tolerável = Tempo Normal x (1 + Fator de Tolerância), sendo o fator de tolerância definido como 5% no processo de fabricação em questão. A mesma sequência lógica foi utilizada para o cálculo das demais operações, garantindo a coerência e a coesão do processo.

É importante lembrar que os operadores precisam de pausas para lidar com necessidades pessoais e evitar a fadiga durante o trabalho. Existem duas faixas de tolerância: a tolerância

peçoal, que corresponde a 2 a 5% da jornada de trabalho por dia, e a tolerância de fadiga, que está relacionada ao esforço empregado pelo operador durante o dia de trabalho.

Essas pausas são fundamentais para preservar a saúde e segurança dos operadores, conforme destacado por Barnes (1977). Levando em conta as funções executadas pelos operadores e o processo de fabricação, definiu-se o fator de tolerância em 5%, garantindo uma margem segura para lidar com a fadiga e outros fatores que possam afetar o desempenho dos trabalhadores.

4.4.1.4 Medida de Capacidade

Com base nas informações da Tabela 08 e no Takt Time médio, foi possível determinar a Capacidade Produtiva da empresa para a fabricação do antiespumante. De acordo com os dados, é possível produzir uma batelada do produto a cada 1 hora e 30 minutos, o que resulta na produção de 950 kg do produto.

Levando em consideração o tempo de funcionamento diário da empresa, que compreende um único turno das 07h00 às 12h00, é possível produzir um total de 3 bateladas do produto por dia. Isso ocorre porque o tempo total disponível de produção é de 5 horas (das 07h00 às 12h00), o que equivale a 18.000 segundos, e cada batelada é produzida em 1 hora e 30 minutos, ou seja, 5.400 segundos.

Portanto, a Capacidade Produtiva da empresa para a fabricação do antiespumante é de 3 bateladas por dia, o que resulta em uma produção total diária de 2.850 kg do produto (3 x 950 kg). É importante ressaltar que esse valor pode ser alterado de acordo com possíveis variações nos tempos de ciclo ou disponibilidade de produção.

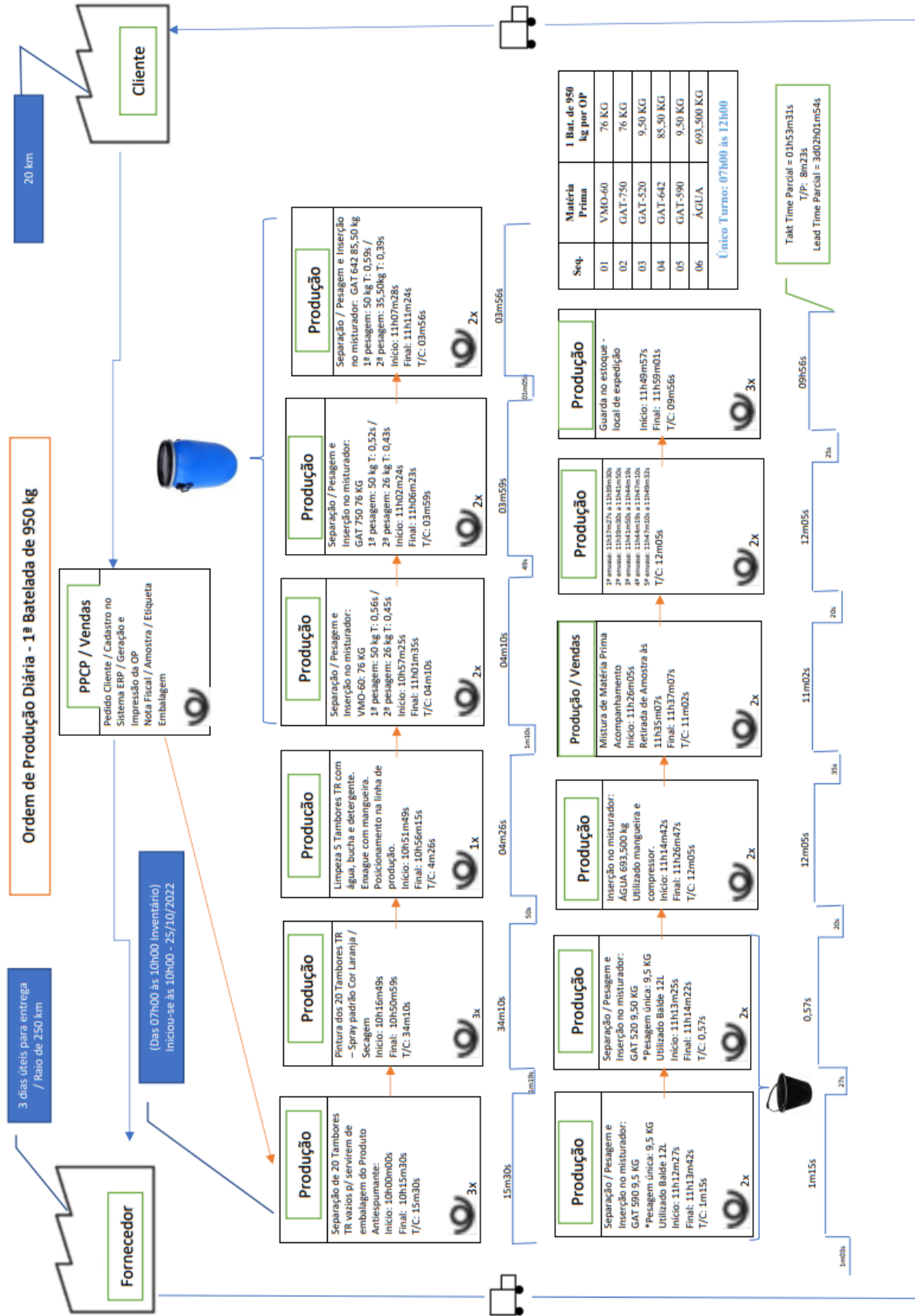
4.4.5 Desenho do MFV Atual

Na construção do MFV atual do produto Antiespumante foi levantado que estava programado para entrar em linha de produção no dia vinte e cinco de outubro de dois mil e vinte dois num total de 3.800 kg do produto LORN ANT-7B, sendo separados em 4 OP de 950 kg cada. Foi explicado pela prestadora de serviços que é separado em 4 bateladas porque a empresa possui a capacidade máxima de preparação de 1000 litros por OP por vez. Verificou-se que também, que o setor administrativo, afim de agilizar o serviço, já deixou impresso as OPs e separou os rótulos das embalagens e os frascos das amostras de qualidade.

Um fato que deve ser destacado para o desenho do MFV atual é que a empresa possui um único turno, funcionando das 07h00 às 13h00, de segunda à sexta-feira. A fabricação do

antiespumante mapeado deu-se início às 10h00 do dia 25 (terça-feira) e finalizou às 11h30 do dia 28 (sexta-feira), totalizando 4 dias de produção para a fabricação dos 3800 kg, Figuras 15a, 15b, 15c e 15d, 15e.

Figura 15a: Produção da 1ª batelada.



Fonte: O autor, (2023).

Figura 15b: Produção da 2ª batelada.

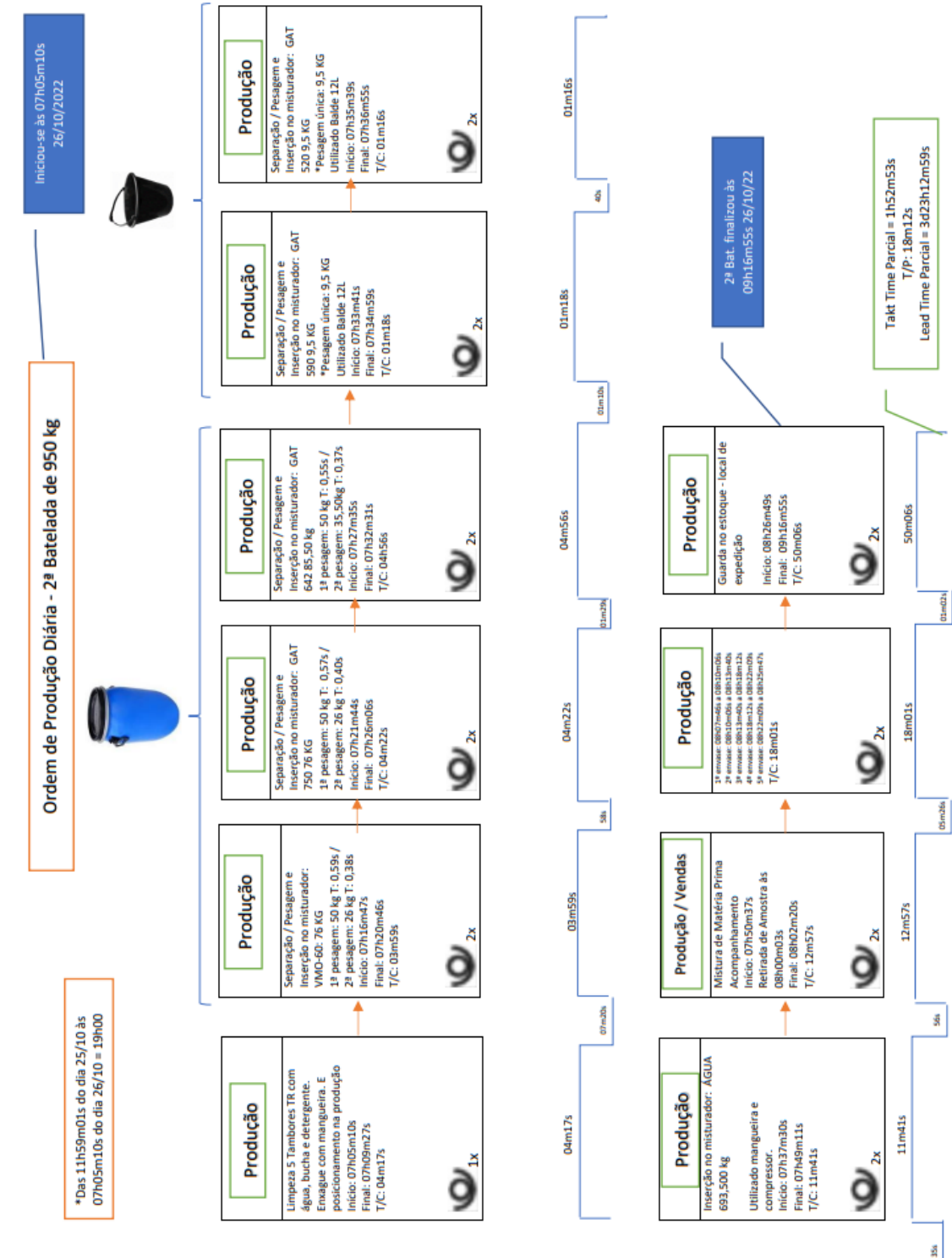
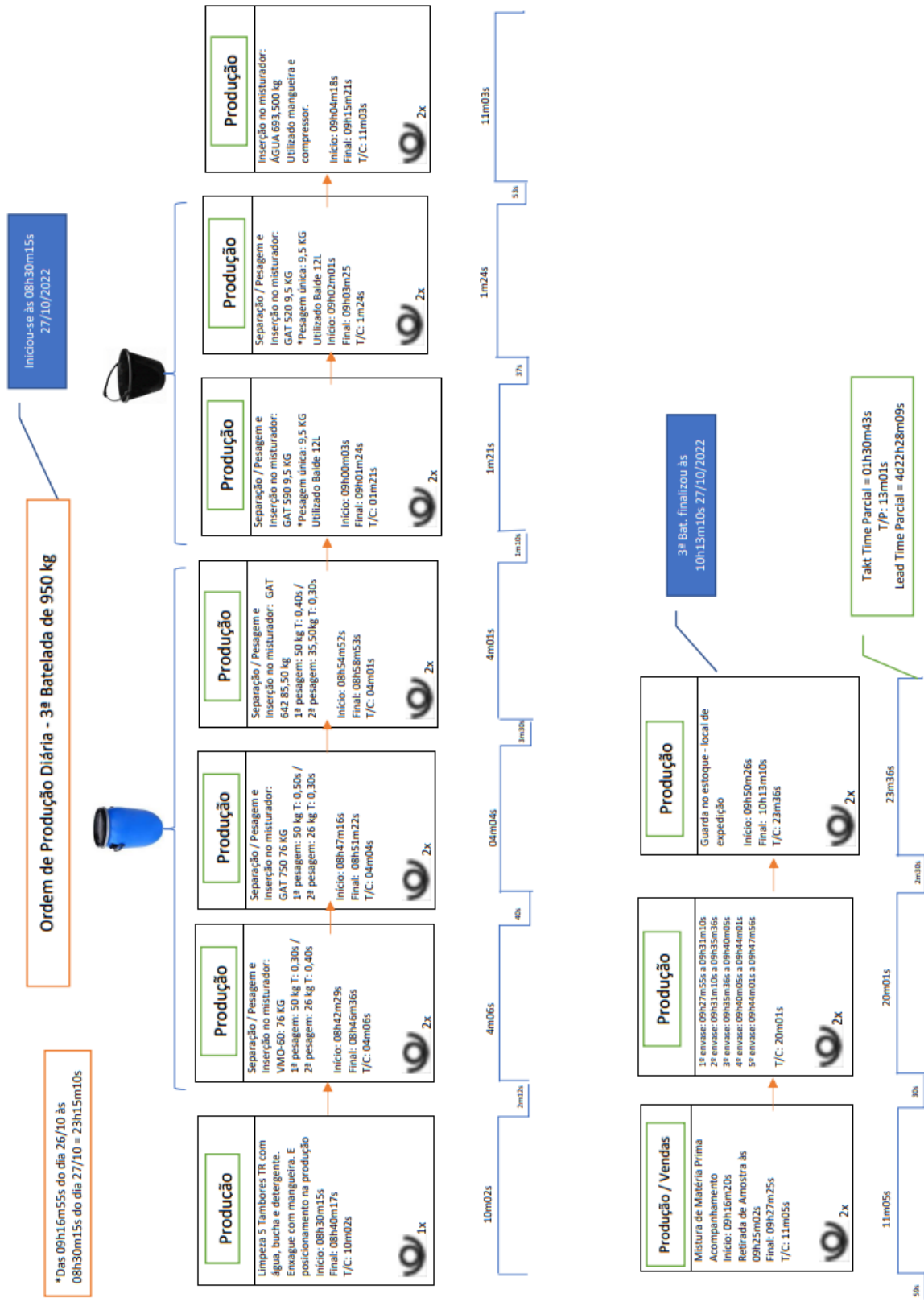


Figura 15c: Produção da 3ª batelada.



Fonte: O autor, (2023).

4.5 Análise dos dados do Desenho MFV Atual e Desenho do MFV Futuro (5ª Etapa)

4.5.1 Identificação de Pontos de Melhorias

Durante a operação 11 de envase do produto acabado no tambor TR, observou-se que para envasar a quantidade exata de 190 litros por tambor, um operador coloca a balança embaixo do misturador enquanto outro coloca o tambor em cima. No entanto, devido à elevação causada pela balança, o tambor fica muito próximo à válvula de saída do produto do misturador, conforme ilustrado na Figura 16.

Figura 16: Ilustração na pesagem do produto final no tambor TR.



Fonte: Adaptado pelo autor (2023).

Além do problema de elevação do tambor durante a operação de envase ilustrada na figura 16, é importante destacar que os operadores executam a tarefa em uma posição desconfortável e nada ergonômica. Após a balança ser colocada embaixo do misturador por um dos funcionários, o outro deve posicionar o tambor encima, o que exige esforço físico para baixá-lo novamente. A base da balança neste modelo ainda se movimenta, aumentando o risco de acidentes no ambiente de trabalho. Portanto, é necessário dimensionar medidas para melhorar a segurança e ergonomia dos colaboradores.

Outra operação que necessita de melhorias está relacionada à inserção da matéria prima no misturador através de tambores com alça, com capacidade de até 50 litros, conforme

ilustrado na figura 17.

Figura 17: Ilustração da operação de Inserção de Matéria Prima no misturador.



Fonte: O autor (2023).

Atualmente, a operação de carregar o tambor com as mãos ao subir os degraus da escada apresenta riscos de lesões e esforços desnecessários aos colaboradores. Portanto, é importante buscar alternativas para reduzir o esforço físico e garantir a segurança dos trabalhadores, como a instalação de uma talha para o manuseio dos tambores.

Além disso, foi identificada uma oportunidade de melhoria ao unir as operações de inserção da água e colocar o misturador em funcionamento, reduzindo o tempo total das duas operações de 22 para apenas 14 minutos e possibilitando uma redução de aproximadamente 63,5% no tempo total.

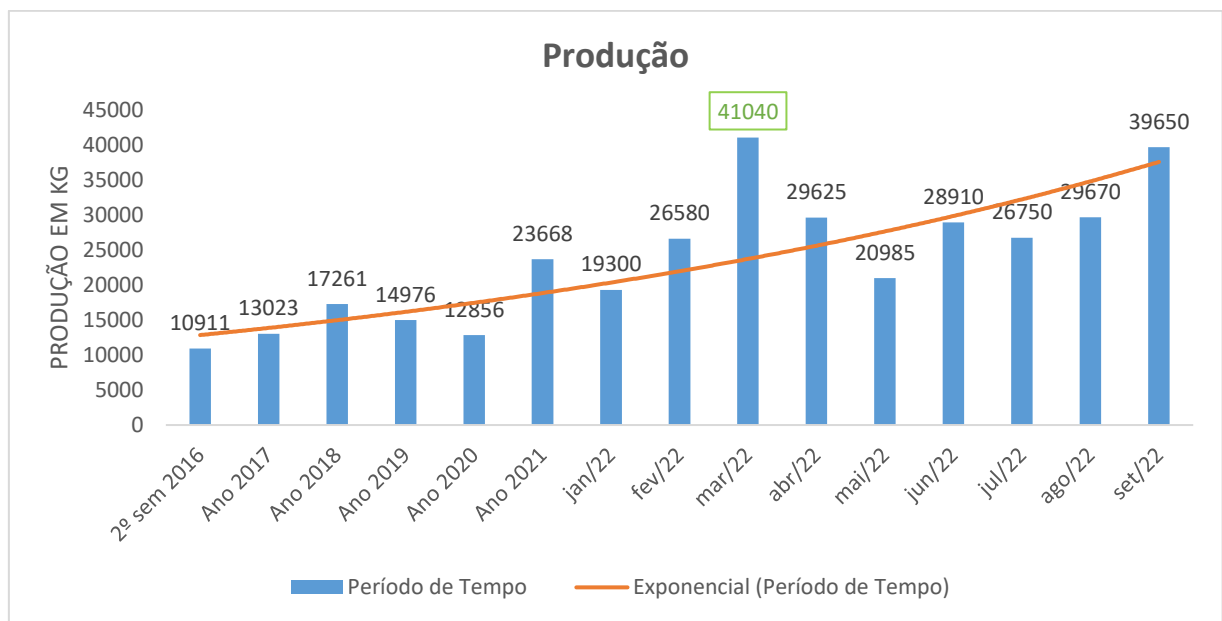
Outra possibilidade é o rebalanceamento da mão de obra em algumas operações, que pode ser alcançado por meio da adoção de sugestões de melhorias, como a instalação de um elevador para inserção da matéria-prima no misturador e a automação de algumas operações.

Verificou-se também que atualmente a Ordem de Produção é impressa e entregue nas mãos do operador na linha de produção, que precisa assinar e a folha ser ainda arquivada. Por esse motivo, sugere-se que a Ordem de Produção seja disponibilizada de forma digital na linha de produção por meio de um computador. Dessa forma, o operador poderá acessar a OP digitalmente e assinar digitalmente também, o que economizaria espaço físico. Além disso, seria possível reduzir o tempo e o custo associado à impressão e à distribuição de cópias físicas

da OP, proporcionando uma maior eficiência ao processo produtivo.

Analisando o indicador de produção disponibilizado pela empresa verifica-se um crescimento exponencial de sua produção, sendo uma justificativa crucial para a aplicação deste projeto onde os resultados e apresentação do MFV servirá de subsídios para o gestor tomar a melhor decisão possível, quer seja optando pela contratação de novos colaboradores e ou fazendo o balanceamento de linha e por fim, a compra de novos equipamentos para auxiliar a produção, Figura 18.

Figura 18: KPI - Indicador de Performance: Produção anual e Produção Exponencial.



Fonte: Adaptado do KPI de Produção da empresa (2022).

Por fim, um fato que irá impactar positivamente na demanda da empresa de lubrificantes e desengraxantes por seus produtos é que seu principal cliente anunciou na metade do ano de 2022, que está investindo 100 milhões de reais na ampliação da linha de produção de rodas automotivas na planta da região. Esse fator ainda deve gerar pressão para que a empresa estudada aumente sua capacidade de produção, onde a realização deste estudo será interessante para o gestor da empresa.

4.5.2 Desenho do MFV Futuro

Foi cronometrado e calculado o tempo de ciclo das 4 bateladas, entretanto, visando facilitar a compreensão pelo leitor do MFV Futuro foi desenvolvido contendo somente as operações principais para demonstrando quais pontos podem ser otimizados, Figura 19.

Como pode ser observado na figura 19, no desenvolvimento do desenho do MFV Futuro as melhorias foram focadas na junção e otimização de algumas operações e no rebalanceamento da mão de obra na linha de produção, Quadro 9.

Quadro 9: Otimização de Operações - Comparação MFV Atual e Futuro.

Nº	Operação	T/C Atual	T/C Futuro	Diferença (%)	Operadores Atual	Operadores Futuro	Diferença (%)
01	Separação tambores TR vazios (20 unid.)	15m30s	*	0%	03	02	-33.33%
02	Pintura dos tambores TR vazios (20 unid.)	34m10s	*	0%	03	02	-33.33%
03	Limpeza dos tambores TR (05 unid.)	4m26s	*	0%	01	01	0 %
04	Separação / Pesagem e Inserção no misturador VMO-60 76 kg	04m10s	*	0%	02	01	- 50%
05	Separação / Pesagem e Inserção no misturador GAT 750 76 kg	03m59s	*	0%	02	01	- 50%
06	Separação / Pesagem e Inserção no misturador GAT 642 85,50 kg	03m56s	*	0%	02	01	- 50%
07	Separação / Pesagem e Inserção no misturador GAT 590 9,5 kg	1m15s	*	0%	02	01	- 50%
08	Separação / Pesagem e Inserção no misturador GAT 520 9,5 kg	0,57s	*	0%	02	01	- 50%
09	Inserção no misturador Água 693,500kg	12m05s	14 min.	63,50%	02	01	- 50%
10	Mistura de matéria prima e acompanhamento	11m02s			02	01	- 50%
11	Envase produto acabado tambor TR (5 unid.)	12m05s	*	0%	02	01	- 50%
12	Guarda no estoque de expedição	09m56s	*	0%	03	02	-33.33%
13	Retirada pela transportadora	30m15s	*	0%	03	02	-33.33%

Fonte: O autor, 2023.

*Em todas as operações com exceção da operação 09 e 10 que foram unidas, com a implantação de melhorias sugeridas nos planos Kaizen precisaram ser quantificados para se mapear a diferença de tempo de execução otimizado.

Além disso, algumas sugestões de otimização serão melhor detalhadas na etapa 6, referente aos planos de ação Kaizen: 5W1H.

4.6 Plano de Ação Kaizen: 5W1H - Propostas de Melhorias (6ª Etapa)

Kaizen 1	
What (O quê)	Elaboração do Plano de Manutenção Preditiva com criação de indicadores OEE dos equipamentos.
Por quê (Why)	Atualmente não há um plano de manutenção OEE na empresa.
Onde (Where)	Linha de Produção
Quem (Who)	Direção
Quando (When)	Nos próximos 6 meses.
Como (How)	Por meio do levantamento de todos os equipamentos que são utilizados na empresa atualmente essenciais para fabricação dos produtos e traçar um plano visando implementar um plano de manutenção que deve ser acompanhado de perto. Deve ser também implementado um KPI do para mensuração do OEE dos equipamentos.

Kaizen 2	
What (O quê)	Otimização do Processo de Produção – Junção das operações de nº 9 e 10
Por quê (Why)	Isso reduzirá o tempo das duas operações de 11 minutos cada uma para 14 minutos juntas, possibilitando uma redução de aproximadamente 63,5%, sem alterar a qualidade do produto, onde mesmo após o término do enchimento da água, o misturador iria trabalhar por mais 3 a 4 minutos.
Onde (Where)	Linha de Produção
Quem (Who)	Direção
Quando (When)	Imediatamente.
Como (How)	Treinar os colaboradores para que ao começarem o processo de enchimento de água, já liguem o misturador.

Kaizen 3	
What (O quê)	Otimização do Processo de Produção – Processo de nº 11 (Envase do produto no tambor TR)
Por quê (Why)	Na operação 11, foi observado que a elevação causada pela balança dos modelos Welmy ou Michalette faz com que o tambor fique muito próximo da válvula de saída do produto do misturador e base da balança em ambos os modelos se movimenta, não sendo uma operação ergonômica e que pode acarretar em acidente de trabalho.
Onde (Where)	Linha de Produção
Quem (Who)	Direção
Quando (When)	Próximos 6 meses
Como (How)	Introdução de balança de piso ou implantação de talhas pneumáticas com garras adaptadas para tambor ou utilização de carrinho para movimentação de tambor, Sugestões 1, 2 e 3.
<p>Sugestão 1 - Utilização de Balança de piso tipo industrial: Este tipo de balança é ideal para ambientes industriais, pois fica no nível do piso. Uma das vantagens de se utilizar essa balança para a operação de introdução do produto no recipiente final é que ela poderá ser realizada por apenas um operador, além de facilitar a movimentação dos tambores, permitindo o uso de paleteiras manuais e elétricas, bem como de empilhadeiras, Figuras 20a e 20b.</p> <p>Figura 20a: Exemplo de balança de piso. Figura 20b: Exemplo de balança de piso.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">Fonte: Adaptado de Toledo do Brasil, 2023.</p>	
<p>Sugestão 2 – Exemplo de Implantação de talhas pneumáticas, pórticos e garras adaptadas para movimentação de tambores, Figuras 21a, 21b, 21c e 21d.</p> <p>Figura 21a: Pórtico Móvel com Talha Elétrica 1ton</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>Fonte: Adaptado de Dalmecc, https://www.dalmecc.com/pt-br/dispositivo-de-manipulacao-tambores/, 2023.</p>	

Figura 21c: Guincho giratório para caminhonete capacidade de 450 kg - GCN450



Fonte: Adaptado de Dutra Máquinas, <https://bityli.com/KRHQR9>, 2023.



Fonte: Adaptado de IWO, <https://www.iw8.com.br/produtos/pega-tambor.html>, 2023.

Sugestão 3: Utilização de carrinho para movimentação de tambor, Figuras 22a, 22b e 22c.

Figura 22a: Carro Porta-Tambores com capacidade 300 kg



Figura 22b: Carro Porta-Tambores com capacidade 450 kg



Figura 22c: Carro Hidráulico Porta-Tambores com capacidade 250 kg



Fonte: Adaptado de Metalúrgica Verardi Ltda.

A metalúrgica Verardi Ltda, possui uma linha completa de equipamentos de movimentação de tambor: <http://www.verardi.com.br/manipuladortambor.pdf>, entretanto, existem diversos outros fornecedores deste tipo de equipamento disponíveis no mercado.

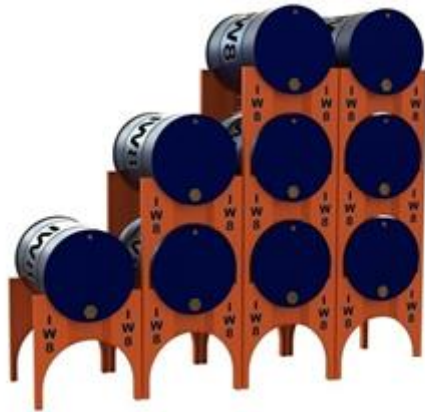
Kaizen 4	
What (O quê)	Introduzir a Ordem de Produção (OP) na modalidade digital
Por quê (Why)	Com a introdução da OP digital, será possível minimizar os custos de impressão e armazenamento, bem como melhorar a eficiência da produção, permitindo que os colaboradores acessem as informações necessárias de forma mais rápida e fácil.
Onde (Where)	No formulário Ordem de Produção (OP)
Quem (Who)	Ser anotado pelo operador.
Quando (When)	Imediatamente
Como (How):	Instalação de um computador com impressora. Treinar os colaboradores e adaptar para que a assinatura da OP seja feita pelo operador no formato digital. Guarda dos documentos de forma eletrônica e utilização das ferramentas gratuitas de compartilhamento de dados como o Onedrive da Microsoft por exemplo, para sincronizar as áreas de trabalho do computador do PPCP e da linha de produção. Além de ampliar o uso do sistema ERP utilizado pela empresa no gerenciamento da produção.

Kaizen 5	
What (O quê)	Queda frequente de energia elétrica
Por quê (Why)	Falta de manutenção pela Concessionária de Energia, Queda e falta de poda de Árvores, tempestades, etc.
Onde (Where)	Planta Fabril Lorena/SP
Quem (Who)	Direção
Quando (When)	Próximos 12 meses
Como (How)	Consultar várias empresas de placas solares verificando a possibilidade de instalação na planta fabril. Cotar valores, possíveis financiamentos e qual seria a economia.

Kaizen 6	
What (O quê)	Necessidade de engajamento dos Colaboradores
Por quê (Why)	Percepção de baixa motivação
Onde (Where)	Na planta fabril
Quem (Who)	Direção
Quando (When)	Imediatamente
Como (How)	Elaboração de um Plano de Treinamento dos colaboradores abordando tanto os aspectos motivacionais, como a introdução do pensamento de melhoria contínua entre os colaboradores. Introduzir um horário específico mesmo que uma vez por semana denominado café com o gestor, onde os colaboradores e o gestor poderão trocar informações descontraídas e receber feedback.

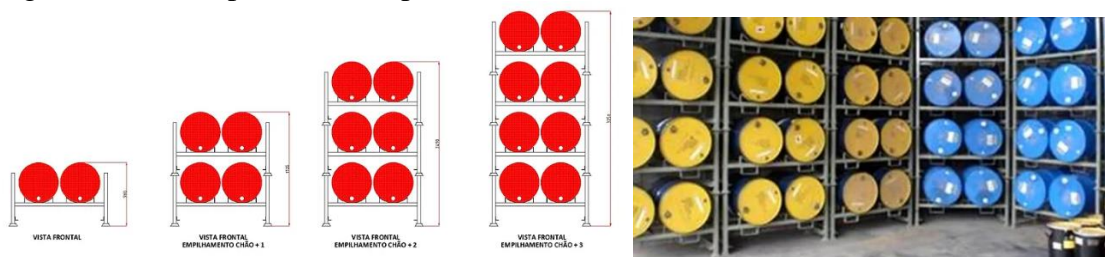
Kaizen 7	
What (O quê)	Otimização do espaço da área fabril
Por quê (Why)	Pouco espaço para movimentação e armazenamentos de matérias primas e produtos acabados.
Onde (Where)	Na sede da empresa
Quem (Who)	Direção
Quando (When)	Próximos 2 anos
Como (How)	a) Estudar a possibilidade de médio a longo prazo para aquisição de terreno próximo a área fabril para construção de galpão para armazenamento de matérias primas e produtos acabados. b) Verificar a viabilidade de alugar um galpão de logística. c) Adquirir Racks e cavaletes modulares para armazenamento de tambores, Figura 23a e 23b.

Figura 23a: Exemplo de Cavaletes modulares para armazenamento de tambores.



Fonte: Adaptado de IW8, 2023. <https://www.iw8.com.br/produto/suporte-para-empilhar-tambores-200-litros.html>

Figura 23b: Exemplo de Racks para armazenamento de tambores.



Fonte: Adaptado de Total Armazenagens, 2023:
<https://www.totalarmazenagens.com.br/porta-tambor>.

De acordo com o fabricante Total Armazenagens, o rack porta tambores padrão é auto empilhável ou seja pode se formar torres de até 4 racks com a capacidade de armazenamento de até 8 tambores por torre.

Kaizen 7	
What (O quê)	Otimização do Processo de Inserção de Matéria Prima no Misturador
Por quê (Why)	Atualmente, a operação de carregar o tambor com as mãos ao subir os degraus da escada apresenta riscos de lesões e esforços desnecessários aos colaboradores. Portanto, é importante buscar alternativas para reduzir o esforço físico e garantir a segurança dos trabalhadores, como a instalação de uma talha para o manuseio dos tambores.
Onde (Where)	Linha de Produção
Quem (Who)	Direção
Quando (When)	Nos próximos 12 meses
Como (How)	Cotação para implantação de talha para içamento dos tambores conforme a sugestão 2 do Kaizen 3 e ou a implantação de estação elevatória.

Figura 24: Elevador e Entornador de Tambor - Base Giratória.



Fonte: Adaptado de INCA Soluções, 2023. <https://incasolucoes.com.br/site/produtos/138-ebei-04-elevador-e-entornador-de-bombonas-elet.html>

CONCLUSÃO

Respondendo a questão de pesquisa inicial sobre quais oportunidades de melhoria poderiam ser encontradas ao se aplicar o mapeamento do fluxo de valor numa pequena empresa fabricante de lubrificantes e desengraxantes podemos destacar:

- a) Possibilidade de Otimização das operações 09 e 10 por meio da sua junção, resultando em uma diminuição de até 63,50% TC;
- b) Oportunidade do Rebalanceamento da mão de obra em toda a linha de produção com a implementação de várias sugestões de melhorias podendo levar à otimização da mão de obra em algumas operações em até 50%;
- c) Determinação da capacidade produtiva da empresa para a fabricação do antiespumante: é possível produzir uma batelada do produto a cada 1 hora e 30 minutos, resultando em uma produção diária total de 2.850 kg desse produto;
- d) Possibilidade de otimização do espaço de armazenamento com a utilização de cavaletes modulares, por exemplo;
- e) Entre outras.

Por fim, recomenda-se que seja monitorado constantemente a capacidade produtiva da empresa após a implementação das sugestões de melhorias contidas nos planos de ação Kaizen 5W1H, afim de identificar possíveis variações nos tempos de ciclo ou disponibilidade de produção e fazer ajustes caso necessário.

Como trabalho futuro, verificou-se que é de suma importância realizar uma análise ergonômica mais detalhada dos operadores que trabalham diretamente no processo de produção por meio da técnica de análise ergonômica RULA. Essa abordagem proativa é fundamental para a gestão da saúde e segurança no local de trabalho, garantindo assim uma melhor qualidade de vida dos trabalhadores e um ambiente de trabalho mais seguro e produtivo

REFERÊNCIAS

ABERGO – Associação Brasileira de Ergonomia. O que é Ergonomia. 2020. Disponível em: <https://www.abergo.org.br/o-que-%C3%A9-ergonomia>. Acesso em: 09 nov. 2022.

ABNT. NBR ISO 9001: sistemas de gestão da qualidade - requisitos. 4ª ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ALMEIDA, R. E. H. de. Balanceamento de Linhas de Produção, 2015. Dissertação (Mestrado) - **Universidade de Aveiro**, Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial, 2015. Disponível em: <http://docplayer.com.br/20957227-Balanceamento-de-linhas-de-producao.html>. Acesso em: 20 de set. 2022.

AMAN, Zineb et al. Improving efficiency of a production line by using overall equipment effectiveness: A case study. In: **Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management**, Rabat, Morocco. 2017. p. 1048-1057. Disponível em: <http://ieomsociety.org/ieom2017/papers/331.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2023.

BALLESTERO-ALVAREZ, M. E. Gestão de Qualidade, Produção e Operações. São Paulo: Atlas, 2019.

BARNES, R. M. Estudos de tempos e movimentos com fins de racionalização do trabalho. 13. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1977.

BELHADI, A.; SHA'RI, Y.; TOURIKI, F. E.; EL FEZAZI, S. Lean production in SMEs: literature review and reflection on future challenges. **Journal of Industrial and Production Engineering**, 2018, v. 35, i. 6, 368–382. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/21681015.2018.1508081>. Acesso em: 02 mar. 2023.

BERMAN, K.; KNIGHT, D.; CASE, J. Process improvement using data. John Wiley & Sons, 2016.

BINNINGER, Marco; DLOUHY, Janosch; HAGHSHENO, Shervin. Technical takt planning and takt control in construction. In: LC3 2017 Volume II – **Proceedings of the 25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC)**, Walsh, K., Sacks, R., Brilakis, I. (eds.), Heraklion, Greece, pp. 605– 612. Disponível em: <https://doi.org/10.24928/2017/0297>. Acesso em: 14 mar. 2023.

BURTET, Alexander. Proposta de melhoria da logística através do uso de ferramentas da qualidade no centro de distribuição de Chapecó da Empresa Ex. **Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS** - Campus Chapecó - SC Monografia do Curso de Bacharelado em Administração, 2022. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/5663>. Acesso em: 02 mar. 2023.

BRAGLIA, Marcello; GABBRIELLI, Roberto; MARRAZZINI, Leonardo. Overall Task Effectiveness: a new Lean performance indicator in engineer-to-order environment. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 68, n. 2, p. 407-422, 2019. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJPPM-05-2018-0192/full/html>. Acesso em: 08 mar. 2023.

CORRALES, L.D.C., LAMBÁN, M.P., Hernandez Korner, M.E., & Royo, J. (2020). Overall Equipment Effectiveness: Systematic Literature Review and Overview of Different Approaches. **Applied Sciences**, 10(18), 6469. <https://doi.org/10.3390/app10186469>. Acesso em: 02 mar. 2023.

COSTA, L. B. M.; FILHO, M. G.; FREDENDALL, L. D.; GANGA, G. M. D. The effect of lean six sigma practices on food industry performance: Implications of the sector's experience and typical characteristics. **Food Control**, Elsevier, v. 112, p. 107110, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713520300268>. Acesso em: 08 mar. 2023.

COUTINHO, THIAGO. (2020). **O Diagrama de Espaguete atua como um grande aliado nos projetos de otimização de layout**. Grupo Voitto. 2020. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/diagrama-de-espaguete>. Acesso em: 19 mai. 2022.

CHIAVENATO, I. *Gestão de pessoas: o novo papel dos recursos humanos nas organizações*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

CHUNG, W.; TALLURI, S.; KOVÁCS, G. Investigating the effects of lead-time uncertainties and safety stocks on logistical performance in a border-crossing jit supply chain. **Computers & Industrial Engineering**, Elsevier, v. 118, p. 440–450, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360835218301037>. Acesso em: 02 mar. 2023.

DA SILVA, Jessica Fassbinder; DE LIMA NUNES, Fabiano; NUNES, Pedro Müller. UTILIZAÇÃO DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR EM UMA CLÍNICA ODONTOLÓGICA: EM UM ESTUDO DE CASO. **Journal of Lean Systems**, v. 7, n.3, p. 1-25, 2022. Disponível em: <https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/lean/article/view/5351>. Acesso em: 05 dez. 2022.

DANIEL, É. A.; MURBACK, F. G. R. Levantamento Bibliográfico do Uso das Ferramentas da Qualidade. *Gestão & Conhecimento*, Poços de Caldas, 2014. Disponível em: https://www.pucpcaldas.br/graduacao/administracao/revista/artigos/v2014/Artigo16_2014.pdf. Acesso em: 28 fev. 2022.

DE STEUR, H. et al. Applying Value Stream Mapping to reduce food losses and wastes in supply chains: A systematic review. **Waste management**, v. 58, p. 359-368, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.08.025>. Acesso em: 02 mar. 2023.

DEVERAS, A. M. Proposta de Implementação do Lean Manufacturing em indústrias de pequeno porte. 79 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, **Universidade Tecnológica do Paraná**, Pato Branco, 2019. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4051>. Acesso em: 10 mar. 2023.

DESHMUKH, M.; GANGELE, A.; GOPE, D. K.; DEWANGAN, S. Study and implementation of lean manufacturing strategies: A literature review. **Materials Today: Proceedings**, v. 62, pt. 3, p. 3309-3315, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.02.155>. Acesso em: 13 mar. 2023.

DUGGAN, Kevin J. Creating mixed model value streams: practical lean techniques for building to demand. CRC Press, 2018.

FONTES, E.; LOOS, M. Aplicação da metodologia Kaizen: um estudo de caso em uma indústria têxtil do centro oeste do Brasil. **Revista Espacios**, v.38, p.30-38, 2017. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n21/a17v38n21p06.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2023.

FORNO, A.J.D. et al. Value stream mapping: a study about the problems and challenges found in the literature from the past 15 years about application of lean tools. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 72, n. 5/8, p. 779-790, 2014. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00170-014-5712-z>. Acesso em: 02 mar. 2023.

FRANDSON, A.; BERGHEDE, K.; TOMMELEIN, I. D. Takt Time Planning for Construction of Exterior Cladding. In: 21TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 2013, Fortaleza. Proceedings... Fortaleza: IGLC, p. 527-536, 2013. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=cb70d7549af9ace31294193b3f5787c774d5fdbe>. Acesso em: 02 mar. 2023.

GAITHER, Norman; FRAZIER, Gregory. Administração da Produção e Operações. 9. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2021.

GODINHO FILHO, Moacir; GANGA, Gilberto MD; GUNASEKARAN, Angappa. Lean manufacturing in Brazilian small and medium enterprises: implementation and effect on performance. **International Journal of Production Research**, v. 54, n. 24, p. 7523–7545, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2016.1201606>. Acesso em: 02 mar. 2023.

GODOY, Roberta Fernanda et al. Operacionalização da metodologia Kaizen a fim de otimizar o desempenho organizacional: um enfoque na gestão de processos em uma indústria eletrônica. **Revista de Gestão e Secretariado (Management and Administrative Professional Review)**, v. 14, n. 2, p. 1832-1854, 2023. Disponível em: <https://revistagesec.org.br/secretariado/article/view/1665>. Acesso em: 14 mar. 2023.

GONÇALVES, V. da S.; GONÇALVES, I. J.; BESSA, M. A.; RIBEIRO, R. B.; SILVA, J. W. de J. Implantation of a New Productive Layout in a Company of Lubricants and Degreasers Sector. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 8, n. 5, p. e2385939, 2019. DOI: 10.33448/rsd-v8i5.939. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/939>. Acesso em: 14 mar. 2023.

GYULAI, D.; PFEIFFER, A.; NICK, G.; GALLINA, V.; SIHN, W.; MONOSTORI, L. Lead time prediction in a flow-shop environment with analytical and machine learning approaches. **IFAC-PapersOnLine**, Elsevier, v. 51, n. 11, p. 1029–1034, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.472>. Acesso em: 10 ago. 2022.

HAMBACH, J.; KÜMMEL, K.; METTERNICH, J. Development of a digital continuous improvement system for production. *Procedia CIRP*, v. 63, p. 330-335, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827117302329>. Acesso em: 15 fev. 2023.

HENG, Z., AIPING, L., LIYUN, X., & MORONI, G. Automatic estimate of OEE considering uncertainty. **Procedia CIRP**, v. 81, p. 630-635, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221282711930472X>. Acesso em: 13 mar. 2023.

HU, Q.; MASON, R.; WILLIAMS, S.; FOUND, P. Lean implementation within SMEs: a literature review. **Journal of Manufacturing Technology Management**, 2015, v. 25, i. 8, 980–1012. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/JMTM-02-2014-0013>. Acesso em: 02 mar. 2023.

IIDA, I.; BUARQUE, L. Ergonomia: Projeto e Produção. [livro eletrônico]. 864 p. São Paulo: Edgard Blücher, 2018.

IEA. What Is Ergonomics?. The International Ergonomics Association – IEA. 2020. Disponível em: <<https://iea.cc/what-is-ergonomics/>>. Acesso em: 10 mar. 2023.

ISO 9001:2015. Quality management systems: Requirements. International Organization for Standardization ISSO. 2021. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/62085.html>. Acesso em: 02 mar. 2023.

KAWANISHI, M. et al. The ABCs of Lean Management: A Practical Guide for Constructing a Lean Culture. 2022.

KIM, S. H.; KIM, J. W.; LEE, Y. H. Simulation-based optimal production planning model using dynamic lead time estimation. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, Springer, v. 75, n. 9-12, p. 1381–1391, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00170-014-6209-5>. Acesso em: 11 ago. 2022.

KONG, L.; LI, H.; LUO, H.; DING, L.; ZHANG, X. Sustainable performance of just-in-time (jit) management in time-dependent batch delivery scheduling of precast construction. **Journal of cleaner production**, Elsevier, v. 193, p. 684–701, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618313647>. Acesso em: 02 mar. 2023.

KUMAR, N. et al. Lean manufacturing techniques and its implementation: A review. **Materials Today: Proceedings**, v. 64, pt. 3, p. 1213-1219, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.481>. Acesso em: 13 mar. 2023.

KLIPPEL, A.F; ROCHA, H.M; ABBUD, C; CAIXETA, P.H. Engenharia de métodos. 2ª Edição. Porto Alegre: SAGAH, 2017.

LINGITZ, Lukas et al. Lead time prediction using machine learning algorithms: A case study by a semiconductor manufacturer. **Procedia Cirp**, v. 72, p. 1051-1056, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827118303056>. Acesso em: 02 mar. 2023.

LIU, Q.; YANG, H.; XIN, Y. Applying value stream mapping in an unbalanced production line: A case study of a Chinese food processing enterprise. **Quality Engineering**, v. 32, n. 1, p. 111-123, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/08982112.2019.1637526>. Acesso em: 02 mar. 2023.

MACHADO, Fabiana Moreira et al. Gestão por processos orientada ao lean thinking e à teoria do stakeholder: estudo de caso em uma instituição federal de ensino. Dissertação (Mestrado em Administração Pública em Rede Nacional) – **Universidade Federal de Goiás, Aparecida de Goiânia**. 2019. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/9752>. Acesso em: 01 fev. 2023.

MARIN-GARCIA, J. A.; VIDAL-CARRERAS, P. I.; GARCIA-SABATER, J. J. The Role of Value Stream Mapping in Healthcare Services: A Scoping Review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 3, p. 951, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph18030951>. Acesso em: 18 fev. 2023.

MARTINS, Gleison Hidalgo; CLETO, Marcelo Gechele. Mapeamento do fluxo de valor e a análise do valor agregado: um estudo de caso no setor de embalagens de papel no Brasil. **Revista Eletrônica Conhecimento Interativo**, v. 10, n. 1, p. 59-83, 2017. Disponível em: <http://app.fiepr.org.br/revistacientifica/index.php/conhecimentointerativo/article/view/18>. Acesso em: 01 fev. 2023.

MARTINS, E.; LAUGENI, F. P. Administração de materiais e recursos patrimoniais. São Paulo: Saraiva, 2020.

MATT, D.T. Adaptation of the value stream mapping approach to the design of lean engineer-to-order production systems. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 25, n. 3, p. 334-350, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/JMTM-05-2012-0054>. Acesso em: 02 mar. 2023.

MILNITZ, DIEGO. Tempos e Métodos Aplicados à Produção. Indaial: UNIASSELVI, 2018.

MIRANDA, L. C. Manual de avaliação e desempenho humano nas atividades industriais. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2014.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. *Production*, v. 17, p. 216-229, 2007. Disponível em: <https://www.prod.org.br/doi/10.1590/S0103-65132007000100015>. Acesso em: 14 mar. 2023.

MORELL-SANTANDREU, O.; SANTANDREU-MASCARELL, C.; GARCIA-SABATER, J. J. A Model for the Implementation of Lean Improvements in Healthcare Environments as Applied in a Primary Care Center. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 6, p. 2876, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph18062876>. Acesso em: 18 fev. 2023.

NARAYANAMURTHY, G.; GURUMURTHY, A.; LANKAYIL, A.A. Experience of implementing lean thinking in an Indian healthcare institution. **International Journal of Lean Six Sigma**. 2021, v. 12, n. 1, pp. 23-60. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IJLSS-10-2016-0062>. Acesso em: 02 mar. 2023.

NEUMANN, C; SCALICE, R.K. Projeto de fábrica e layout. 1ª Edição: Rio de Janeiro: Grupo Editorial Nacional, 2021.

NOORI-DARYAN, M.; TALEIZADEH, A. A.; JOLAI, F. Analyzing pricing, promised delivery lead time, supplier-selection, and ordering decisions of a multi-national supply chain

under uncertain environment. **International Journal of Production Economics**, Elsevier, v. 209, p. 236–248, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527317304255>. Acesso em: 02 mar. 2023.

SANTOS, P. V. S.; FERRAZ, A. de V.; CASTRO SILVA, A. C. G. Utilização da ferramenta mapeamento de fluxo de valor (MFV) para identificação de desperdícios no processo produtivo de uma empresa fabricante de gesso. **Revista Produção Online**, v.19, n.4, p.1197–1230, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v19i4.3310>. Acesso em: 05 mar. 2023.
SANTOS, Aguinaldo dos. Seleção do método de pesquisa: guia para pós-graduandos em design e áreas afins. Curitiba, PR: Insight, 2018.

SHABEEN, S. R.; KRISHNAN, K. A. Application of lean manufacturing using value stream mapping (VSM) in precast component manufacturing: A case study. **Materials Today: Proceedings**, v. 65, p. 1296-1305, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.159>. Acesso em: 02 mar. 2023.

SELEME, Ronaldo C. Estudo de tempos e movimentos. 10. ed. São Paulo: Editora Érica, 2019.
SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. Administração da Produção.8. ed. São Paulo: Atlas, 03/2018.

SLACK, N., CHAMBERS, S., & JOHNSTON, R. Administração da produção. Atlas, 2019.
SOUZA, Àcsa Liliane Carvalho Brito. Estudo da aplicabilidade da teoria das restrições e o Mapeamento de Fluxo de Valor na gestão de processos do Núcleo de Prática Jurídica da Faculdade de Rondônia-Faro. Dissertação (Mestrado) Engenharia de Produção -**Universidade Federal do Amazonas**, 2020. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/7913>. Acesso em: 01 fev. 2023.

PEINADO, J., & GRAEML, A. R. (2019). Engenharia de métodos: aplicação e economia na produção. Atlas.

PEINALDO, J.; GRAEML, A. R. Administração da produção: operações industriais e de serviços. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

PERALTA, C. B. D L. et al. A framework proposition to identify customer value through lean practices. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 31, n. 4, p. 725-747, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/JMTM-06-2019-0209>. Acesso em: 02 mar. 2023.

POWELL, D.; LUNDEBY, S.; CHABADA, K.; DREYER, H. Lean Six Sigma and environmental sustainability: the case of a Norwegian dairy producer. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 8, n. 2, p. 174-193, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2015-0024>. Acesso em: 02 mar. 2023.

PRADO, M. et al. Análise da Aplicação da Teoria das Restrições na Linha de Manufatura de uma Indústria de Produtos Bélicos. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP**, 2016, João Pessoa. Anais... João Pessoa: Enegep, p. 1-17, 2016. Disponível em: https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_226_318_30448.pdf. Acesso em: 08 nov. 2022.

OLIVEIRA, R., TAKIA, S. A., SOUSA, S., & SALIMIA, M. A. Global Process Effectiveness:

When Overall Equipment Effectiveness Meets Adherence to Schedule. **Procedia Manufacturing**, v. 38, p. 1615-1622, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978920301244>. Acesso em: 02 mar. 2023.

OLIVEIRA, L. C.; SILVA, F. F. Investigação ergonômica para a prevenção de acidentes e doenças ocupacionais em uma empresa do ramo industrial. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 56-65, 2022.

OZTEMEL, E.; GOKDERE, U.; DEMIREL, N. C. A hybrid approach for line balancing and scheduling problem in an automotive plant. **Computers & Industrial Engineering**, v. 152, p. 107126, 2021.

READ, Gemma JM et al. A sociotechnical design toolkit for bridging the gap between systems-based analyses and system design. **Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries**, v. 28, n. 6, p. 327-341, 2018. Disponível em: Acesso em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/hfm.20769>. Acesso em: 15 fev. 2023.

REINER, G.; SPIEGLER, T.; WEISS, M. A comparative study on efficiency improvement approaches for assembly line balancing. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 31, n. 2, p. 361-377, 2020.

REZENDE, R. C.; CASTRO, M. C. L.; FERREIRA, R. M. Estudo de Tempos e Métodos: Uma Análise das Atividades Produtivas. São Paulo: Érica, 2022.

ROTHER, M.; SHOOK, J. Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdícios. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2012.

ROTHER, M.; SHOOK, J. Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para criar valor e eliminar desperdício. Porto Alegre: Bookman, 2021.

SELEME, R. Análise de tempos e métodos: um enfoque prático. São Paulo: Editora Érica, 2018.

SILVA, F. L. C.; COIMBRA, J. A. A. Cronoanálise: uma ferramenta de gestão. São Paulo: Érica, 2022.

SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. Administração da produção. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2022.

SUNDARARAJAN, Niranjana; TERKAR, Ravi. Improving productivity in fastener manufacturing through the application of Lean-Kaizen principles. **Materials Today: Proceedings**, v. 62, p. 1169-1178, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785322024920>. Acesso em: 14 mar. 2023.

TORRI, M.; KUNDU, K.; FRECCASSETTI, S.; ROSSINI, M. Implementation of lean in IT SME company: an Italian case. **International Journal of Lean Six Sigma**, 2021, Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IJLSS-05-2020-0067>. Acesso em: 02 mar. 2023.

VLACHOS, I. Applying lean thinking in the food supply chains: a case study. **Production**

Planning & Control, v. 26, n. 16, p. 1351-1367, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09537287.2015.1049238>. Acesso em: 02 mar. 2023.

ULHASSAN, Waqar et al. How visual management for continuous improvement might guide and affect hospital staff: A case study. **Quality Management in Health Care**, v. 24, n. 4, p. 222-228, 2015. Disponível em: <https://www.ingentaconnect.com/content/wk/qmh/2015/00000024/00000004/art00008>. Acesso em: 15 fev. 2023.

YANG, S.; JIANG, H.; WANG, X.; HUANG, T. A novel hybrid optimization approach for mixed-model assembly line balancing with uncertain task times. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 64, p. 321-333, 2022.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation. Simon and Schuster, 2020.

ANEXO 1

DETALHAMENTO DO PRODUTO (CAPES)

RELATÓRIO TÉCNICO CONCLUSIVO¹

Organização: Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (CEETEPS)

PPG: Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos

Autores:

Aluno: Érik Leonel Luciano

Professor Orientador: Rosinei Batista Ribeiro

Demais Autores/Organização:

Dissertação vinculada:

Utilização do Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) como ferramenta de Produção Enxuta: Racionalização do processo produtivo numa empresa de lubrificantes e desengraxantes

Data da defesa: 31/03/2023

Setor beneficiado com o projeto de pesquisa, realizado no âmbito do PPG:

Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos

A produção técnica é constituída pelo próprio produto?

Sim

Não. Qual o grau contribuição diretamente aplicada ao produto:

Excepcional; Incremental; Residual

Descrição do produto e finalidade:

Desenho do MFV atual e Futuro para identificação de pontos de melhorias e redução e ou eliminação de desperdícios de produção. Cronoanálise das operações para avaliação do tempo de execução de cada etapa e identificação de possíveis gargalos. A finalidade do projeto é otimizar a produção, reduzindo custos e aumentando a eficiência da linha de produção. O desenho do MFV atual e futuro serve como base para a identificação das melhorias necessárias e a cronometragem das operações permite avaliar o tempo necessário para cada etapa e, assim, possibilitar o planejamento e a otimização da produção.

Avanços tecnológicos / grau de novidade:

Produção com alto teor inovativo: Desenvolvimento com base em conhecimento inédito;

Produção com médio teor inovativo: Combinação de conhecimentos pré-estabelecidos;

Produção com baixo teor inovativo: Adaptação de conhecimento existente;

Produção sem inovação aparente: Produção técnica.

¹ Definição: Texto elaborado de maneira concisa, contendo informações sobre o projeto/atividade, realizada. Indica em seu conteúdo a relevância dos resultados e conclusão em termos de impacto social e/ou econômico e a aplicação do conhecimento produzido. Não se aplica a relatório de projeto de pesquisa financiados por agências de fomento

Conexão com a Pesquisa:

PPG: Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos

Projeto de pesquisa vinculado à produção:

Linha de pesquisa vinculada à produção:

() Projeto isolado, sem vínculo com o PPG

Conexão com a produção científica

a) Título: Implementation of Takt Time in the Development of a New Value Stream Mapping in the Production of Coffee Powder.

Periódico: Industrial Engineering and Operations Management. IJCIEOM 2021. Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, vol 367. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-78570-3_40

b) Título: Application of Quality Tools in the Stock Sector in a Company in the Automotive Sector: Case Study.

Periódico: Proceedings of IDEAS 2022. IDEAS 2022. Design Science and Innovation. Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-29129-6_19

Aplicabilidade da Produção Tecnológica

A produção tecnológica desenvolvida neste projeto tem como objetivo aprimorar e otimizar um determinado processo ou sistema, com base em uma abordagem científica. A aplicabilidade da produção tecnológica pode ser avaliada em relação à sua eficácia e eficiência, bem como à sua capacidade de ser utilizada em outros contextos similares.

Descrição da Abrangência realizada

A abrangência realizada neste projeto se concentrou na análise e otimização de um processo específico em uma indústria de manufatura. O objetivo foi melhorar a eficiência do processo, reduzir custos e aumentar a qualidade do produto final. O escopo foi limitado a um único processo dentro da empresa, mas os resultados podem ser aplicados em outras áreas da empresa que possuem processos semelhantes.

Descrição da Abrangência potencial

A abrangência potencial da produção tecnológica desenvolvida neste projeto é ampla. Os resultados e as metodologias utilizadas podem ser aplicados em diferentes setores da indústria de manufatura e em outras áreas da empresa em que haja processos semelhantes. Além disso, as técnicas e metodologias utilizadas neste projeto podem ser aplicadas em outras áreas de pesquisa, como engenharia de processos e qualidade de produtos.

Descrição da Replicabilidade

A replicabilidade da produção tecnológica desenvolvida neste projeto é alta. As metodologias utilizadas são baseadas em abordagens científicas bem estabelecidas e podem ser facilmente replicadas em outras empresas e setores. As ferramentas utilizadas também são amplamente disponíveis e de fácil acesso, o que torna possível a replicação do projeto em diferentes contextos. No entanto, é importante levar em consideração as particularidades de cada empresa e setor, adaptando as metodologias e ferramentas conforme necessário para garantir a efetividade e eficiência da aplicação.