



Campus São Mateus
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO



APLICAÇÃO DA FERRAMENTA LEAN DE MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR (MFV) NA RACIONALIZAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO EM UMA EMPRESA DE LUBRIFICANTES E DESENGRAXANTES

APPLICATION OF THE LEAN TOOL VALUE STREAM MAPPING (VSM) IN THE RATIONALIZATION OF THE PRODUCTION PROCESS IN A LUBRICANTS AND DEGREASERS COMPANY

APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA LEAN DE MAPEO DEL FLUJO DE VALOR (MFV) EN LA RACIONALIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO EN UNA EMPRESA DE LUBRICANTES Y DESENGRASANTES

Érik Leonel Luciano^{1*}, **Rosinei Batista Ribeiro**², **Alexandre Formigoni**³,
Alexandre Ferreira de Pinho⁴, & **Marcos Antonio Bessa**⁵

^{1,2,3} Unidade de Pós-Graduação, Extensão e Pesquisa (UPEP), Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – CEETEPS - São Paulo, Brasil.

⁴ Universidade Federal de Itajubá

⁵ Anaser Industrial e Comercial Ltda.

^{1*} erik.luciano@fatec.sp.gov.br ² rosinei.ribeiro@cpspos.sp.gov.br ³ alexandre.formigoni@cpspos.sp.gov.br ⁴ pinho@unifei.edu.br ⁵ marcosbessa@anaserindustrial.com.br

ARTIGO INFO.

Recebido: 27.07.2024

Aprovado: 26.08.2024

Disponibilizado: 01.11.2024

PALAVRAS-CHAVE: Mapeamento do Fluxo de Valor; Lean Manufacturing; Kaizen; Racionalização.

KEYWORDS: Value Stream Mapping; Lean Manufacturing; Kaizen; Rationalization.

PALABRAS CLAVE: Mapeo del flujo de valor; Manufactura Esbelta; Kaizen; Racionalización.

*Autor Correspondente: Luciano, E. L.

RESUMO

O objetivo deste estudo é analisar e propor melhorias no processo de produção de uma indústria fabricante de lubrificantes e desengraxantes, utilizando a ferramenta Lean conhecida como Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV). A pesquisa foi conduzida por meio de um estudo de caso, seguindo etapas como formação da equipe, seleção da família de produtos, imersão, mapeamento do MFV atual e desenvolvimento do MFV futuro racionalizado. A abordagem adotada foi tanto qualitativa quanto quantitativa. Os resultados revelaram oportunidades de melhoria, incluindo a consolidação das etapas de inserção de água e mistura de matéria-prima, resultando em uma redução potencial de até 63,50% no tempo/custo (T/C). Além disso, foram sugeridas diversas outras propostas de aprimoramento por meio do plano de ação kaizen 5W1H, sem necessidade de grandes investimentos.

ABSTRACT

The objective of this study is to analyze and propose improvements in the production process of an industry that manufactures lubricants and degreasers, using the Lean tool known as Value Stream Mapping (MFV). The research was conducted through a case study, following steps such as team formation, selection of the product family, immersion, mapping of the current MFV and development of the rationalized future MFV. The approach adopted was both qualitative and quantitative. The results revealed opportunities for improvement, including the consolidation of the water insertion and raw material mixing steps, resulting in a potential reduction of up to 63.50% in time/cost (T/C). In addition, several other improvement proposals were suggested through the 5W1H kaizen action plan, without the need for large investments.

RESUMEN

El objetivo de este estudio es analizar y proponer mejoras en el proceso de producción de una industria fabricante de lubricantes y desengrasantes, utilizando la herramienta Lean conocida como Mapeo del Flujo de Valor (MFV). La investigación se llevó a cabo mediante un estudio de caso, siguiendo etapas como la formación del equipo, la selección de la familia de productos, la inmersión, el mapeo del MFV actual y el desarrollo del MFV futuro racionalizado. El enfoque adoptado fue tanto cualitativo como cuantitativo. Los resultados revelaron oportunidades de mejora, incluyendo la consolidación de las etapas de inserción de agua y mezcla de materia prima, resultando en una reducción potencial de hasta un 63,50% en el tiempo/costo (T/C). Además, se sugirieron diversas otras propuestas de mejora a través del plan de acción kaizen 5W1H, sin necesidad de grandes inversiones.

INTRODUÇÃO

No contexto da crescente competitividade nos mercados, é de extrema importância que as empresas se concentrem na aprimoração da qualidade de seus produtos e serviços. Isso implica na busca contínua pela eliminação de falhas e desperdícios, com o objetivo de aumentar a produtividade e a lucratividade (Deveras, 2019).

Segundo Santos et al. (2019), a filosofia *Lean* desenvolveu uma ferramenta chamada Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) para eliminar desperdícios. Basicamente, o MFV permite traçar um “mapa” do fluxo de materiais ou informações, desde a cadeia de suprimentos, passando pela empresa e chegando ao cliente, abrangendo todo o processo de transformação da matéria-prima. Essa ferramenta utiliza elementos gráficos e linhas do tempo para compreender o fluxo de um processo. É possível mapear o processo conforme ele está no momento atual (MFV atual) e, após discussões aprofundadas, criar um novo (MFV futuro) (Morell-Santandreuet et al., 2021).

Embora os princípios do Pensamento Enxuto tenham sido consolidados em vários setores, como hospitais (Narayanamurthy; Gurumurthy; Lankayil, 2021), manufatura (Godinho Filho et al., 2016) e serviços (Torri et al., 2021), a adoção desses princípios por pequenas e médias empresas enfrenta obstáculos (Hu et al., 2015). Além disso, a literatura apresenta lacunas em relação à aplicação das ferramentas enxutas e aos resultados que podem ser alcançados (Belhadi et al., 2018). Diante dessa lacuna no contexto das pequenas e médias empresas, o objetivo deste trabalho é identificar oportunidades de melhoria e redução de desperdícios no processo de produção de uma indústria fabricante de lubrificantes e desengraxantes por meio da aplicação da ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV).

A metodologia escolhida é o estudo de caso, que inclui as seguintes etapas: formação da equipe, seleção da família de produtos, entrada no campo de estudo (empresa), para coleta dos dados, criação do MFV atual e desenvolvimento do MFV futuro racionalizado. A pesquisa é caracterizada como qualitativa e quantitativa. Os resultados revelaram diversas possibilidades de melhoria, como a fusão das operações de inserção de água e mistura de matéria-prima, o que pode resultar em uma redução de até 63,50% no tempo/custo. Além disso, foram propostas várias melhorias adicionais por meio do plano de ação kaizen 5W1H, sem a necessidade de grandes investimentos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PRODUÇÃO ENXUTA (LEAN MANUFACTURING)

De acordo com Deshmukh et al. (2022), a filosofia *Lean Manufacturing*, introduzida pela Toyota, tem como objetivo minimizar o desperdício, especificando o que é considerado valor agregado, do ponto de vista do cliente, separando as atividades que não agregam valor daquelas que o fazem.

Para Kumar et al. (2022), a teoria 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.

Para Kawanishi 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:

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

2.2 LEAD TIME (TEMPO DE ESPERA) E TAKT TIME

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).

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 (Frandsen, 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.

2.3 CRONOANÁLISE E MEDIDA DA CAPACIDADE

A Cronoanálise desempenha um papel fundamental na medição e controle estatístico das tarefas a serem realizadas, permitindo o cálculo do Tempo Padrão (TP), que representa o tempo necessário para a execução eficiente de uma tarefa sob condições normais de trabalho (Peinado & Graeml, 2019).

De acordo com Barnes (1977), a Cronoanálise envolve sete etapas: resumir a operação; verificar as operações anteriores e posteriores para definir o início e o fim; subdividir as operações em elementos com início e fim definidos; registrar o tempo do operador usando

um cronômetro, prancheta e folha de observação; determinar o número de ciclos cronometrados para obter uma média aritmética; avaliar o ritmo do operador considerando o esforço e a velocidade; definir tolerâncias pessoais e de fadiga para pausas e evitar a fadiga; e determinar o tempo padrão dividindo-o em tempo normal e tolerâncias.

Na Tabela 1, temos a distribuição normal, que mostra as probabilidades associadas a diferentes valores de Z. Z é um valor utilizado para calcular o número de desvios padrão a partir da média de uma distribuição. Por exemplo, se quisermos calcular o número de ciclos correspondente a uma probabilidade de 90%, usamos o valor de Z igual a 1,65.

Tabela 1. 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).

Já na Tabela 2, temos os coeficientes necessários para calcular o número de cronometragens. Dependendo do número de cronometragens que desejamos realizar para obter uma média aritmética confiável, utilizamos o valor correspondente de D2. Por exemplo, se quisermos realizar 4 cronometragens, utilizamos o valor de D2 igual a 2,059 (Tabela 3).

Tabela 2. 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 3. 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).

A Tabela 3 apresenta os coeficientes de avaliação de eficiência, que são utilizados para classificar a habilidade e o esforço dos operadores. Nessa tabela, são atribuídas faixas de valores para a habilidade, representada em porcentagem, e para o esforço, também em porcentagem. Por exemplo, um operador que apresenta uma habilidade de 115% e um esforço de B (Excelente) é considerado altamente eficiente.

Já na Tabela 4, encontramos os conceitos de classificação para a habilidade e o esforço dos operadores. Esses conceitos são utilizados em conjunto com a Tabela 3 para auxiliar na classificação. Por exemplo, um operador com habilidade classificada como “Excelente” e esforço classificado como “BOM” possui alta precisão nos movimentos, sem hesitações ou erros, e realiza o trabalho com rapidez e movimentos precisos.

Tabela 4. 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. Já 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.

2.4 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR (MFV)

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, ajudando 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).

Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) é uma ferramenta poderosa para identificar desperdícios e atividades sem valor agregado no processo de produção de um produto específico. Ao aplicar métodos de produção enxuta e engenharia industrial, o MFV é capaz de melhorar significativamente a eficiência operacional do sistema produtivo (Forno et al., 2014; Matt, 2014; Peralta et al., 2020).

Para realizar o MFV, Rother e Shook (2012) propõem uma série de etapas a serem seguidas, sendo elas:

- a. Escolha da família de produtos: Selecionar uma família de produtos composta por um grupo de produtos que passam por etapas semelhantes de processamento;

- b. 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;
- c. 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:

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

2.5 PLANO DE AÇÃO KAIZEN: 5W1H

No *Kaizen*, é essencial envolver os funcionários na melhoria contínua, pois acredita-se que as pessoas mais próximas do processo de trabalho são mais capazes de identificar rapidamente áreas que precisam de melhorias e implementar planos de ação (Ul Hassan et al., 2015).

Para garantir a prática da melhoria contínua por todos os colaboradores, são necessários quatro elementos fundamentais: entendimento; competência; habilidade; e comprometimento (Hambach, Kummel, & Matternich, 2017). Os participantes devem compreender a importância da melhoria na empresa e como cada um pode contribuir. Além disso, devem ter as habilidades e conhecimentos necessários para resolver problemas e oferecer ideias e sugestões. Por fim, é essencial que estejam comprometidos com o programa, buscando sempre aprimoramentos nos processos.

Na implementação do *Kaizen*, podem ser utilizadas ferramentas e planos de ação para colocar em prática as melhorias desejadas. A ferramenta 5W1H é uma estratégia de qualidade total amplamente utilizada, especialmente na área de produção, onde é necessário estabelecer um plano de ação rápido quando algo não está indo conforme o planejado (Daniel & Murback, 2014). Essa ferramenta permite organizar um conjunto de ações planejadas de forma clara e objetiva, respondendo a perguntas como “O que será feito?”, “Por que será feito?”, “Onde será feito?”, “Quando será feito?”, “Quem realizará a tarefa?” e “Como será feito?” (Burtet, 2022).

Por fim, a metodologia *Kaizen* está se tornando cada vez mais popular nas organizações, pois tem como objetivo promover mudanças para melhorar, envolvendo todos os membros da empresa, desde os operadores no chão de fábrica até os gerentes (Sundararajan & Terkar, 2022).

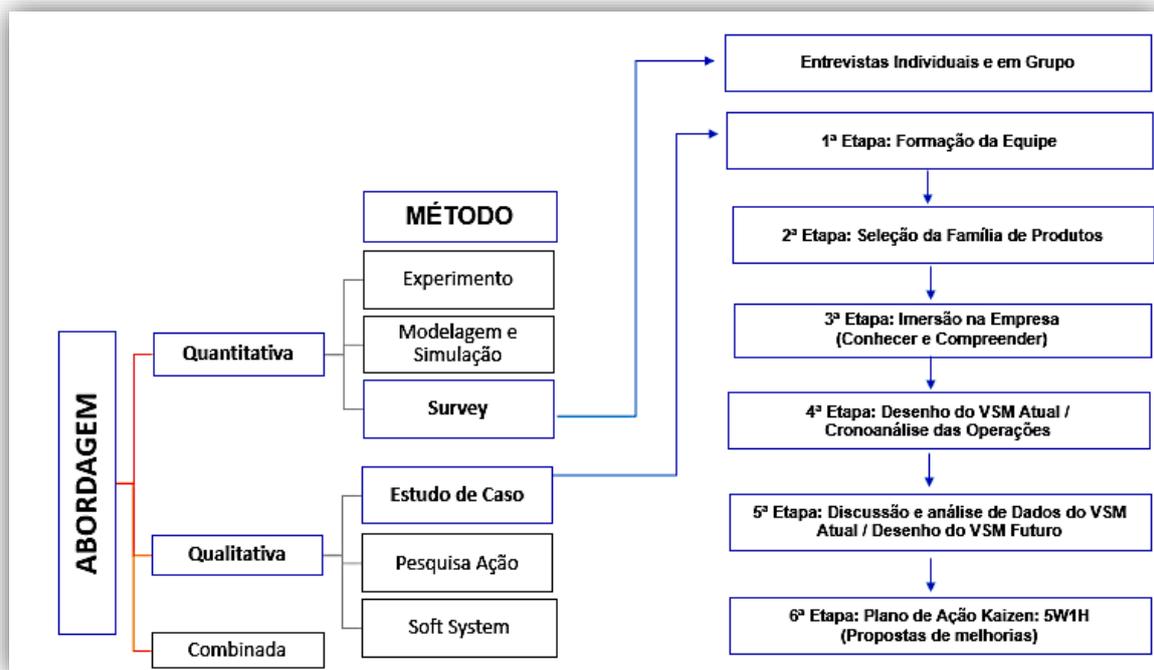
3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A importância metodológica de um trabalho está relacionada à necessidade de embasamento científico adequado e à busca da melhor abordagem para tratar as questões da pesquisa (Miguel, 2007). Na área da engenharia de produção, existem diferentes tipos de pesquisas comuns, como teórico-conceituais, estudo de caso, *surveys*, modelamento e simulação, pesquisa-ação, pesquisa bibliográfica e pesquisa experimental.

Nesse contexto, a pesquisa em questão é classificada como qualitativa, envolvendo a observação direta do processo produtivo e a coleta de dados por meio de entrevistas, questionários e registros de desempenho, entre outras técnicas. Além disso, também inclui a análise de dados quantitativos, como tempo de ciclo de produção, tempo de espera e tempo de movimentação de materiais, para avaliar indicadores de desempenho. Portanto, a pesquisa descrita neste texto adotou uma abordagem qualitativa, combinada com dados quantitativos, com o objetivo de analisar o processo produtivo de uma empresa. Para alcançar esse objetivo, a metodologia de estudo de caso foi selecionada como a mais adequada (Figura 1).

Figura 1. Fluxograma Metodológico do Trabalho



Fonte: Autores (2023).

No estudo de caso, foram seguidas as etapas definidas por Rother & Shook (2012). Estas etapas compreenderam:

1. Formação da equipe: Constituição de uma equipe composta pelos colaboradores relacionados ao processo produtivo da empresa;
2. Seleção da família de produtos: Análise do processo de produção para escolher o produto que representa a maior parte das operações e vendas da empresa.

3. Imersão na empresa: Coleta de dados por meio de visitas técnicas, entrevistas e análise de indicadores de produção, com o objetivo de obter um entendimento aprofundado do funcionamento do processo de produção do produto em análise.
4. Desenho do MFV atual e cronometragens das operações: Elaboração do mapa atual do processo produtivo utilizando materiais simples, como folhas de sulfite, e registro dos tempos de cada operação.
5. Discussão e análise dos dados do MFV atual e desenho do MFV futuro: Análise dos dados coletados, identificação de gargalos e desperdícios, e proposição de melhorias para o processo. O mapa do estado futuro é redesenhado incorporando as mudanças sugeridas.
6. Plano de ação *Kaizen* 5W1H (Propostas de melhorias): Elaboração de um plano de ação contendo alternativas viáveis para a implementação das melhorias propostas, visando maximizar a eficiência e minimizar os custos.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa foi fundada em 1990, na cidade de Lorena, localizada às margens do Rio Paraíba do Sul, no estado de São Paulo. Sua principal atividade é a produção de óleos lubrificantes, fluidos de refrigeração, protetivos (anticorrosivos) e desengraxantes (líquidos em pós) para empresas do setor metal-mecânico em todo o Brasil.

A área fabril da empresa é dividida em várias partes distintas: o Pátio é responsável por armazenar os produtos e matérias-primas líquidas, além de ser o local de movimentação para o embarque e desembarque desses materiais; o Escritório abriga o Planejamento e Controle da Produção (PCP), a Linha de Produção, o Laboratório de Inovação e Pesquisa e o estoque de matérias-primas em pó, além dessas áreas existem espaços comuns, como a Sala de Espera, a cozinha e os banheiros (Figuras 2a, 2b, 2c e 2d).

Figuras 2a, 2b, 2c e 2d. Fachadas da empresa e área do Pátio



Fonte: Fornecido pela empresa e adaptado pelos autores (2023).

Para uma melhor compreensão da empresa em questão, é possível observar nas Figuras 2a e 2b, que ilustram como era a fachada anteriormente. Já a figura 2d representa a fachada atual da empresa, possibilitando uma comparação visual das mudanças ocorridas. Além disso, a Figura 2c apresenta o pátio interno da empresa, fornecendo mais informações sobre a estrutura física do local.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

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. Após o levantamento verificou-se que todos os funcionários deveriam ser incluídos na equipe deste estudo.

4.2 SELEÇÃO DA FAMÍLIA DE PRODUTOS (2ª ETAPA)

Para a seleção da família de produtos, identificou-se que para o mês de outubro de 2022 havia uma programação de produção de 31.070, sendo o mês de aplicação deste trabalho (Tabela 5).

Tabela 5. Programação da Produção do mês de outubro de 2022 da empresa estudada

Cliente	Produto	Denominação	Produção	Situação
Setor Automotivo (Maior Cliente)	LORN STAMP M-250	Lubrificante de	7.500	Produzido
	LORN STAMP PL-688	Lubrificante de	2.000	Produzido
	LORN STAMP M-150S	Lubrificante de	1.000	Produzido
	LORN STAMP M-225	Lubrificante de	4.000	Produzido
	LORN STAMP M-388	Lubrificante de	1.400	Produzido
Consórcio	LORN ANT 8AB	Antiespumante	6.000	Produzido
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).

Destacou-se que a demanda pelos produtos antiespumante corresponde a cerca de 31,6% do total produzido, o que equivale a 9 toneladas e 800 kg e sua produção apresenta uma grande similaridade com o modo de fabricação dos demais produtos, justificando sua escolha para a construção do MFV atual.

4.3 IMERSÃO NA EMPRESA (3ª ETAPA)

4.3.1 EMBALAGENS E MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS

As matérias primas são recebidas dos fornecedores por meio de embalagens no formato de contêineres de 1.000 litros, barril de 70 kg e tambores de Tampa Fixa (TF) e de Tampa Removível (TR), ambos de 200 litros de aço carbono. 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.

Para movimentação, a empresa conta atualmente com os seguintes equipamentos: uma empilhadeira; uma paleteira elétrica e duas manuais; dois carrinhos para transporte de tambores; e um volante para movimentação dos tambores.

4.3.2 ESTOQUE DE MATÉRIAS PRIMAS E PRODUTOS ACABADOS

A área coberta do pátio é o local destinado ao armazenamento da matéria-prima líquida, enquanto a matéria-prima em pó é armazenada próxima à linha de produção, também em área coberta.

4.3.3 CLIENTES E FORNECEDORES

A maioria dos fornecedores das matérias-primas está localizada em um raio de 250 km, em torno da capital paulista, com um prazo de entrega de até 3 dias úteis e a matéria-prima principal, o GAT-750, é usada em quase 80% dos produtos fabricados. O cliente mais importante da empresa é uma multinacional do setor automotivo, localizada a cerca de 30 km da fábrica.

4.3.4 CONTROLE DE QUALIDADE

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. A empresa possui também a certificação ISO 9001:2015, auditada pela certificadora TÜV Rheinland, com sede na Alemanha.

4.3.5 ENTENDENDO O MÉTODO DE PRODUÇÃO DO PRODUTO A SER ANALISADO

Ao receber um pedido do cliente, a empresa o cadastra no sistema ERP e imprime uma ordem de produção com informações essenciais como especificações químicas das matérias-primas, recursos e tipo de embalagem. A fabricação ocorre no misturador, gerando os produtos por meio de reações químicas e tempo de mistura. A empresa tem três misturadores, dois de 1000 litros e um de 250 kg (Figuras 3a e 3b).

Figura 3a. Misturadores de 1000 Litros de Matéria Prima

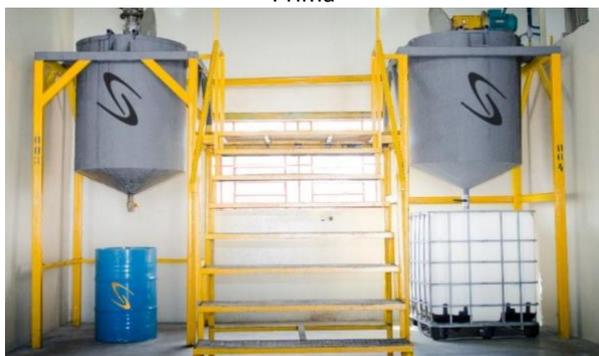


Figura 3b. Misturador de 250 kg de Matéria Prima



Fonte: Disponibilizada pela empresa, 2023.

4.3.6 ESTUDO DE TEMPOS, CRONOANÁLISE E MEDIDA DA CAPACIDADE

Identificou-se que a fabricação do Antiespumante LORN ANT-7B é composta por 13 operações, porém três 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 (Tabela 6).

Tabela 6. Cronometragem das operações

Nº	Processo	T/C 1ª	T/C 2ª	T/C 3ª	T/C 4ª
		Batelada	Batelada	Batelada	Batelada
3	Limpeza dos tambores TR (5 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 de Água no misturador 693,500 Kg	725s	701s	663s	676s
10	Mistura de matéria prima e acompanhamento	662s	777s	665s	692s
11	Envase do produto acabado no tambor TR (5 unid.)	725s	1081s	1201s	732s
12	Guarda no estoque de expedição	596s	3006s	1416s	627s

Fonte: Autores (2023).

Na coleta dos tempos das operações, utilizou-se um cronômetro digital, uma prancheta, folhas de sulfite, caneta, lápis e borracha. Neste estudo 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% (Tabela 7).

Tabela 7. Determinação do número de ciclos

Nº	Variáveis de determinação do nº de ciclos					
	\bar{x}	R	Z (95%)	E_r	d2	n
03	445s	398	1,96	0,05	2,059	290,02
04	245s	11	1,96	0,05	2,059	0,72
05	248,25s	23	1,96	0,05	2,059	3,09
06	270,50s	73	1,96	0,05	2,059	26,42
07	77,25s	06	1,96	0,05	2,059	2,19
08	76s	30	1,96	0,05	2,059	56,55
09	691,25s	62	1,96	0,05	2,059	2,89
10	699s	115	1,96	0,05	2,059	9,79
11	934,75s	476	1,96	0,05	2,059	93,31
12	1411,25s	2410	1,96	0,05	2,059	1059,90

Fonte: Autores (2023). Legenda: \bar{x} = Média; R = Amplitude dos dados; Z (95%) = Intervalo de Confiança; E_r = Erro relativo; d2 = coeficiente em função do número de cronometragens preliminares e n = número de ciclos.

Observando a Tabela 7, 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%.

4.3.7 DETERMINAÇÃO DO TEMPO NORMAL (TN) E DO TEMPO PADRÃO (TP)

Por meio das Tabelas 3 e 4, que descrevem a habilidade e esforço exigidos em cada atividade do processo foi possível determinar tempos normais (TN) das operações listadas (Tabela 8).

Tabela 8. Tempo normal dos processos

Nº	Cálculo do tempo normal (TN)					
	TC \bar{x}	Habilidade	Esforço	TN (s)	Fator de Tolerância	TP (s)
03	445s	0,1	0,05	489,5s	0,05	514,98s
04	245s	0,1	0,05	281,75s	0,05	295,84s
05	248,25s	0,1	0,05	285,49s	0,05	299,76s
06	270,50s	0,1	0,05	297,55s	0,05	312,43s
07	77,25s	0,1	0,05	84,98s	0,05	89,23s
08	76s	0,1	0,05	83,4s	0,05	87,57s
09	691,25s	0,1	0,05	760,38s	0,05	798,4s
10	699s	0,1	0,05	768,9s	0,05	807,34s
11	934,75s	0,1	0,05	1028,22s	0,05	1079,63s
12	1411,25s	0,1	0,05	1552,8s	0,05	1629,44s

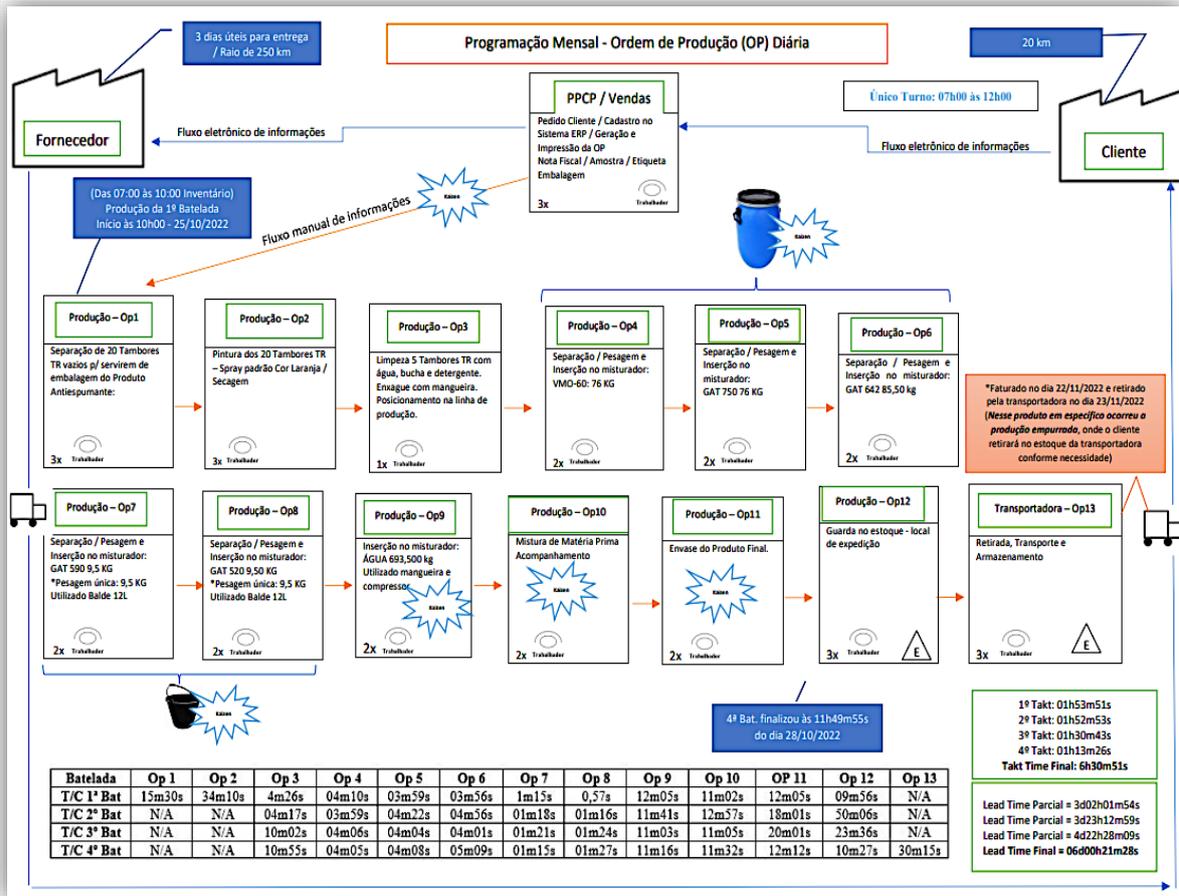
Fonte: Autores (2023).

Com base nas informações da Tabela 08, foi possível determinar a Capacidade Produtiva da empresa para a fabricação do antiespumante em produzir uma batelada (950 kg) do produto a cada 1 hora e 30 minutos.

4.4 DESENHO DO MFV ATUAL (4ª ETAPA)

A fabricação do antiespumante mapeado deu-se início às 10 h do dia 25 e finalizou às 11h30 do dia 28/10/2022, totalizando 4 dias de produção para a fabricação dos 3800 kg, separados em quatro bateladas de 950 kg (Figura 4).

Figura 4. Desenho do MFV Atual com a síntese da produção das quatro bateladas



Fonte: Autores, (2023).

4.5 IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS DE MELHORIAS (5ª ETAPA)

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. Ressalta-se ainda que os operadores executam essa tarefa numa posição desconfortável e nada ergonômica, exigindo esforço físico para baixá-lo novamente. A base da balança utilizada ainda se movimenta, aumentando o risco de acidentes no ambiente de trabalho.

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, Figuras 5a e 5b.

4.6 PLANO DE AÇÃO KAIZEN: 5W1H - PROPOSTAS DE MELHORIAS (6ª ETAPA)

A Tabela 9 apresenta as propostas de melhorias sugeridas pelo *Kaizen* 5W1H. Cada *kaizen* é identificado pelo número correspondente e contém informações sobre o que será otimizado, o motivo da melhoria, onde será implementada, quem será responsável, quando será realizado e como será executado. Essas propostas visam aprimorar o processo de produção, a eficiência, a ergonomia, a gestão de documentos e o espaço de armazenamento da empresa.

Tabela 9. Propostas de Melhorias Sugeridas – Kaizen 5H1W

Kaizen 1
<p><i>What</i> (O quê): Otimização do Processo de Produção – Processo de nº 11(Envase do produto no tambor TR) <i>Por quê</i> (<i>Why</i>): Na operação 11, foi observado que a elevação causada pela balança dos modelos <i>Welmy</i> ou <i>Michalette</i> 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 movimentam, não sendo uma operação ergonômica e que pode acarretar acidente de trabalho. <i>Onde</i> (<i>Where</i>): Linha de Produção <i>Quem</i> (<i>Who</i>): Direção <i>Quando</i> (<i>When</i>): Próximos 6 meses <i>Como</i> (<i>How</i>): Introdução de balança de piso ou implantação de talhas pneumáticas com garras adaptadas para tambor ou Implantação de talhas pneumáticas, pórticos e garras adaptadas para movimentação</p>
Kaizen 2
<p><i>What</i> (O quê): Otimização do Processo de Produção – Junção das operações de nº 9 e 10 <i>Por quê</i> (<i>Why</i>): 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. <i>Onde</i> (<i>Where</i>): Linha de Produção <i>Quem</i> (<i>Who</i>): Direção <i>Quando</i> (<i>When</i>): Imediatamente. <i>Como</i> (<i>How</i>): Treinar os colaboradores para que ao começarem o processo de enchimento de água, já liguem o misturador.</p>
Kaizen 3
<p><i>What</i> (O quê): Emissão da Ordem de Produção (OP) na modalidade digital <i>Por quê</i> (<i>Why</i>): 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. <i>Onde</i> (<i>Where</i>): No formulário Ordem de Produção (OP) <i>Quem</i> (<i>Who</i>): Ser anotado pelo operador. <i>Quando</i> (<i>When</i>): Imediatamente <i>Como</i> (<i>How</i>): 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.</p>
Kaizen 4
<p><i>What</i> (O quê): Otimização do espaço da área fabril <i>Por quê</i> (<i>Why</i>): Pouco espaço para movimentação e armazenamentos de matérias primas e produtos acabados. <i>Onde</i> (<i>Where</i>): Na sede da empresa <i>Quem</i> (<i>Who</i>): Direção <i>Quando</i> (<i>When</i>): Próximos 2 anos <i>Como</i> (<i>How</i>): Adquirir Racks e cavaletes modulares para armazenamento de tambores.</p>

Fonte: Autores (2023).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, a aplicação do mapeamento do fluxo de valor em uma pequena empresa fabricante de lubrificantes e desengraxantes revelou diversas oportunidades de melhoria. As principais oportunidades identificadas foram: a otimização das operações 9 e 10 por meio da

junção, resultando em uma redução significativa de até 63,5% no tempo de ciclo; o rebalanceamento da mão de obra em toda a linha de produção, com a implementação de sugestões de melhorias que podem levar a uma otimização de até 50% na mão de obra em algumas operações; a determinação da capacidade produtiva da empresa para a fabricação do antiespumante, demonstrando a possibilidade de produzir uma quantidade significativa do produto diariamente.

Além disso, foi identificada a possibilidade de otimização do espaço de armazenamento por meio da utilização de cavaletes modulares, entre outras oportunidades. Para garantir a eficácia das melhorias implementadas, é recomendado monitorar constantemente a capacidade produtiva da empresa, avaliando possíveis variações nos tempos de ciclo e disponibilidade de produção, e realizar ajustes quando necessário.

Como trabalho futuro, destaca-se a importância de realizar uma análise ergonômica mais detalhada dos operadores que trabalham diretamente no processo de produção, utilizando a técnica de análise ergonômica RULA. Essa abordagem proativa é fundamental para a gestão da saúde e segurança no local de trabalho, visando melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores e promover um ambiente de trabalho mais seguro e produtivo.

Essas melhorias identificadas e as ações propostas, baseadas nos planos de ação Kaizen 5W1H, têm o potencial de impulsionar a eficiência operacional, reduzir custos, aumentar a produtividade e melhorar as condições de trabalho na empresa. A implementação dessas melhorias contribuirá para a busca contínua pela excelência, sustentabilidade e competitividade no mercado.

REFERÊNCIAS

- Barnes, R. M. (1977). Estudos de tempos e movimentos com fins de racionalização do trabalho (13. ed.). São Paulo: Edgard Blücher.
- Belhadi, A., Sha'ri, Y., Touriki, F. E., & El Fezazi, S. (2018). Lean production in SMEs: literature review and reflection on future challenges. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 35(6), 368-382.
<https://doi.org/10.1080/21681015.2018.1508081>
- Burtet, A. (2022). Proposta de melhoria da logística através do uso de ferramentas da qualidade no centro de distribuição de Chapecó da Empresa Ex [Monografia de Bacharelado em Administração, Universidade Federal da Fronteira Sul].
<https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/5663>
- Chung, W., Talluri, S., & Kovács, G. (2018). Investigating the effects of lead-time uncertainties and safety stocks on logistical performance in a border-crossing jit supply chain. *Computers & Industrial Engineering*, 118, 440-450.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360835218301037>
- Deshmukh, M., Gangele, A., Gope, D. K., & Dewangan, S. (2022). Study and implementation of lean manufacturing strategies: A literature review. *Materials Today: Proceedings*, 62(3), 3309-3315.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.02.155>
- Deveras, A. M. (2019). Proposta de Implementação do Lean Manufacturing em indústrias de pequeno porte [Dissertação de Mestrado, Universidade Tecnológica do Paraná].
<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4051>
- Forno, A. J. D., et al. (2014). 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*, 72(5-8), 779-790.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s00170-014-5712-z>
- Frandsen, A., Berghede, K., & Tommelein, I. D. (2013). Takt Time Planning for Construction of Exterior Cladding. In 21th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Fortaleza, 527-536.
<https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=cb70d7549af9ace31294193b3f5787c774d5fdbe>
- Godinho Filho, M., Ganga, G. M. D., & Gunasekaran, A. (2016). Lean manufacturing in Brazilian small and medium enterprises: implementation and effect on performance. *International Journal of Production Research*, 54(24), 7523-7545.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1201606>
- Godoy, R. F., et al. (2023). 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)*, 14(2), 1832-1854. <https://revistagesec.org.br/secretariado/article/view/1665>
- Gyulai, D., Pfeiffer, A., Nick, G., Gallina, V., Sihn, W., & Monostori, L. (2018). Lead time prediction in a flow-shop environment with analytical and machine learning approaches. *IFAC-PapersOnLine*, 51(11), 1029-1034. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.472>
- Hu, Q., Mason, R., Williams, S., & Found, P. (2015). Lean implementation within SMEs: a literature review. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 25(8), 980-1012. <https://doi.org/10.1108/JMTM-02-2014-0013>
- Kong, L., Li, H., Luo, H., Ding, L., & Zhang, X. (2018). Sustainable performance of just-in-time (jit) management in time-dependent batch delivery scheduling of precast construction. *Journal of Cleaner Production*, 193, 684-701. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618313647>
- Kim, S. H., Kim, J. W., & Lee, Y. H. (2014). Simulation-based optimal production planning model using dynamic lead time estimation. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 75(9-12), 1381-1391. <https://doi.org/10.1007/s00170-014-6209-5>
- Kumar, N., et al. (2022). Lean manufacturing techniques and its implementation: A review. *Materials Today: Proceedings*, 64(3), 1213-1219. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.481>
- Lingitz, L., et al. (2018). Lead time prediction using machine learning algorithms: A case study by a semiconductor manufacturer. *Procedia Cirp*, 72, 1051-1056. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827118303056>
- Marin-Garcia, J. A., Vidal-Carreras, P. I., & Garcia-Sabater, J. J. (2021). The Role of Value Stream Mapping in Healthcare Services: A Scoping Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(3), 951. <https://doi.org/10.3390/ijerph18030951>
- Martins, E., & Laugeni, F. P. (2020). *Administração de materiais e recursos patrimoniais*. São Paulo: Saraiva.
- Matt, D. T. (2014). Adaptation of the value stream mapping approach to the design of lean engineer-to-order production systems. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 25(3), 334-350. <https://doi.org/10.1108/JMTM-05-2012-0054>
- Milnitz, D. (2018). *Tempos e Métodos Aplicados à Produção*. Indaial: UNIASSELVI.
- Miranda, L. C. (2014). *Manual de avaliação e desempenho humano nas atividades industriais*. Rio de Janeiro: Editora Interciência.
- Morell-Santandreu, O., Santandreu-Mascarell, C., & Garcia-Sabater, J. J. (2021). 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*, 18(6), 2876. <https://doi.org/10.3390/ijerph18062876>
- Narayanamurthy, G., Gurumurthy, A., & Lankayil, A. A. (2021). Experience of implementing lean thinking in an Indian healthcare institution. *International Journal of Lean Six Sigma*, 12(1), 23-60. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-10-2016-0062>
- Peinado, J., & Graeml, A. R. (2019). *Engenharia de métodos: aplicação e economia na produção*. Atlas.
- Peralta, C. B. D. L., et al. (2020). A framework proposition to identify customer value through lean practices. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(4), 725-747. <https://doi.org/10.1108/JMTM-06-2019-0209>
- Rother, M., & Shook, J. (2012). *Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdícios*. São Paulo: Lean Institute Brasil.
- Santos, P. V. S., Ferraz, A. de V., & Castro Silva, A. C. G. (2019). 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*, 19(4), 1197-1230. <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v19i4.3310>
- Torri, M., Kundu, K., Frecassetti, S., & Rossini, M. (2021). Implementation of lean in IT SME company: an Italian case. *International Journal of Lean Six Sigma*. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-05-2020-0067>