

UNIVERSIDADE DE ARARAQUARA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Luiz Antônio Landim Filho

**IMPLANTAÇÃO DO *LEAN MANUFACTURING* POR MEIO DE UM
FRAMEWORK PARA PMES**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade de Araraquara – UNIARA – como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, Área de Concentração: Gestão Estratégica e Operacional da Produção.

Prof. Dr. Fabio Ferraz Junior
Orientador

Araraquara, SP – Brasil
2022

FICHA CATALOGRÁFICA

L246i Landim Filho, Luiz Antônio
Implantação do Lean Manufacturing por meio de um framework para
PMEs/Luiz Antônio Landim Filho. – Araraquara: Universidade de
Araraquara, 2022.
118f.

Dissertação (Mestrado) - Mestrado Profissional em Engenharia de
Produção – Universidade de Araraquara - UNIARA

Orientador: Prof. Dr. Fábio Ferraz Junior

1. Lean manufacturing. 2. PMEs. 3. Frameworks. 4. Implantação.
I. Título.

CDU 62-1

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

LANDIM FILHO, L. A. **Implantação do *Lean Manufacturing* por meio de um *Framework* para PMEs.** 2022. 118f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – Universidade de Araraquara, Araraquara-SP.

ATESTADO DE AUTORIA E CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Luiz Antônio Landim Filho

TÍTULO DO TRABALHO: Implantação do *Lean Manufacturing* por meio de um *Framework* para PMEs.

TIPO DO TRABALHO/ANO: Dissertação / 2022

Conforme LEI Nº 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998, o autor declara ser integralmente responsável pelo conteúdo desta dissertação e concede à Universidade de Araraquara permissão para reproduzi-la, bem como emprestá-la ou ainda vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação pode ser reproduzida sem a sua autorização.



Assinatura Aluno(a)

Luiz Antônio Landim Filho

Universidade de Araraquara – UNIARA

Rua Carlos Gomes, 1217, Centro. CEP: 14801–340, Araraquara-SP

Email do autor: luiz_landimc@yahoo.com.br



UNIVERSIDADE DE ARARAQUARA - UNIARA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FOLHA DE APROVAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade de Araraquara - UNIARA - para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Gestão Estratégica e Operacional da Produção.

NOME DO AUTOR: LUIZ ANTONIO LANDIM FILHO

TÍTULO DO TRABALHO:

"IMPLANTAÇÃO DO LEAN MANUFACTURING POR MEIO DE UM FRAMEWORK PARA PMES"

Assinatura do(a) Examinador(a)

Conceito

Prof(a). Dr(a). Fábio Ferraz Junior (orientador(a))
Universidade de Araraquara - UNIARA

(X)Aprovado () Reprovado

Prof(a). Dr(a). Ethel Cristina Chiari da Silva
Universidade de Araraquara - UNIARA

(X)Aprovado () Reprovado

Prof(a). Dr(a). Marcel Andreotti Musetti
Universidade de São Paulo - USP

(X)Aprovado () Reprovado

Versão definitiva revisada pelo(a) orientador(a) em: 27/07/22

Prof(a). Dr(a). Fábio Ferraz Junior (orientador(a))

Dedico este trabalho a Deus, à minha esposa, à minha primogênita Helena, à minha mãe e à
minha irmã.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela vida. À minha esposa Lais que sempre me apoiou, permanecendo sempre ao meu lado. À minha mãe Marcia que, apesar de todas dificuldades enfrentadas ao longo da vida, sempre me apoiou nos estudos e na busca de conhecimento. À minha irmã Laiane pelo companheirismo durante toda infância.

À UNIARA pela oportunidade do mestrado profissional, a toda equipe e professores do programa de pós-graduação.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Fabio por todo o conhecimento e toda a paciência durante a escolha do tema, bem como pela orientação durante toda a elaboração do trabalho.

Aos professores Dr. Marcel e Dra. Ethel pela contribuição, pela participação na banca e pela contribuição para melhorar o trabalho.

A todos os funcionários da empresa objeto do estudo que contribuíram para alcançar os resultados da implantação do *Lean Manufacturing*, em especial a equipe *Lean* e os líderes dos setores.

À diretoria da empresa pelo apoio na realização do mestrado e pela disponibilidade para implantação do projeto na empresa.

“Talvez não tenhamos conseguido fazer o melhor. Mas lutamos para que o melhor fosse feito. Não somos o que deveríamos ser, não somos o que iremos ser, mas graças a Deus não somos o que éramos”. Martin Luther King Jr.

RESUMO

As pequenas e médias empresas (PMEs) são consideradas motores de crescimento da economia de qualquer país, tendo importante contribuição para o setor de manufatura. Além disso, as tecnologias e a globalização impactam diretamente as PMEs, dado que essas empresas possuem dificuldades em aceitar mudanças organizacionais e transformação dos seus processos produtivos, pois carecem de recursos tecnológicos, pouca oportunidade de criar uma estrutura adequada para melhoria de processos, falta de mão de obra qualificada e visão de curto prazo. Assim sendo, a redução de custos e o aumento da eficiência se tornam vitais para melhorar a competitividade nas PMEs. O *Lean Manufacturing*, cuja iniciativa é eliminar os desperdícios e imprimir velocidade à empresa se torna essencial para alcançar melhores resultados. Entretanto a maioria dos *frameworks* de implantação do *Lean Manufacturing* apresentados na literatura são derivados de grandes empresas e se tornam inadequados para as PMEs, além do mais, dos poucos *frameworks* exclusivos para PMEs nenhum possui evidências práticas de implantação. O objetivo desta pesquisa foi implantar o *Lean Manufacturing* em uma PME e descrever os resultados práticos a partir de um *framework* proposto na literatura. Para isso, foi realizado um levantamento bibliográfico dos *frameworks* do *Lean Manufacturing* para PMEs e, através dos resultados da pesquisa, escolheu-se o *framework* para implantação na PME objeto deste estudo. Para alcançar o objetivo proposto, a implantação do *framework* se deu através da pesquisa-ação. Com a implantação obtiveram-se ganhos de redução do *lead time*, redução do tempo de *setup*, além da redução dos desperdícios identificados ao longo do processo de manufatura e maior flexibilidade para os clientes. Os resultados práticos evidenciam a aderência do *framework* de implantação do *Lean Manufacturing* em PMEs. A pesquisa contribui no cerne das PMEs na busca de melhorar seus processos e a competitividade.

Palavras-chave: *Lean Manufacturing*. PMEs. *Frameworks*. Implantação.

ABSTRACT

Small and medium sized enterprises (SMEs) are considered growth engines of any country's economy, making an important contribution to the manufacturing sector. In addition, technologies and globalization directly impact SMEs, as these companies have difficulties in accepting organizational changes and transformation of their production processes, as they lack technological resources, little opportunity to create an adequate structure for process improvement, lack of skilled workforce and short-term vision. Therefore, reducing costs and increasing efficiency become vital to improve competitiveness in SMEs. Lean Manufacturing, whose initiative is to eliminate waste and speed up the company, becomes essential to achieve better results. However, most of the Lean Manufacturing implementation frameworks presented in the literature are derived from large companies and become unsuitable for SMEs, moreover, of the few unique frameworks for SMEs, none has practical evidence of implementation. The objective of this research was to implement Lean Manufacturing in an SME and describe the practical results from a framework proposed in the literature. For this, a bibliographic survey of Lean Manufacturing frameworks for SMEs was carried out and, through the research results, the framework for implementation in the SME object of this study was chosen. To achieve the proposed objective, the implementation of the framework took place through action research. With the implementation, gains were obtained in lead time reduction, setup time reduction, in addition to the reduction of waste identified throughout the manufacturing process and greater flexibility for customers. The practical results show the adherence of the Lean Manufacturing implementation framework in SMEs. The research contributes to the heart of SMEs in the quest to improve their processes and competitiveness.

Keywords: *Lean Manufacturing. SMEs. Frameworks. Implantation.*

Lista de figuras

Figura 1 – Casa do Sistema Toyota de Produção (STP)	21
Figura 2 – Etapas para iniciar o MFV	27
Figura 3 – Análise dos fatores de impulso e barreiras para implantação do <i>Lean</i> em PMEs...40	
Figura 4 – <i>Framework</i> proposto por Mostafa, Dumrak e Soltan (2013).....	44
Figura 5 – Ferramentas do <i>framework</i> proposto por Mostafa, Dumrak e Soltan (2013)	45
Figura 6 – <i>Framework</i> proposto por Almanei, Salonitis e Tsinopoulos (2018) para implantação do <i>Lean Manufacturing</i>	46
Figura 7 – <i>Framework</i> para implantação do <i>Lean Manufacturing</i> em PMEs.....	48
Figura 8 – <i>Framework</i> para implantação do <i>Lean</i> nas PMEs.....	49
Figura 9 – Estrutura proposta para pesquisa-ação	55
Figura 10 – Detalhamento da estrutura proposta para a pesquisa-ação.....	56
Figura 11 – Relação entre pesquisa-ação e <i>framework</i> para implantação do <i>Lean Manufacturing</i>	57
Figura 12 – Modelos de artigos de botões	59
Figura 13 – Etapas dos processos de produção	60
Figura 14 – Reuniões iniciais para formação da equipe <i>Lean</i>	65
Figura 15 – Reuniões de treinamento em <i>Lean Manufacturing</i>	67
Figura 16 – Setores antes do 5S	69
Figura 17 – Carrinhos dos operadores com gabarito organizador.....	71
Figura 18 – Áreas demarcadas.....	72
Figura 19 – Setor Químico	72
Figura 20 – <i>Cheklis</i> t 5S	73
Figura 21 – Quadro 5S	74
Figura 22 – Gráfico de produtos por tamanho.....	76
Figura 23 – Elaboração do mapa do estado atual	77
Figura 24 – Mapa do estado atual.....	77
Figura 25 – Gráfico de balanceamento.....	78
Figura 26 – Mapa do estado futuro.....	80
Figura 27 – <i>Loop</i> de início da implantação do mapa futuro.....	82
Figura 28 – A3 desenvolvido pela equipe <i>Lean</i>	83
Figura 29 – Produtos com defeitos	84
Figura 30 – Dimensionamento do <i>kanban</i>	87
Figura 31 – Quadro <i>kanban</i>	88
Figura 32 – Supermercado.....	89

Figura 33 – Setor Tornos	90
Figura 34 – Operador realizando <i>setup</i>	92
Figura 35 – Melhorias para o SMED	93
Figura 36 – Gráfico da quantidade de refugo	95
Figura 37 – Gráfico de grosas produzidas da família 1 operação	96
Figura 38 – Gráfico do percentual de pedidos entregues na data vs. entregues com atrasos ...	96
Figura 39 – Total de horas extras	97
Figura 40 – Tempo médio de <i>setups</i> de troca simples.....	98
Figura 41 – Modelos de descrição do trabalho padrão	99
Figura 42 – Proposta de <i>layout</i>	101
Figura 43 - Mudança do <i>layout</i>	102
Figura 44 – Novo <i>layout</i> dos setores Laser e Polimento	103
Figura 45 – A3 Polimento	104
Figura 46 – Identificação por tamanho.....	104
Figura 47 – Custo por grossa com e sem esteira.....	105
Figura 48 – Pedidos entregues na data vs. pedidos atrasados	106
Figura 49 – Mapa do estado atual das práticas <i>Lean</i> para a família de produtos personalizados tamanho 18	108
Figura 50 – Condução do <i>kaizen</i> pela equipe <i>Lean</i>	109
Figura 51 – Índice de satisfação GPTW	110
Figura 52 – Índice de satisfação em 2022	111

Lista de Quadros

Quadro 1 – Definição de porte de estabelecimentos segundo o número de empregados.....	35
Quadro 2 – Classificação das empresas segundo o BNDES	35
Quadro 3 – Características de diferenciação das PMEs	36
Quadro 4 – Consistência entre barreiras e fatores críticos de sucesso na implantação do <i>Lean</i> nas PMEs	37
Quadro 5 – Pesquisas em diferentes países da implantação do <i>lean</i> em PMEs	37
Quadro 6 – Impactos da implantação do <i>Lean</i> nas PMEs	41
Quadro 7 – <i>Frameworks</i> para implantação do <i>Lean</i> em PMEs.....	48
Quadro 8 – <i>Framework</i> proposto por Yuik e Puvanasvaran (2020)	50
Quadro 9 – Estrutura de implantação do <i>Lean</i>	51
Quadro 10 – <i>Frameworks</i> para pmes e critérios para satisfazer as características.....	53
Quadro 11 – Características dos líderes	64
Quadro 12 – Desperdícios identificados.....	79
Quadro 13 – Atividades para o <i>setup</i>	91
Quadro 14 – Atividades para <i>setup</i>	93

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Ferramentas do <i>Lean Manufacturing</i> de acordo com a frequência de citações.....	25
Tabela 2 – Definições de PMEs em diferentes países por número de funcionários.....	34

Lista de Abreviaturas e Siglas

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

ERP - *Enterprise Resource Planning*

FIFO – *First In, First out*

JIT – *Just in time*

LM – *Lean Manufacturing*

MFV – Mapeamento do fluxo de valor

PMEs – Pequenas e médias empresas

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SMED – *Single minute Exchange of die*

STP – Sistema Toyota de Produção

PCP - Planejamento e controle da produção

TPM – *Total Productive Maintenance*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Contextualização e Problemática.....	15
1.2 Questão da Pesquisa	17
1.3 Objetivo	17
1.4 Justificativas	18
1.5 Estrutura	19
2 LEAN MANUFACTURING NAS PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS	20
2.1 Sistema Toyota de Produção (STP).....	20
2.2 <i>Lean Manufacturing</i>	22
2.3 Ferramentas do <i>Lean Manufacturing</i> em PMEs.....	24
2.3.1 Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV).....	26
2.3.2 <i>Layout</i> celular	27
2.3.3 <i>Just in Time</i> (JIT).....	28
2.3.4 Trabalho Padronizado.....	29
2.3.5 <i>Kanban</i>	30
2.3.6 Troca Rápida de Ferramenta (<i>SMED</i>)	31
2.3.7 Metodologia 5S	32
2.3.8 <i>Kaizen</i>	33
2.3.9 Relatório A3	33
2.3.10 Gestão Visual.....	33
2.4 Características das PMEs (Pequenas e Médias Empresas).....	34
2.5 Produção Enxuta em PMEs	36
2.6 <i>Frameworks</i> para implantação do <i>Lean Manufacturing</i>	42
2.7 <i>Frameworks</i> para implantação do <i>Lean Manufacturing</i> em PMEs.....	47
3 MÉTODO.....	54
3.1 Tipo de pesquisa quanto aos procedimentos operacionais	54
3.2 Estruturação da pesquisa-ação.....	55
3.3 <i>Framework</i> para implantação do <i>Lean Manufacturing</i> em PME.....	57
3.4 A empresa.....	58
4 APLICAÇÃO FRAMEWORK LEAN MANUFACTURING EM UMA PME	61
.....
4.1 Planejar a pesquisa ação	61
4.1.1 Definir contexto e propósito	61
4.1.2 Estrutura conceitual-teórica.....	61

4.1.3 Seleção da unidade de análise e técnicas de coleta de dados	62
4.1.4 Estabelecimento dos objetivos e política <i>Lean</i>	62
4.1.5 Formação da equipe <i>Lean</i>	64
4.2 Coletar dados	65
4.3 Analisar dados e planejar ações.....	66
4.3.1 Treinamento da equipe <i>Lean</i>	66
4.3.2 Treinamento dos demais colaboradores pela equipe <i>Lean</i>	67
4.3.3 Elaboração do Mapa do Fluxo de Valor Atual	75
4.3.4 Elaboração do Mapa do Fluxo de Valor Futuro	80
4.4 Implementar ações	81
4.4.1 Implantação de projetos-pilotos.....	81
4.5 Avaliar resultados e gerar relatório	94
4.5.1 Monitoramento dos resultados	94
4.5.2 Padronização das práticas <i>Lean</i>	99
4.5.3 Processos de melhoria contínua.....	100
4.5.4 Extensão das práticas <i>Lean</i>	107
5 CONCLUSÃO	112
5.1 Limitações do estudo	114
5.2 Recomendações para futuros estudos	114
REFERÊNCIAS	115

1 INTRODUÇÃO

Pequenas e médias empresas (PMEs) possuem influência nas economias de qualquer país, tendo importante contribuição para o setor de manufatura e na geração de empregos (ALKHORAIF; RASHID; MCLAUGHLIN, 2019; PATHANIA et al. 2021). De acordo com Belhadi et al. (2018), o crescimento da economia internacional depende da sobrevivência e do desenvolvimento das PMEs.

No entanto, segundo Pathania et al. (2021), a maioria das PMEs sofre por causas de suas ineficiências operacionais. Além disso, as tecnologias emergentes e a globalização impactam diretamente essas empresas (ALKHORAIF; RASHID; MCLAUGHLIN, 2019).

Diante dos desafios enfrentados pelas PMEs, Belhadi et al. (2018) ressaltam a necessidade de promover a implantação do *Lean Manufacturing* nessas empresas. Além do mais, a implantação e a utilização das ferramentas do *Lean Manufacturing* vêm sendo adaptadas nas mais diversas indústrias nas últimas décadas e gestores vêm obtendo bons resultados utilizando suas técnicas que ajudam a eliminar desperdícios, sendo o *Lean Manufacturing* e suas ferramentas os grandes responsáveis pela melhoria de eficiência nas empresas (MANE; JAYADEVA, 2015).

Entretanto o desenvolvimento de um *framework* adequado às PMEs é essencial para implantar o *Lean Manufacturing* com sucesso (YUIK; PUVANASVARAN, 2020).

Nesse cenário, a presente seção destina-se à apresentação do contexto e do problema da pesquisa sobre a implantação do *Lean Manufacturing* no cerne das PMEs, bem como da questão da pesquisa, do objetivo, da justificativa e da estrutura da pesquisa.

1.1 Contextualização e Problemática

Frequentemente as PMEs enfrentam desafios de conhecimento insuficiente sobre os métodos de produção enxuta. Além disso, a literatura sobre o *Lean Manufacturing* foca em grandes empresas. No entanto as PMEs podem se beneficiar de sua adoção desde que os processos sejam ajustados de acordo com sua realidade (RYMASZEWSKA, 2014; YADAV et al. 2019).

Além do mais, os resultados e as propostas de estudos de implantação do *Lean Manufacturing* em grandes empresas não são consistentes com a realidade das PMEs (GODINHO FILHO; GANGA; GUNASEKARAN, 2016).

Segundo Elkhairi, Fedouaki e Alami (2019), as PMEs enfrentam forte concorrência dos mercados globais e maiores demandas dos clientes; assim, para lidar com essas mudanças a fim de serem mais competitivas, muitas empresas estão implementando o *Lean Manufacturing*.

No entanto as PMEs carecem de recursos essenciais para mudanças organizacionais, tecnológicas e trabalhistas, pois têm pouca oportunidade de configurar uma estrutura apropriada para implantação do *Lean Manufacturing* e muitas vezes falham na seleção e na avaliação dos mais apropriados métodos e ferramentas para usar (ELKHAIRI; FEDOUAKI; ALAMI, 2019). Para Belhadi, Touriki e Fezazi (2016), o maior desafio dessas empresas é saber quais princípios e ferramentas devem adotar, além de como aplicá-los efetivamente.

Pathania et al. (2021) relatam que as PMEs sofrem por causa de suas ineficiências operacionais como: má gestão; mão de obra não qualificada; excesso de estoque; máquinas e peças danificadas e problemas de qualidade. De acordo com Godinho Filho, Ganga e Gunasekaran (2016), há falta de conhecimento profundo sobre os princípios e as técnicas do *Lean Manufacturing* nas PMEs. Para Moeuf et al. (2016), a falta de procedimentos e métodos impedem a implantação do *Lean Manufacturing* nas PMEs.

Além disso, as PMEs estão tentando aplicar de forma grosseira novas metodologias, abordagens e princípios como o *Lean Manufacturing* para aumentar a competitividade. Infelizmente, o conceito de adoção do *Lean Manufacturing* não tem sido aplicado por um grande número de PMEs (ALKHORAIF; RASHID; MCLAUGHLIN, 2019). Belhadi, Touriki e Fezazi (2016) afirmam que muitas PMEs não conseguem se envolver com o *Lean Manufacturing* de maneira eficaz e concluir a transformação enxuta.

Segundo Almani, Salonitis e Xu (2017), os *frameworks* de implantação do *Lean Manufacturing* geralmente são roteiros, orientando as organizações sobre como implantar, destacando a sequência das ferramentas a serem introduzidas na organização. No entanto os *frameworks* de implantação do *Lean Manufacturing* são derivados de experiências de grandes empresas e se tornam inadequados do ponto de vista das PMEs, pois não consideram seus contextos específicos (BELHADI; TOURIKI; FEZAZI, 2016).

Almani, Salonitis e Xu (2017) evidenciaram a necessidade de um *framework* de implantação do *Lean Manufacturing* com foco especificamente para as necessidades das PMEs. Belhadi, Touriki e Fezazi (2016) relatam que os *frameworks* existentes de implantação do *Lean Manufacturing* encontrados na literatura até então não são perfeitamente adequados para as PMEs. Os *frameworks* para implantação do *Lean Manufacturing* evoluíram com base nas características das grandes empresas não levando em conta as PMEs (YADAV et al., 2019).

Embora haja uma tendência de simplificação excessiva, indicando que o *Lean Manufacturing* é um conjunto de ferramentas a ser usado para melhorar a produtividade, a situação não é tão simples. O *Lean* afeta todos os aspectos de uma organização e pode ser considerado uma nova filosofia de gestão. Portanto a introdução da filosofia enxuta em qualquer organização é bastante complexa e difícil (ALMANEI; SALONITIS; XU, 2017).

Antosz e Stadnicka (2017) relataram que, de 49 PME's estudadas dos setores automotivos da Polônia, somente 42% tentaram aplicar o *Lean Manufacturing*, sendo que apenas 56% dessas empresas conseguiram aplicar em todos os setores da empresa.

Comparadas as grandes organizações, as PME's têm recursos limitados e, em muitos casos, as lideranças carecem de comprometimento a longo prazo, além de que não existe um roteiro único para implantação do *Lean Manufacturing* e precisa ser adaptado para cada organização (ALMANEI; SALONITIS; XU, 2017).

O tamanho da empresa é um fator influente na implantação do *Lean Manufacturing*, pois as PME's possuem características distintas comparadas às grandes empresas. O fracasso da implantação do *Lean Manufacturing* nas PME's se deve ao fato de suas características não serem consideradas (MOEUF et al., 2016).

Em suma, as PME's estão bem atrás na implantação do *Lean Manufacturing* em comparação com as grandes empresas. Os resultados da implantação do *Lean* nas PME's são muito pobres e isso se deve à adoção incorreta da abordagem do *Lean*. Dessa forma, a falta de um plano de implantação do *Lean Manufacturing* bem estruturado para as PME's é a razão de se obterem menos sucesso na implantação (YUIK; PUVANASVARAN, 2020).

1.2 Questão da Pesquisa

Diante da problemática apresentada no contexto das PME's para implantação do *Lean Manufacturing* o presente estudo propôs responder a seguinte questão de pesquisa: como melhorar a competitividade de uma PME com a implantação do *Lean Manufacturing*?

1.3 Objetivo

Esta dissertação tem por objetivo implantar o *Lean Manufacturing* em uma PME a partir do *framework* proposto por Deveras (2019), e descrever os resultados a partir da implantação, visando melhorar os processos de manufatura e eliminar os desperdícios.

1.4 Justificativas

Em países emergentes, como o Brasil, o desenvolvimento de estudos para as PMEs é de grande valia. Dada a importância dessas organizações na economia global, além do valor econômico, desempenham um papel importante sendo motores de crescimento, podendo este tema ser considerado uma significativa oportunidade de pesquisa (GODINHO FILHO; GANGA; GUNASEKARAN, 2016).

De acordo com Godinho Filho, Ganga e Gunasekaran (2016), no Brasil muitas empresas têm implantado os princípios do *Lean Manufacturing*, porém as descrições e os resultados dessas implantações são escassos na literatura. Assim, mais pesquisas sobre a adoção do *Lean Manufacturing* em países em desenvolvimento são necessárias, dada sua escassez comparada a estudos nessa área em países desenvolvidos (YADAV et al., 2019).

A implantação do *Lean Manufacturing* tem se tornado cada vez mais um desafio para todas as organizações, mas especialmente para as PMEs, pois essas empresas não conseguem se envolver de maneira eficaz para alcançarem a transformação do *Lean Manufacturing*. O maior desafio das PMEs é saber quais princípios, ferramentas, práticas e como aplicá-las efetivamente (BELHADI; TOURIKI; FEZAZI, 2016).

Em vista disso, a falta de estudos de implantação do *Lean Manufacturing* para as PMEs é uma lacuna importante, dado que os resultados e as propostas de implantação apresentados sobre grandes empresas podem não ser consistentes para a realidade das PMEs (GODINHO FILHO; GANGA; GUNASEKARAN, 2016).

Por conseguinte, Yadav et al. (2019) ressaltam que, embora resultados positivos tenham sido obtidos com algumas implantações do *Lean Manufacturing* relatadas em PMEs, tais evidências são escassas. Alkhoraif, Rashid e McLaughlin (2019) reconhecem que as PMEs, para serem bem-sucedidas na implantação do *Lean Manufacturing*, devem adaptá-las com relação à filosofia e às ferramentas para se adequarem às suas situações individuais.

Ao contrário das grandes empresas, as PMEs têm características específicas, como orientação a curto prazo, estrutura organizacional simples, processos e tomadas de decisão simplificados, restrições de recursos e sistema de produção flexível. Sendo assim, para implementar o *Lean Manufacturing* é necessário um *framework* exclusivo para as PMEs (YADAV et al., 2019).

Apesar de alguns pesquisadores se concentrarem na implantação do *Lean Manufacturing* em PMEs, um *framework* que evidencia os resultados práticos de implantação

do *Lean Manufacturing* nessas empresas está ausente na literatura (PETER; LANZA, 2011; RYMASZEWSKA, 2014; YADAV et al., 2019).

Para Yuik e Puvanasvaran (2020) há falta de estruturas práticas de implantação do *Lean Manufacturing* no contexto das PMEs. Já que, segundo Alkhoraif, Rashid e McLaughlin (2019), as pesquisas sobre *Lean Manufacturing* para PMEs baseiam-se principalmente em estudos de caso únicos e discretos, trabalhos conceituais baseados no desenvolvimento de referenciais teóricos, modelos ou guias. Há ainda falta de pesquisas que apliquem vários estudos de caso, métodos mistos ou pesquisa-ação em pesquisa contemporânea no campo. Os autores ressaltam que é uma lacuna metodológica identificada que precisa ser tratada.

Mais pesquisas são necessárias para estimar a aplicabilidade da implantação do *Lean Manufacturing* em PMEs para chegar a resultados validos e generalizados (YADAV et al., 2019).

A realidade apresentada implica na justificativa deste estudo, que busca melhorar a competitividade de uma PME através da implantação do *Lean Manufacturing*. Considera-se este estudo importante pois contribui para a adoção do *Lean Manufacturing* em PMEs através de um *framework* que traz resultados práticos, sendo que os *frameworks* propostos para as PMEs na literatura são escassos.

1.5 Estrutura

A presente pesquisa está estruturada em cinco seções, sendo a primeira a Introdução, na qual apresenta o tema estudado juntamente com a problemática, objetivo, justificativa e questão da pesquisa. Na segunda seção serão apresentados o referencial teórico e a revisão da literatura sobre os conceitos do *Lean Manufacturing*, as ferramentas utilizadas para implantação no cerne das PMEs, bem como as características e a produção enxuta dessas empresas, além dos *frameworks* para implantação do *Lean Manufacturing*. A terceira seção detalha a metodologia da pesquisa bem como sua classificação e abordagem, focada nos procedimentos científicos. A quarta seção abrange a forma como o estudo foi realizado, através da pesquisa-ação na empresa objeto de estudo. A quinta seção é composta pela conclusão bem como pelas limitações e sugestões para futuras pesquisas. Por fim, encontram-se as referências bibliográficas.

2 LEAN MANUFACTURING NAS PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS

Esta seção aborda o conceito do *Lean Manufacturing* e o uso de suas ferramentas no cerne das PMEs, além de revisão do estado da arte sobre o *Lean Manufacturing* nas PMEs e os *frameworks* de implantação. Sendo assim proporciona entendimento sobre o assunto e embasamento da pesquisa.

Nesse cenário, buscou-se selecionar artigos na literatura utilizando algumas palavras-chave em diferentes bases de dados, como Science Direct, Scopus, Google Acadêmico, Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD), além da biblioteca digital da UNIARA e artigos encontrados nas referências cruzadas.

2.1 Sistema Toyota de Produção (STP)

Segundo Ohno (1997), o mercado japonês exigia qualidade, custo baixo, *lead time* curto e flexibilidade. Durante as visitas de estudo nas fábricas americanas, os gerentes da Toyota observaram lotes sendo produzidos em grandes quantidades, gerando acúmulo de estoques intermediários decorrente do excesso de produção, além de defeitos escondidos em grandes lotes acumulados.

A indústria automobilística era basicamente a indústria de produção em massa, baseada em uma linha de montagem contínua que permitia a fabricação de um número elevado de automóveis a baixo custo, com baixa diversidade de produtos. Porém, de maneira oposta à produção em massa de Henry Ford, a Toyota tinha seu foco voltado para a qualidade e a diversidade de produtos (LACERDA; XAMBRE; ALVELOS, 2016).

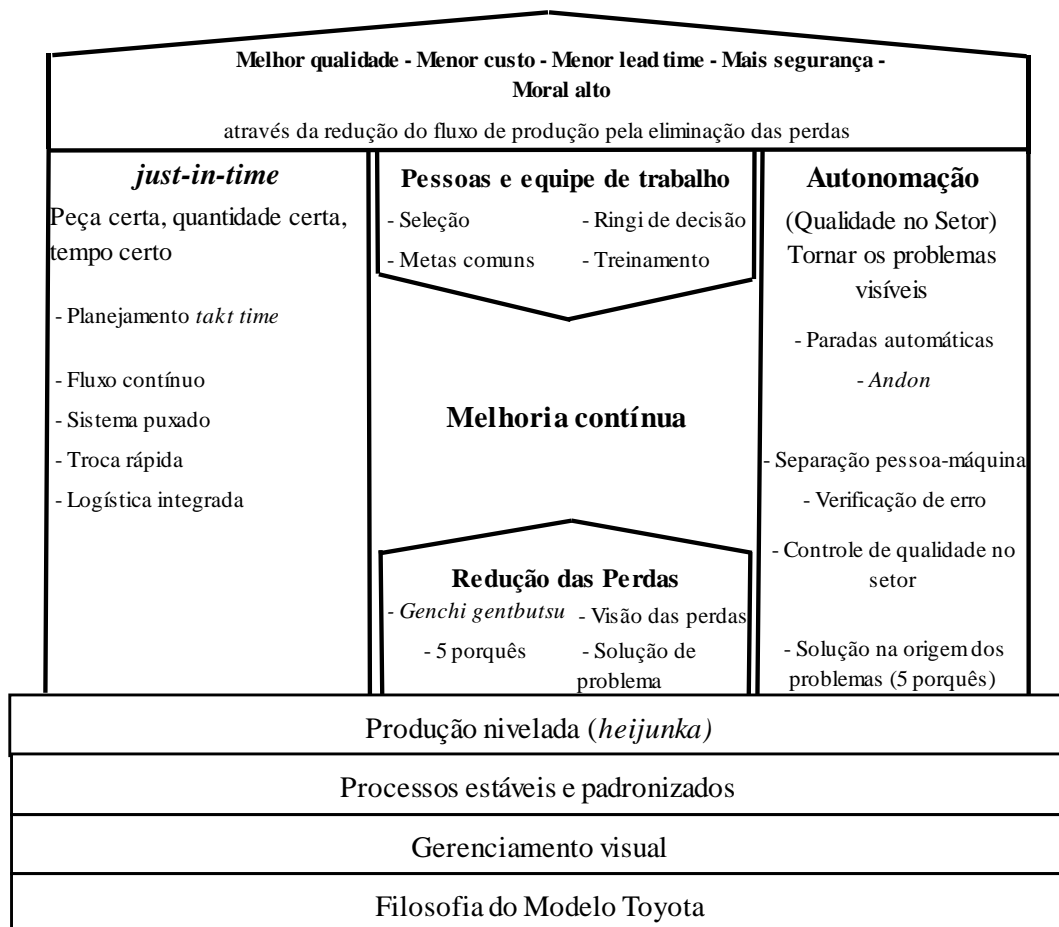
Segundo Liker (2005), a Toyota aplicava e melhorava o STP no dia a dia sem documentar a teoria; novos métodos eram implantados por meio da prática real no ambiente da fábrica, pois a comunicação era forte, permitindo a difusão das melhores práticas para outras plantas e fornecedores.

Deste modo, a tarefa de ensinar o STP era constante, assim desenvolveu o diagrama que guia o STP. O diagrama “Casa do STP” (Figura 1) tornou-se um dos símbolos mais facilmente reconhecíveis na indústria contemporânea. A justificativa da sua utilização como representação é porque ela é um sistema estrutural forte apenas se o telhado, os pilares e a base também forem fortes. Qualquer rompimento nesse elo é capaz de enfraquecer todo o sistema (LIKER, 2005).

Existem diversas versões dessa casa, no entanto os princípios fundamentais permanecem os mesmos. No telhado da casa têm-se os objetivos, que são a melhor qualidade e

o menor custo em um menor tempo de entrega. Os pilares externos representam o *just in time* (JIT), que garante peças, prazos e quantidades corretas, e o *jidoka*, que, na essência, significa nunca deixar um defeito passar para a próxima estação. No centro do sistema estão as pessoas. Para formação da base, existem elementos fundamentais, que incluem a produção nivelada, a necessidade de trabalhos padronizados, estáveis e confiáveis, o gerenciamento visual e a utilização de ferramentas da filosofia Toyota (LIKER, 2005).

Figura 1 – Casa do Sistema Toyota de Produção (STP)



Fonte: Adaptado de Liker (2005).

O STP constitui-se de 14 princípios que estão organizados em quatro categorias amplas: 1) filosofia de longo prazo; 2) o processo certo produzirá os resultados certos; 3) agregar valor para a organização, desenvolvendo as pessoas; 4) a solução contínua da raiz dos problemas estimula a aprendizagem organizacional (LIKER, 2005).

Liker (2005) afirma que os princípios da Toyota são um grande ponto de partida para alcançar um alto desempenho nas organizações; assim, praticá-los com atenção e de maneira

correta leva valor aos clientes e à sociedade, tornando as empresas mais competitivas e lucrativas. Os princípios são: 1) basear as decisões administrativas em uma filosofia de longo prazo, mesmo em detrimento de metas financeiras de curto prazo; 2) criar um fluxo de processo contínuo para trazer os problemas à tona; 3) usar sistemas puxados para evitar a superprodução; 4) nivelar a carga de trabalho (*heijunka*) (trabalhar como a tartaruga, não como a lebre); 5) construir uma cultura de parar e resolver os problemas, obtendo a qualidade logo na primeira tentativa; 6) tarefas padronizadas são a base para a melhoria contínua e a capacitação dos funcionários; 7) usar controle visual para que nenhum problema fique oculto; 8) usar somente tecnologia confiável e completamente testada que atenda aos funcionários e aos processos; 9) desenvolver líderes que compreendam completamente o trabalho, que vivam a filosofia e ensinem aos outros; 10) desenvolver pessoas e equipes excepcionais que sigam a filosofia da empresa; 11) respeitar sua rede de parceiros e de fornecedores desafiando-os e ajudando-os a melhorar; 12) ver por si mesmo para compreender completamente a situação (*genchi genbutsu*); 13) tomar decisões lentamente por consenso, considerando completamente todas as opções e implementá-las com rapidez; 14) tornar-se uma organização de aprendizagem através da reflexão incansável (*hansei*) e da melhoria contínua (*kaizen*).

2.2 Lean Manufacturing

No início dos anos 1990, Womack, Jones e Ross foram responsáveis por popularizar o termo produção enxuta (*Lean Manufacturing*) com o livro *A máquina que mudou o mundo*, que referenciava o STP (WOMACK; JONES; ROSS, 2004). Atualmente, existem várias definições do *Lean Manufacturing*.

Womack e Jones (2004) definem *Lean Manufacturing* como uma abordagem que busca uma melhor forma de organizar e gerenciar os relacionamentos de uma empresa com seus clientes, fornecedores, desenvolvimento de produtos e operações de produção, com o qual é possível fazer mais com menos.

Shah e Ward (2007) definem o conceito como um sistema sociotécnico integrado cujo objetivo principal é eliminar os desperdícios. Shah e Ward (2003) ressaltam que a abordagem do *Lean Manufacturing* engloba uma ampla variedade de práticas gerenciais, incluindo o JIT, o sistema de qualidade, a manufatura celular, entre outros.

O foco do *Lean Manufacturing* é criar valor para os clientes atendendo suas necessidades através da redução dos desperdícios. Womack, Jones e Ross (2004) definiram

cinco princípios básicos que sustentam o conceito do *Lean Manufacturing*: valor, fluxo de valor, fluxo contínuo, produção puxada, busca da perfeição.

Dombrowski, Crespo e Zahn (2010) afirmam que o *Lean Manufacturing* oferece uma estratégia holística para eliminar os desperdícios em todos os processos. Segundo Ohno (1997), desperdícios são todas as atividades que não agregam valor ao produto sob a ótica do cliente.

Liker (2005) destaca que qualquer processo de transformação, seja um produto ou um serviço, envolve os três seguintes tipos de atividades:

- 1) Atividades que agregam valor: São atividades que agregam valor sob a ótica do cliente, ou seja, que estão relacionadas diretamente à transformação do produto e pelas quais os consumidores estejam dispostos a pagar.
- 2) Atividades desnecessárias e que não agregam valor: são atividades que, sob a ótica do cliente, não agregam valor ao produto e que são desnecessárias em qualquer circunstância. São desperdícios e devem ser eliminadas.
- 3) Atividades necessárias mas que não agregam valor: são atividades que, sob a ótica do cliente, não agregam valor, mas são necessárias para as atividades que agregam valor ao produto. A menos que os processos sejam radicalmente modificados, são desperdícios de difícil eliminação e necessitam de um acompanhamento de longo prazo.

Melton (2005) destaca que a eliminação dos desperdícios representa um enorme potencial em termos de melhoria dos processos de fabricação. Segundo o autor, é importante para a organização identificar os desperdícios para compreender o que é valor sob a ótica do cliente.

Segundo Ohno (1997), desperdícios são atividades que utilizam recursos, mas que não agregam valor ao produto. O autor classifica esses desperdícios em sete categorias, que, de acordo com Liker (2005), são representados a seguir:

1. Superprodução: produção de mais itens que o necessário, gerando perda com excesso de pessoal e de estoque, além de custos de transporte devido ao estoque excessivo;
2. Espera: funcionários ociosos, que ficam esperando pelo próximo passo no processamento, ou que simplesmente não têm trabalho a fazer devido à falta de estoque, atrasos de processamento e interrupção de equipamentos, por exemplo;

3. Transporte ou movimentação desnecessária: movimento de estoque em processo por longas distâncias, transporte ineficiente ou movimentação de materiais do estoque entre processos;
4. Superprocessamento ou processamento incorreto: passos desnecessários para produzir peças; processamento ineficiente devido a uma ferramenta ou ao projeto inadequados, causando movimentos desnecessário e produzindo defeitos;
5. Excesso de estoque: excesso de matéria-prima estocada, produtos em processo ou acabados, causando *lead time* longos, além de custos de transportes e armazenagem;
6. Movimento desnecessário: qualquer movimento desnecessário que os operadores fazem durante o trabalho e a atividade;
7. Defeitos: problemas de qualidade do produto, retrabalho, descarte da produção devido aos produtos estarem fora das especificações.

Liker (2005) descreve um oitavo desperdício sendo o desperdício da criatividade dos funcionários, gerando perdas de tempo, ideias, habilidades, melhorias e oportunidade de aprendizagem.

2.3 Ferramentas do *Lean Manufacturing* em PMEs

O *Lean Manufacturing* é constituído por uma ampla variedade de práticas que, conforme são aplicadas, sustentam um ambiente de alta qualidade e reduz os desperdícios (SHAH; WARD, 2003).

Das, Venkatadri e Pandey (2014) destacam mapeamento do fluxo de valor (MFV), 5S, manutenção produtiva total (TPM), troca rápida de ferramenta (SMED), JIT e *kaizen* como as ferramentas do *Lean Manufacturing* mais utilizadas.

Yadav et al. (2019) relatam que as principais práticas e ferramentas do *Lean Manufacturing* no contexto das PMEs mencionadas na literatura são MFV, gestão à vista, *kanban*, *kaizen*, SMED, TPM, ferramentas de melhoria de qualidade. Além das citadas, Alkhoraif, Rashid e McLaughlin (2019) enumeram: trabalho padronizado, lotes pequenos, e nivelamento de produção.

De acordo com Belhadi et al. (2018) a ferramenta do *Lean Manufacturing* aplicada em PMEs com mais frequência identificada na literatura é o 5S. Antosz e Stadnicka (2017)

corroboram com essa afirmação, pois concluem que as empresas que implantaram o *Lean Manufacturing* aplicaram principalmente o 5S.

As ferramentas que mais aparecem na literatura e a frequência de relatos encontrados de acordo com as características das PMEs são descritas na Tabela 1.

Tabela 1 – Ferramentas do *Lean Manufacturing* de acordo com a frequência de citações.

Ferramentas do <i>Lean Manufacturing</i>	Quantidade de citações
5S	26
Seis sigma	24
Gestão/controle da qualidade total	21
Manutenção produtiva total	20
JIT	19
Troca rápida de ferramentas (SMED)	19
MFV	18
<i>Kaizen</i>	17
<i>Kanban</i>	15
Controle estatístico de processo	13
Trabalho padronizado	11
Gestão visual	10
<i>Poka yoke</i>	10
Treinamento de funcionários	10
Célula de manufatura	9
Fluxo contínuo	6
<i>Heijunka</i>	4
PDCA	3
Equipe multifuncional	3
<i>Takt time</i>	2
Teoria das restrições (TOC)	2

Fonte: Adaptado de Belhadi et al. (2018).

A maior parte da literatura sobre as ferramentas do *Lean Manufacturing* em PMEs considera as que são adotadas por grandes empresas. No entanto as PMEs devem adotar práticas viáveis, que sejam fáceis, simples e baratas de implantar, já que nem todas as ferramentas do *Lean Manufacturing* são adequadas ao contexto das PMEs (BELHADI et al., 2018).

Sendo assim, o uso de todas as práticas e ferramentas do *Lean Manufacturing* não é necessário nem viável no contexto das PMEs e as ferramentas devem ser empregadas com base nas características de produção e gestão (YADAV et al., 2019).

A aplicação de ferramentas do *Lean Manufacturing* depende muito de cada situação, sendo que não há uma sequência clara de ferramentas a serem usadas (BHAMU; SANGWAN, 2016). Assim, nas próximas subseções são apresentadas as mais relevantes no cerne das PMEs e que foram utilizadas na parte prática.

2.3.1 Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)

O mapeamento do fluxo de valor (MFV), termo também conhecido em inglês como *value stream mapping* (VSM), é uma ferramenta de representação visual que ajuda a enxergar e entender o fluxo de materiais e de informações na medida que o produto percorre seu caminho desde o consumidor até o fornecedor (ROTHER; SHOOK, 2018). O MFV é diferente das técnicas de registros convencionais pois captura as informações das estações individuais sobre tempo de ciclo de cada processo, utilização de recurso, estoque em processo, necessidade de mão de obra. O MFV abrange todas as atividades que agregam e as que não agregam valor (SINGH; GARG; SHARMA, 2011).

O MFV é amplamente conhecido como uma das ferramentas mais poderosas do *Lean Manufacturing*, pois é considerado o ponto de partida das práticas de melhorias e auxilia na identificação das áreas onde os esforços de melhoria devem ser concentrados. É ele que dá a oportunidade de examinar a cadeia de processo e focar nas atividades de valor agregado (DAS, VENKATADRI; PANDEY, 2014).

O MFV é uma ferramenta essencial, pois permite visualizar o fluxo como um todo, ajuda a identificar mais do que os desperdícios, identifica as fontes do desperdícios no fluxo de valor, fornece uma linguagem comum para tratar dos processos de manufatura, torna as decisões sobre o fluxo visíveis, combina conceitos e técnicas do *Lean Manufacturing* evitando a implantação de forma isolada, forma a base de uma plano de implantação e mostra a relação entre o fluxo de informações e o fluxo de materiais (ROTHER; SHOOK, 2018).

O MFV inicia-se conforme as etapas mostradas na Figura 2.

Figura 2 – Etapas para iniciar o MFV



Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2018).

O desenho do estado futuro está destacado porque o objetivo é introduzir um fluxo de valor *Lean*. O primeiro passo é desenhar o estado atual a partir da coleta das informações no chão de fábrica, que informa o que é necessário para desenvolver um estado futuro. O passo final é preparar e usar ativamente um plano de implantação que descreva como chegar ao estado futuro.

2.3.2 *Layout* celular

O *layout* celular é uma das ferramentas que suportam a implantação do *Lean Manufacturing*, fornece flexibilidade ao sistema produtivo minimizando o tempo de resposta ao cliente e reduzindo os desperdícios (BASTOS; MARTINI; FERREIRA, 2014). O *layout* celular consiste em arranjar, em um único local, máquinas diferentes que possam fabricar o produto inteiro, elevar o nível de qualidade e de produtividade, e colaborar para eliminação dos desperdícios de transporte e material, diminuindo os estoques (MARTINS; LAUGENI, 2005).

Segundo Liker (2005), o *layout* celular contribui para eliminar os desperdícios, onde os equipamentos são organizados de maneira a acompanhar o fluxo do material, reduzindo os movimentos de pessoas e materiais, sendo possível produzir mais eficientemente e facilitando a implantação de um fluxo contínuo.

Rother e Harris (2016) relatam que umas das técnicas para elaborar um projeto de uma célula deve dispor as máquinas, as estações de trabalho e o material nos dispositivos como se somente um operador fabricasse o produto do início ao fim, diminuindo dessa forma a acumulação de estoques entre processos, eliminando caminhadas excessivas e trazendo as

etapas de criação de valor mais próximas umas das outras. Segundo os autores, para se criar um *layout* celular da maneira mais eficiente possível, deve-se seguir as seguintes orientações:

- Colocar as máquinas e as estações de trabalho bem próximas para minimizar a distância percorrida;
- Remover os obstáculos do caminho percorrido pelo operador;
- Manter a largura dentro da célula em torno de 1,5 metro para permitir maior flexibilidade na realocação dos elementos de trabalho entre os membros do time;
- Eliminar espaços e locais onde o estoque de peças em processo possa acumular;
- Manter alturas apropriadas para locais de trabalho e pontos de uso;
- Localizar os processos inicial e final próximos um do outro;
- Evitar transferências de peças de cima para baixo e de frente para trás;
- Usar a gravidade para ajudar os operadores na colocação das peças e movimentações de materiais, sempre que possível;
- Colocar certas instalações no teto para facilitar os ajustes de *layout*;
- Manter as ferramentas manuais tão próximas quanto possível do ponto de uso e coloca-las na direção que são usadas pelos operadores;
- Utilizar ferramentas manuais dedicadas em vez de ferramentas que necessitem de mudanças e combinar duas ou mais ferramentas onde for possível;
- Garantir a segurança e a ergonomia na célula;
- Manter as etapas de trabalho manual baseadas no operador próximas umas das outras para permitir flexibilidade na distribuição dos elementos de trabalho e agregar valor ao trabalho do operador;
- Isolar a automação de nível 5 e as operações de ciclo contínuo dos operadores manuais ou o fluxo de trabalho baseado nos operadores.

Sundar, Balaji e SatheeshKumar (2014) ressaltam que o *layout* celular melhora a interação dos funcionários, induz o conhecimento de múltiplas habilidades e melhora a flexibilidade da produção.

2.3.3 Just in Time (JIT)

Just in time é um sistema de produção que fabrica e entrega o que é necessário, no momento certo e apenas na quantidade correta (NARUSAWA; SHOOK, 2019). O JIT é o principal pilar do *Lean Manufacturing* (LIKER, 2005) e seu objetivo é a eliminação de todo e

qualquer desperdício, na melhor qualidade possível, ao menor custo e uso de recursos possível, ao menor prazo de produção, de forma a garantir a satisfação dos clientes (NARUSAWA; SHOOK, 2019).

O JIT é composto de três elementos: o tempo *takt*, o fluxo contínuo e o sistema puxado.

O tempo *takt* refere-se à frequência com que produzir um produto para atender às necessidades dos clientes conforme o ritmo de vendas (NARUSAWA; SHOOK, 2019). *Takt* é uma palavra alemã para ritmo ou compasso, e pode ser usada para estabelecer o ritmo de produção, alertando os funcionários toda vez que estiverem adiantados ou atrasados (LIKER, 2005).

Fluxo contínuo significa produzir um item por vez de acordo com o tempo *takt*, eliminando os desperdícios entre uma etapa e outra (NARUSAWA; SHOOK, 2019).

Sistema puxado consiste em fazer o necessário quando necessário reduzindo o máximo de estoque, produzindo somente o que o cliente quer (LIKER, 2005). Todos os processos que fazem parte da sequência de produção devem ser colocados em um fluxo único e regular de acordo no ritmo de vendas (NARUSAWA; SHOOK, 2019).

2.3.4 Trabalho Padronizado

No STP, qualquer operação que se repete mais de uma vez deve ser padronizada. Trabalho padronizado é a base das operações para produção de produtos corretos, de maneira mais segura, fácil e eficaz, a partir das tecnologias e dos processos existentes (NARUSAWA; SHOOK, 2019).

O trabalho deve ter seu tempo de ciclo padronizado para que o fluxo contínuo não seja prejudicado (OHNO, 1997). Trabalho padronizado significa a determinação de procedimentos exatos para o trabalho de cada operador. Tais procedimentos se baseiam em três elementos: 1) tempo *takt*; 2) sequência de trabalho; 3) estoque padrão ou (estoque em processo) (NARUSAWA; SHOOK, 2019).

Todos os elementos do trabalho devem estar dentro do ciclo, qualquer trabalho fora do ciclo destrói a continuidade do fluxo e dificulta a manutenção da produção de acordo com o tempo *takt*. Assim, o objetivo do trabalho padronizado é estabelecer as bases para melhoria contínua (NARUSAWA; SHOOK, 2019). O trabalho padronizado é fundamental, pois contribui para identificar e eliminar os desperdícios, estabiliza as operações, garante a segurança, a qualidade e a produtividade no trabalho (OHNO, 1988).

Segundo Liker (2005), para qualquer melhoria deve-se padronizar e estabilizar o processo antes que o aperfeiçoamento contínuo possa ser efetuado, caso contrário qualquer ação de melhoria será apenas mais uma variação que ocasionalmente é utilizada e quase sempre ignorada.

Para criar o trabalho padronizado é importante seguir as seguintes etapas: 1) quadro de capacidade do processo, utilizado para calcular a capacidade de cada máquina em um conjunto de processos para confirmar a capacidade real e para identificar e eliminar gargalos; 2) tabela de combinação de trabalho padronizado, utilizada para descrever a combinação de tempo de trabalho manual, de deslocamento e de processamento das máquinas para cada operador dentro de uma sequência; 3) diagrama de trabalho padronizado, que mostra o movimento do operador e a localização dos materiais em relação à máquina e ao *layout* geral do processo; 4) folha de instruções de trabalho (NARUSAWA; SHOOK, 2019).

Sundar, Balaji e SatheeshKumar (2014) afirmam que o trabalho padrão é um dos métodos mais eficazes para se realizar um trabalho no menor tempo repetível como resultado na utilização de recursos como pessoas, máquinas e materiais. Os autores destacam que o trabalho padrão representa a melhor forma de pensar para realizar uma tarefa específica dentro de um determinado tempo e reorganizar o trabalho em relação ao *takt*.

2.3.5 Kanban

O termo *kanban* tem origem no Japão e significa “cartão” ou “sinalização”. Foi criado por Taichi Ohno para indicar o andamento dos fluxos de produção, é usado para puxar a produção. O conceito foi inspirado na organização e no funcionamento dos supermercados americanos, em que a reposição das mercadorias era realizada somente no momento em que elas eram vendidas (OHNO, 1988). Portanto a principal característica adotada pelo sistema *kanban* é a reposição realizada somente do que foi vendido, em vez de utilizar um sistema estimado de reabastecimento, reduzindo os estoques (SHINGO, 1996).

Segundo Ohno (1988), *kanban* é um método que propõe a utilização de cartões para acompanhar de maneira visual e prática, através de um quadro, o andamento dos fluxos de produção da empresa, utilizando menos recursos.

Kanban é um dispositivo sinalizador que dá autorização e instruções para a produção ou a retirada de itens em um sistema puxado (NARUSAWA; SHOOK, 2019). O *kanban* desempenha um papel fundamental no JIT, pois é um sistema de controle de estoque e programação da produção em vários estágios, que controla o fluxo de produção, facilita o alto

volume e a maior utilização da capacidade de produção (KUMAR; PANNEERSELVAM, 2007).

Segundo Smalley (2016), há quatro objetivos principais para o *kanban*:

- 1) Evitar a superprodução e o excesso de movimentação de materiais entre os processos de produção.
- 2) Fornecer as ordens de produção específicas entre os processos com base nos princípios de reposição. O *kanban* administra o tempo da movimentação dos materiais e a quantidade a ser transportada.
- 3) Funcionar como uma ferramenta visual para determinar se a produção está adiantada ou atrasada em relação à programação. Observar os dispositivos que armazenam o *kanban* no sistema e mostrar se os materiais estão fluindo de acordo com o planejado.
- 4) Estabelecer uma ferramenta para melhoria contínua. Cada *kanban* representa um contêiner de estoque no fluxo de valor. Ao longo do tempo, a redução planejada do número de *kanbans* se relaciona diretamente com a redução de estoque e a diminuição do *lead time* de atendimento ao cliente.

O *kanban* tem duas funções em uma operação de produção: *kanban* de produção, que informa o processo fornecedor, o tipo e a quantidade de produtos a serem fabricados para atender a um processo fluxo abaixo; e *kanban* de retirada, que autoriza a movimentação de produtos para atender um processo fluxo abaixo (NARUSAWA; SHOOK, 2019).

Assim, a implantação do sistema *kanban* contribui para a redução dos desperdícios, reduzindo custos operacionais com estoques de produção controlados e maior flexibilidade para as estações de trabalho (RAHMAN; SHARIF; ESA, 2013).

2.3.6 Troca Rápida de Ferramenta (SMED)

A troca rápida de ferramenta, também denominada em inglês como *single minute exchange of die* (SMED), é uma ferramenta desenvolvida por Shingo como proposta para reduzir os gargalos causados pelas prensas na Toyota, pois na época as máquinas não funcionavam em plena capacidade, sendo necessário diminuir os tempos de troca de forma rápida e eficiente (SABADKA; MOLNAR; FEDORKO, 2017).

O SMED é uma das ferramentas do *Lean Manufacturing* mais eficazes para reduzir o tempo de *setup* das máquinas, pois converte as atividades que necessitam realizar com a

máquina parada em atividades externas, assim permitindo realizá-las com a máquina ainda em funcionamento (DAS; VENKATADRI; PANDEY, 2014).

Shingo (2000) relata que o SMED foi desenvolvido em um período de 19 anos com resultados de estudos detalhados dos aspectos teóricos e práticos de melhorias de *setup*. De acordo com o autor, existem dois tipos de *setup*, interno e externo, e deve-se distinguir entre os dois tipos, para racionalizar todos os aspectos e, assim, as melhorias poderem ser percebidas.

2.3.7 Metodologia 5S

O 5S é uma das ferramentas mais úteis do *Lean Manufacturing*, é amplamente utilizado para manter a área de trabalho organizada, limpa e segura (DAS; VENKATADRI; PANDEY, 2014), criando um processo contínuo de melhoria do ambiente de trabalho (LIKER, 2005). O 5S é um sistema extremamente simples cujo nome é composto por cinco termos que começam com “S”: “*seiri*”, “*seiton*”, “*seiso*”, “*seiketsu*”, “*shitsuke*” (NARUSAWA; SKOOK, 2019).

Segundo Liker (2005), o 5S compreende uma série de atividades que colaboram para eliminar desperdícios, defeitos e acidentes de trabalho. São elas:

1. Classificar: classificar os itens, manter somente o que for necessário para a operação ou o setor e descartar o que não for útil;
2. Organizar: “um lugar para tudo e tudo no lugar”, colocar em ordem os itens que permaneceram no local de trabalho;
3. Limpar: o processo de limpeza atua como forma de inspeção que expõe as condições anormais e a predisposição a falhas que podem prejudicar a qualidade ou causar problemas nos equipamentos;
4. Padronizar (criar regras): desenvolver sistemas e procedimentos para manter e monitorar os três primeiros S.
5. Disciplina (autodisciplina): manter um ambiente de trabalho estável é um processo constante de melhoria contínua.

O 5S funciona como um pilar básico do *Lean Manufacturing* e traz inúmeros benefícios para as empresas como aumento da produtividade, melhor atendimento aos prazos, redução de defeitos, aumento da segurança no trabalho, redução de material perdido e melhor capacidade para distinção entre as condições normais e anormais de trabalho (WERKEMA, 2011).

2.3.8 Kaizen

Segundo Liker (2005), *kaizen* é uma palavra japonesa que significa “melhoria” ou “mudança para melhor” e essa ferramenta se trata de práticas para melhoria contínua nos processos de manufatura. Narusawa e Shook (2019) ressaltam que o *kaizen* enfatiza o aprendizado tanto nos níveis individuais como em equipe.

Para Werkema (2011), *kaizen* é uma metodologia que visa o alcance de melhorias rápidas, consiste no emprego organizado do senso comum e da criatividade para aprimorar um processo individual ou um fluxo de valor completo. Segundo a autora, o *kaizen* é usado para resolver problemas e é conduzido por equipe multidisciplinar.

2.3.9 Relatório A3

Segundo Liker (2005), o relatório A3 é uma prática iniciada na Toyota onde os administradores exigiam que todas informações fossem colocadas em um lado de uma folha tamanho A3, um relatório completo que documenta um processo.

A ideia da Toyota é que cada problema que uma organização enfrenta pode ser acomodado em uma única folha de papel, com o objetivo de todos que enfrentam determinado problema enxerguem sob a mesma ótica (SHOOK, 2019).

De acordo com Shook (2019), a mentalidade do A3 segue uma lógica comum, no entanto o formato e o conteúdo podem ser flexíveis, sendo que a maioria das organizações ajusta o modelo para atender suas necessidades, adaptando-se no *layout*, estilo e ênfase de acordo com o assunto e o tipo do problema a ser abordado.

Shook (2019) destaca que um relatório A3 geralmente inclui: Título; Responsável e Data; Contexto; Condições atuais; Objetivos e Metas; Análise; Contramedidas propostas; Plano; Acompanhamento.

Liker (2005) destaca que a abordagem no formato A3 melhora a comunicação, além de buscar a solução dos problemas de maneira sincronizada.

2.3.10 Gestão Visual

A gestão visual é uma ferramenta do *Lean Manufacturing* muito famosa no Japão e em outros países, e significa colocar à mostra todas as ferramentas, peças, atividades e indicadores de um sistema de manufatura, com o objetivo de que todos os envolvidos dentro um processo entendam a situação com apenas um olhar (NARUSAWA; SHOOK, 2019).

Para implantar a gestão visual no local de trabalho, é importante criar um padrão de fácil entendimento que contempla uma imagem clara de uma condição desejada (NARUSAWA; SHOOK, 2019).

Werkema (2011) destaca os benefícios para a empresa na implantação da gestão visual como os seguintes:

- Melhora na comunicação entre departamentos e turnos de trabalho, melhor alinhamento entre os operadores, supervisores e gerentes;
- Maior agilidade de resposta na ocorrência de anomalias;
- Maior compreensão sobre a produção;
- Visualização dos indicadores e da meta estabelecida para performance dos processos;
- Aumento da conscientização para a eliminação dos desperdícios;
- Maior capacidade de estabelecer e apresentar prioridade de trabalho;
- Visualização imediata dos procedimentos operacional padrão utilizados.

2.4 Características das PMEs (Pequenas e Médias Empresas)

Segundo Alkhoraif, Rashid e McLaughlin (2019), não existe uma definição definitiva de todos os países com relação às características das PMEs. A Tabela 2 ilustra as diferenças entre as PMEs em alguns países por número de funcionários.

Tabela 2 – Definições de PMEs em diferentes países por número de funcionários.

País	Número de funcionários
Austrália	200
Canadá	199
China	999
União Europeia e Reino Unido	250
USA	499

Fonte: Adaptado de Alkhoraif, Rashid e McLaughlin (2019).

O conceito para definir PMEs não é preciso, sendo que elas podem ser classificadas nas diversas formas de acordo com o número de empregados, volume de vendas e critérios mistos (MARTINS, 2014). Segundo Yadav et al. (2019), não existe uma definição única de PMEs; diferentes parâmetros, como tamanho, idade, número de funcionários, faturamento anual, vendas e valor dos ativos, são usados em diferentes países.

De acordo com o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE, 2013), no Brasil há pelo menos três definições para limitar o que seria uma PME. a mais utilizada é a que está na Lei Geral para Micro e Pequenas Empresas, que define como microempresas aquelas que possuem um faturamento anual no máximo R\$ 360 mil ao ano. As pequenas empresas devem faturar entre R\$ 360.000,01 e R\$ 3,6 milhões anualmente.

As empresas também podem ser classificadas por número de funcionários, conforme demonstra o Quadro 1.

Quadro 1 – Definição de porte de estabelecimentos segundo o número de empregados

Porte	Comércio e Serviços	Indústria
Microempresa (ME)	Até 9 empregados	Até 19 empregados
Empresa de pequeno porte (EPP)	De 10 a 49 empregados	De 20 a 99 empregados
Empresa de médio porte	De 50 a 99 empregados	De 100 a 499 empregados
Grande empresa	100 ou mais empregados	500 ou mais empregados

Fonte: Retirado de SEBRAE-NA / Dieese (2013, p. 17).

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) tem outro parâmetro de classificação de porte de empresas, que é definida conforme a receita operacional bruta (Quadro 2).

Quadro 2 – Classificação das empresas segundo o BNDES

Classificação	Receita Operacional Bruta Anual
Microempresa	Menor ou igual a R\$ 360 mil
Pequena empresa	Maior que R\$ 360 mil e menor ou igual a R\$ 4,8 milhões
Média empresa	Maior que R\$ 4,8 milhões e menor ou igual a R\$ 300 milhões
Grande empresa	Maior que R\$ 300 milhões

Fonte: BNDES (2021).

Segundo Moeuf et al. (2016), as PMEs possuem as seguintes características específicas:

- Gestão local;
- Estratégia de curto prazo;
- Falta de experiência;
- Organização não funcional;
- Recursos limitados;
- Falta de método e procedimento.

Kassai (1997) sintetiza as características das pequenas empresas comparadas com as grandes empresas segundo o Quadro 3.

Quadro 3 – Características de diferenciação das PMEs

CARACTERÍSTICA	GRANDES EMPRESAS	PEQUENAS EMPRESAS
Adaptabilidade	Pequena	Grande
Administração	Profissional	Pessoal ou familiar
Capacidade de interpretar e utilizar políticas e dispositivos legais	Grande	Pequena
Capacidade de utilizar especialistas	Grande	Pequena
Capacitação profissional	Especializada	Não especializada
Capital	Dissolvido	Concentrado
Concentração de recursos	Capital	Trabalho
Decisão	Descentralizada	Centralizada
Estrutura	Organizada	Informal
Flexibilidade	Pequena	Grande
Forma jurídica	Sociedade anônima	Limitada
Ganhos de escala	Grandes	Pequenos
Idade média	Alta	Pequena
Níveis hierárquicos	Muitos	Poucos
Número de funcionários	Grande	Pequeno
Número de produtos	Grande	Pequeno (único)
Recursos financeiros	Abundantes	Escassos
Sistemas de informação	Complexos, formalizados e informatizados	Simple, informais e manuais (mecanizados)
Utilização da tecnologia	Alta	Baixa (artesanal)

Fonte: Kassai (1997).

O tamanho da empresa pode trazer benefícios nas PMEs como a flexibilidade de mudar seus processos de fabricação. Empresas menores podem responder rapidamente às mudanças nas necessidades de seus clientes (ALKHORAIF; RASHID; MCLAUGHLIN, 2019). No entanto esses aspectos positivos são contrariados por falta de experiência de gestão e mão de obra não qualificada (YADAV et al., 2019).

2.5 Produção Enxuta em PMEs

De acordo com Rymaszewska (2014), a implantação do *Lean Manufacturing* é moldada pelas características individuais de cada empresa. Para obter sucesso na implantação do *Lean* no contexto das PMEs é preciso ter consciência dos desafios e a capacidade de superá-los com a construção de uma cultura de melhoria contínua e foco na eliminação dos desperdícios, além de uma visão de longo prazo.

Yadav et al. (2019) resumem esses desafios que impedem o crescimento dessas empresas e atrapalham na implantação do *Lean Manufacturing* como:

- Liderança ineficaz e falta de habilidades de gestão;
- Visão míope e falta de objetivo;

- Fraco nível educacional dos funcionários;
- Fraca produtividade e fraca melhoria dos processos;
- Acesso deficiente a financiamentos e outros recursos;
- Comunicação e infraestrutura de TI inadequadas;
- Falta de novas tecnologias.

Elkhairi, Fedouaki e Alami (2019) pontuam as barreiras e os fatores críticos de sucesso para adoção da filosofia do *Lean Manufacturing* em PMEs (Quadro 4).

Quadro 4 – Consistência entre barreiras e fatores críticos de sucesso na implantação do *Lean* nas PMEs

Barreiras	Fatores críticos de sucesso
Falta de conhecimento dos funcionários	Competência e experiência, educação e treinamento
Falta de planejamento	Competência e conhecimento
Falta de comprometimento da alta administração	Compromisso da alta administração
Falta de perspectiva estratégica	Competência e conhecimento
Incompreensão do <i>Lean Manufacturing</i>	Educação e treinamento
Resistência a mudança	Mudança cultural

Fonte: Adaptado de Elkhairi, Fedouaki e Alami (2019).

De acordo com AlManei, Salonitis e Xu (2017), pesquisas sobre o *Lean Manufacturing* em PMEs em vários países relatam o sucesso da implantação, os fatores críticos de sucesso e as barreiras. Os autores relacionaram os estudos da implantação do *Lean Manufacturing*, focando principalmente nos últimos 10 anos em 18 países, e pontuaram os principais aspectos. O Quadro 5 apresenta os resumos dos principais pontos desses estudos.

Quadro 5 – Pesquisas em diferentes países da implantação do *Lean* em PMEs

País	Autor(es) e título	Aspectos-chave
Austrália	Sohal A. S., Egglestone A. Lean production: Experience among Australian organizations.	Avaliação do grau de introdução do pensamento enxuto em 42 PMEs na Austrália.
Bangladesh	Ferdousi F., Ahmed A. An investigation of manufacturing performance improvement through lean production: A study on Bangladeshi garment firms.	Adoção das ferramentas do <i>Lean</i> em 9 PMEs do ramo de confecção.
Egito	Salaheldin S. I. JIT implementation in Egyptian manufacturing firms: Some empirical evidence.	Principais desafios e mudanças a serem realizadas antes da implantação do <i>Lean</i> em 94 empresas locais.
Grécia	Salonitis K., Tsinopoulos C. Drivers and barriers of lean implementation in the Greek manufacturing sector.	Compreensão e desafios para as PMEs gregas.
Índia	Mahapatra S. S., Mohanty S. R. Lean manufacturing in continuous process industry: An empirical study.	Avaliação do grau de adoção de ferramentas do <i>Lean</i> em indústrias de processo contínuo em comparação com a fabricação discreta.
Índia	Singh G. C. T. P., Sharma S. K. Measuring the status of lean manufacturing using AHP.	Utilizou o processo de hierarquia analítica (AHP) para a comparação emparelhada dos elementos-chave (eliminação dos desperdícios, melhoria contínua, zero defeitos, JIT, equipes

		multifuncionais, sistemas de informação) em 52 empresas de manufatura. A principal descoberta é que a eliminação do desperdício tem impacto máximo e a integração de funções e sistema de informação tem menos impacto, enquanto todos os outros elementos têm impacto intermediário.
Índia	Devakim M. P., Jayanthu R. Barriers to implementation of lean principles in the Indian construction industry.	Identificação das barreiras para implantação bem-sucedida do <i>Lean</i> no setor de construção indiano. As principais barreiras incluem: falta de comunicação sobre a necessidade de adoção da construção enxuta, incerteza na cadeia de suprimento, tendência de aplicar a gestão tradicional, cultura e fator humano, falta de compromisso da alta gestão e gestão não participativa.
Índia	Yogesh M., Chandra Mohan G., Arrakal R. Application of lean in a small and medium enterprise (SME) segment – A case study of electronics and electrical manufacturing industry in India.	Investigação da lógica por trás do <i>Lean</i> em empresas elétricas e eletrônicas na Índia. O principal resultado e até inesperado é que o <i>Lean Manufacturing</i> não é adotado para ganhar participação no mercado internacional, mas para manutenção preventiva.
Irã	Duradi R., Moradi R., Toomari U. Barriers to implementation of lean accounting in manufacturing companies.	Identificação das barreiras para implantação do <i>Lean</i> em empresas de manufatura.
Itália	Staudacher A. P., Tantardini M. Lean production implementation: A survey in Italy.	Comparação das práticas, expectativas e percepções entre PMEs que implementaram o <i>Lean</i> e PMEs que estão pensando em iniciar projetos <i>Lean</i> no setor de manufatura italiano. Cento e cinco PMEs participaram da pesquisa.
Jordania	Al Tahat M., Alkhalil A. Evaluation and analysis of lean-based manufacturing equipment and technology system for Jordanian industries.	Investigação da extensão da implantação de seis práticas do <i>Lean</i> em 350 empresas de manufatura jordanianas.
Quênia	Ondiek G. O., Kisombe S. M. A survey on adoption of lean manufacturing tools and techniques in sugar processing industries in Kenya.	O estudo procurou examinar até que ponto as ferramentas e técnicas do <i>Lean Manufacturing</i> são adotadas e seu impacto na eficiência em cinco indústrias de processamento de açúcar.
Líbano	Khlat M., Harb A. H., Kassem A. Lean Manufacturing: Implementation and assessment in the Lebanese pharmaceutical industry.	Avaliação da extensão das ferramentas do <i>Lean</i> implementadas na indústria farmacêutica libanesa e identificação das relações entre aplicação dessas ferramentas e a eficácia do <i>Lean</i> na produtividade.
Malásia	Wong Y. C., Wong K. Y., Ali A. A study on Lean Manufacturing implementation in the Malaysian electrical and electronics industry.	Investigação da adoção do <i>Lean Manufacturing</i> e a extensão da adoção das técnicas na indústria elétrica e eletrônica na Malásia.
Malásia	Nordin N., Deros B., Abd Wahab D. A survey on Lean Manufacturing implementation in Malaysian automotive industry.	O foco estava na identificação dos motivos e das barreiras para implantação do <i>Lean</i> no setor automotivo da Malásia. Sessenta fabricantes de componentes automotivos participaram da pesquisa.
Malásia	Rose A. N. M., Deros B., Rahman M. N. Lean Manufacturing perceptions and actual practice among Malaysian SME's in automotive industry.	Avaliação do status atual da implantação do <i>Lean</i> em PMEs de fabricação de componentes automotivos da Malásia. Sua análise indicou que a importância das práticas enxutas é reconhecida, no entanto foi destacado que o nível real de implantação e prática ainda é baixo.
Malásia	Rose A. N. M., Deros B., Rahman M. N. Critical success factors for implementing	Concentra-se nos fatores críticos de sucesso. Foram considerados 13 fatores críticos de sucesso com 78 elementos. Compromisso de gestão e

	Lean Manufacturing in Malaysian automotive industry.	liderança, gestão de qualidade, melhoria contínua e gestão de clientes foram identificados como os principais. Noventa e sete fornecedores automotivos, principalmente PMEs, participaram da pesquisa.
Paquistão	Zhang Q., Irfan M., Khattak M. A. O., Abbas J., Zhu X., Shah M. S. Critical success factors for successful Lean Six Sigma implementation in Pakistan.	Concentra-se nos fatores críticos de sucesso para implementações do <i>Lean</i> Seis Sigma.
Eslovênia	Herzog N. V., Tonchia S. An instrument for measuring the degree of lean implementation in manufacturing.	Avaliação de oito fatores críticos (valor e cliente, MFV, produção puxada, eliminação de desperdícios, manutenção produtiva, JIT, envolvimento dos funcionários e fornecedores) para o sucesso do <i>Lean</i> . Setenta e duas empresas manufatureiras de médio e grande porte avaliadas com base em questionário.
Espanha	Bonavia T., Marin J. Á.. An Empirical study of Lean Production in the ceramic tile industry in Spain.	Investigação sobre as práticas do <i>Lean</i> mais utilizadas e o nível de implantação no mercado específico. Participaram 76 fabricantes na indústria de revestimentos cerâmicos.
Tailândia	Lila B. A survey on implementation of the lean manufacturing in automotive manufacturers in the eastern region of Thailand.	Concentra-se na atitude e no nível de compreensão em relação à implantação dos conceitos <i>Lean</i> . Os resultados destacaram a necessidade de treinamento dos funcionários para o conceito e pensamento enxuto. Participaram 70 fornecedores da indústria automotiva.
Reino Unido	Achanga P., Shehab E., Roy R., Nelder G. Critical success factors for lean implementations within SMEs.	Fatores críticos que constituem uma implantação bem sucedida do <i>Lean Manufacturing</i> nas PMEs de manufatura. 10 PMEs foram entrevistadas.
Reino Unido	Sarhan S., Fox A. Barriers to implementing Lean Construction in the UK Construction Industry.	Identificação de barreiras projetadas para implantação bem sucedida do <i>Lean</i> . Três foram destacados como os mais significativos, a saber: a falta de consciência e compreensão adequadas do <i>Lean</i> ; a falta de comprometimento da alta administração; e as questões culturais e de atitude humana.
EUA	White R. E., Pearson J. N., Wilson J. R. JIT manufacturing: A survey of implementation in small and large US manufacturers.	Identificação das diferenças nas práticas da implantação do <i>Lean</i> entre PMEs e grandes empresas. Participaram 174 PMEs na indústria e um grande fabricante.
EUA	Wu Y. C. Lean Manufacturing: A perspective of lean suppliers.	Investigação das diferenças significativas de desempenho, práticas entre fornecedores <i>Lean</i> e não <i>Lean</i> . Cento e três fornecedores automotivos americanos de primeiro nível participaram da pesquisa.

Fonte: Adaptado de Almanei, Salonitis e Xu (2017).

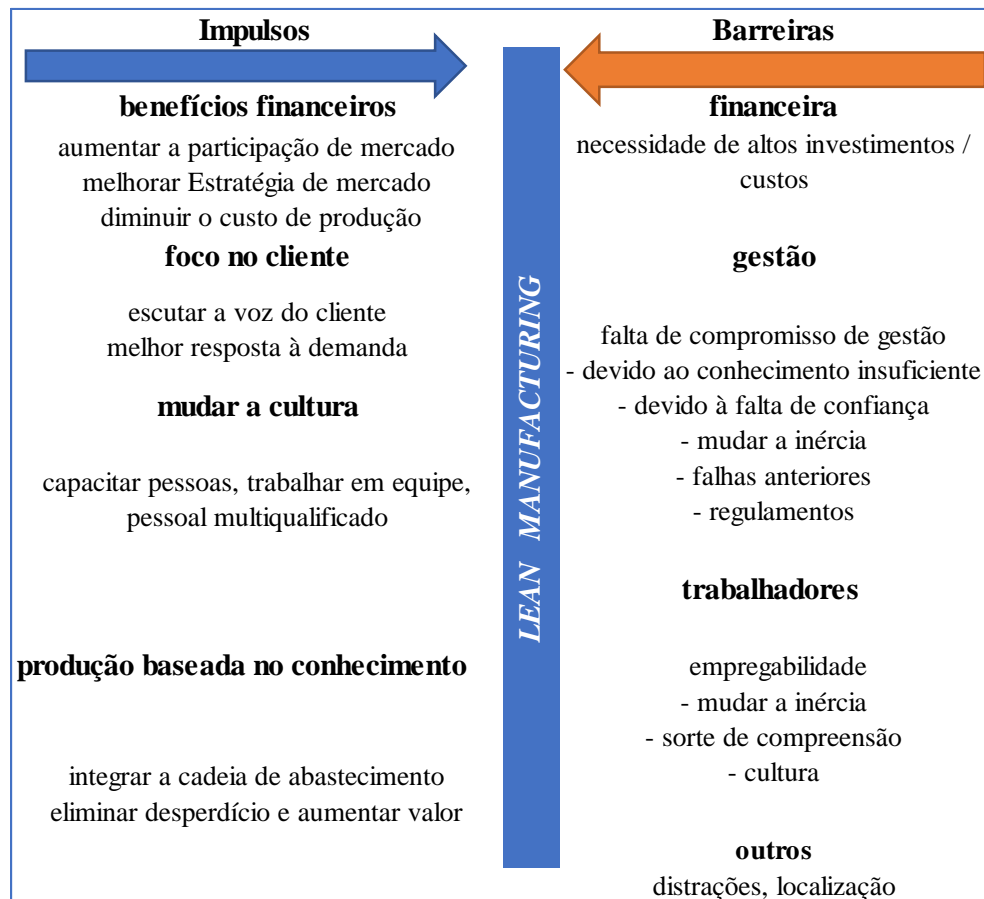
Almanei, Salonitis e Xu (2017) relatam que não existem muitos estudos sobre falhas na implantação do *Lean Manufacturing*, pois as empresas protegem e não divulgam os investimentos que falham. No entanto os autores indicaram que as causas sobre implantação do *Lean* falhar estão relacionadas com:

- Fornecedores enxutos;
- Liderança ineficaz;

- Falta de envolvimento dos funcionários;
- Ferramentas e técnicas inadequadas;
- Sistemas de negócios.

Os principais impulsos e as principais barreiras para as PME's implantarem o *Lean Manufacturing* estão resumidos na Figura 3.

Figura 3 – Análise dos fatores de impulso e barreiras para implantação do *Lean* em PME's



Fonte: Adaptado de AlManei, Salonitis e Xu (2017).

Ramakrishnan et al. (2019) relatam que o *Lean Manufacturing* é amplamente adotado nas PME's indianas, onde algumas tentam implantar de maneira individual, enquanto outras formam grupos. Os grupos são reunidos com base na proximidade geográfica, clientes em comum, fabricação de produtos similares, processos de fabricação similares, entre outros. Esses grupos são conhecidos como *clusters* de PME's e designam um consultor em comum. Essa abordagem é utilizada para reduzir os custos de implantação com o consultor, além de acelerar a fase de melhoria por meio do aprendizado cruzado. AlManei, Sloniitis e Xu (2017) relatam que muitas empresas dependem de consultores, sendo os recursos para a consultoria essenciais.

Em um estudo sobre o *Lean Manufacturing* em PMEs na Romênia, Munteanu e Stefãniã (2018) relatam que, embora o conceito do *Lean* seja intensamente estudado internacionalmente, a abordagem na região está nos seus estágios iniciais. Há um pequeno número de pesquisadores na área do *Lean*, e os poucos que tem não fornecem informações detalhadas sobre os métodos de produção.

Segundo Belhadi et al. (2018), nos últimos anos, em todo o mundo, as PMEs estão demonstrando interesse na implantação do *Lean Manufacturing*. No entanto muitas dessas empresas não alcançaram resultados desejados. A principal causa do fracasso é a falta de um *framework* adequado com as características para as PMEs.

Os impactos associados à implantação do *Lean* nas PMEs são mostrados no Quadro 6 (YADAV et al., 2019).

Quadro 6 – Impactos da implantação do *Lean* nas PMEs

Impactos operacionais	Impactos financeiros	Impactos sociais	Impactos ambientais
Redução do estoque	Aumento do lucro	Melhoria na rotina do trabalho	Economia de energia
Melhoria da qualidade	Crescimento de receita	Ambiente de trabalho	Redução dos desperdícios
Redução dos desperdícios	Maior participação do mercado	Trabalho em equipe	Redução da poluição
Aumento da flexibilidade	Vendas totais	Capacitação dos funcionários	-
Redução de custos	-	-	-

Fonte: Adaptado de Yadav et al. (2019).

Para Moeuf et al. (2016), a ausência de organização funcional, a falta de metodologia e a deficiência de procedimentos formais são as principais dificuldades das PMEs durante a implantação do *Lean*. Os autores concluem que a gestão centralizada é característica das PMEs e a falta de delegação se torna uma fraqueza para orientar a mudança dentro da empresa. Buehlmann e Fricke (2016) corroboram essa afirmação em seu estudo e concluem que as empresas menores tendem a ter menor consciência sobre os benefícios do *Lean* e relutam em implantar programas de melhoria. Para Pearce, Pons e Neitzert (2018) os recursos das PMEs são escassos e seus processos frequentemente complexos; em comparação, as grandes empresas têm mais recursos e mais funcionários que trazem conhecimento que, além de implantar o *Lean*, impulsionam e sustentam a implantação.

Alkhoraif, Rashid e McLaughlin (2019) relatam que nas PMEs há falta de informação e conhecimento sobre a implantação do *Lean Manufacturing* em comparação com as grandes

empresas. Empresas maiores implantam o *Lean* mais extensivamente comparado às PMEs (BUEHLMANN; FRICKE; 2016).

É importante encontrar maneiras para que as PMEs fortaleçam a cultura e filosofia do *Lean*, bem como envolver todos os funcionários. O comprometimento da alta administração é essencial para o sucesso da implantação e a diversidade de negócios impõe dificuldades sobre quais abordagens e ferramentas são apropriadas para cada indústria (ELKHAIRI; FEDOUAKI; ALAMI, 2019).

Uma das principais causas do fracasso na implantação do *Lean* nas PMEs é a falta de um *framework* adequado que leve em consideração as características das PMEs. É necessário um *framework* que considere as especificações, as necessidades e os requisitos que atendam as PMEs de acordo com suas restrições de tamanho e que tenham ligação com a estratégia geral da empresa (BELHADI et al., 2018). Os *frameworks* propostos para as PMEs não são genéricos, comprometendo a implantação generalizada do *Lean* nas PMEs, e é necessário desenvolver uma estrutura simples baseada nas características, limitações e vantagens das PMEs (YADAV et al., 2019).

2.6 Frameworks para implantação do *Lean Manufacturing*

Framework podem ser definidos como plano organizados baseados em resultados que definem padrões claros a serem estabelecidos pelas empresas, e são essenciais para a difusão de qualquer sistema ou filosofia (BHAMU; SANGWAN, 2016).

As iniciativas de implantação do *Lean Manufacturing* não são demonstradas de forma estruturada. As falhas no gerenciamento do processo de implantação são consolidadas em uma mentalidade pobre e compreensão inadequada do próprio conceito do *Lean* (MOSTAFA; DUMRAK; SOLTAN, 2013).

Assim, é necessário promover a universalidade e a familiarização do *Lean Manufacturing* através de *frameworks* de implantação que sejam abrangentes, simplificado e prático, sendo que o processo de transformação do *Lean* deve ser feito por completo, planejado, executado, monitorado, controlado, avaliado e documentado para as lições aprendidas (MOSTAFA; DUMRAK; SOLTAN, 2013).

Os *frameworks* de implantação do *Lean Manufacturing* geralmente são roteiros orientando as organizações sobre como implantar, destacando a sequência das ferramentas enxutas a serem introduzidas na organização e, em alguns casos, os critérios de sucesso. No

entanto roteiros e estruturas podem ser incompreensíveis (ALMANEI; SALONITIS; XU, 2017).

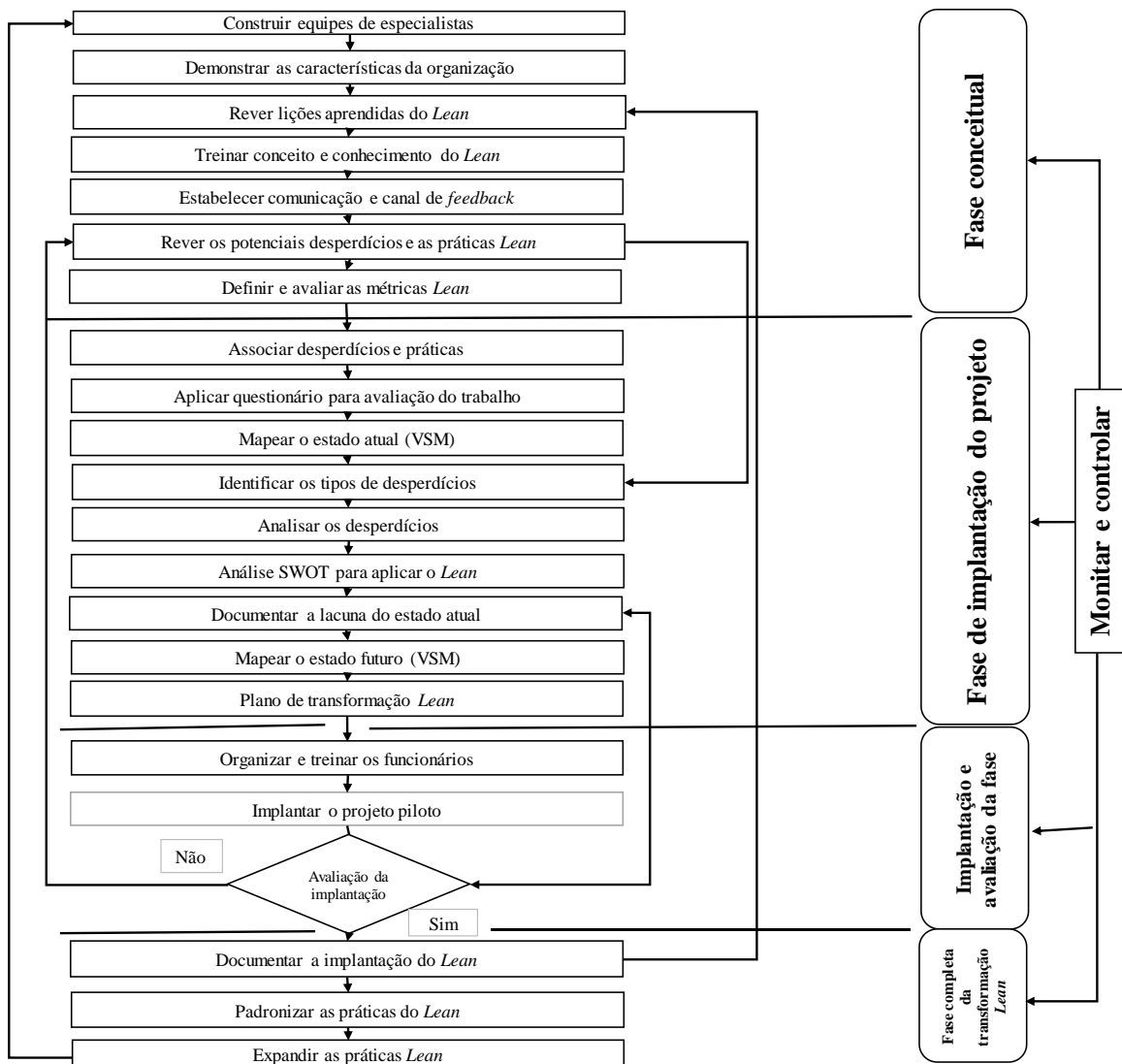
Mostafa, Dumrak e Soltan (2013) examinaram as iniciativas do *Lean* e mostraram que os *frameworks* têm maior associação com os fatores do *Lean* e possuem maior sucesso na implantação, pois representam diretrizes conceituais e práticas. Os autores propõem um *framework* baseado em projetos para buscar a transição da implantação do *Lean* de maneira prática e que cubra todos os fatores de sucesso encontrados em estudos anteriores.

O *framework* proposto por Mostafa, Dumrak e Soltan (2013) consiste de 22 elementos e 4 fases de implantação, sendo elas:

- Fase conceitual: fase inicial que seleciona, amplia o escopo e treina o pessoal envolvido na implantação do *Lean*.
- Projeto de implantação: fase que projeta o plano *Lean* e prepara a equipe para a prática.
- Implantação e avaliação: é a fase de execução; entrega e avalia o plano *Lean*, sugere que um projeto-piloto seja realizado para garantir a expansão da implantação com precisão, eficácia e eficiência.
- Transformação completa *Lean*: fase que documenta as lições aprendidas e as mudanças de escopo durante a execução, o estabelecimento de novos padrões *Lean* e planejamento da melhoria contínua.

A Figura 4 apresenta o *framework* proposto pelos autores descrevendo os 22 elementos e as fases para implantação do *Lean Manufacturing*.

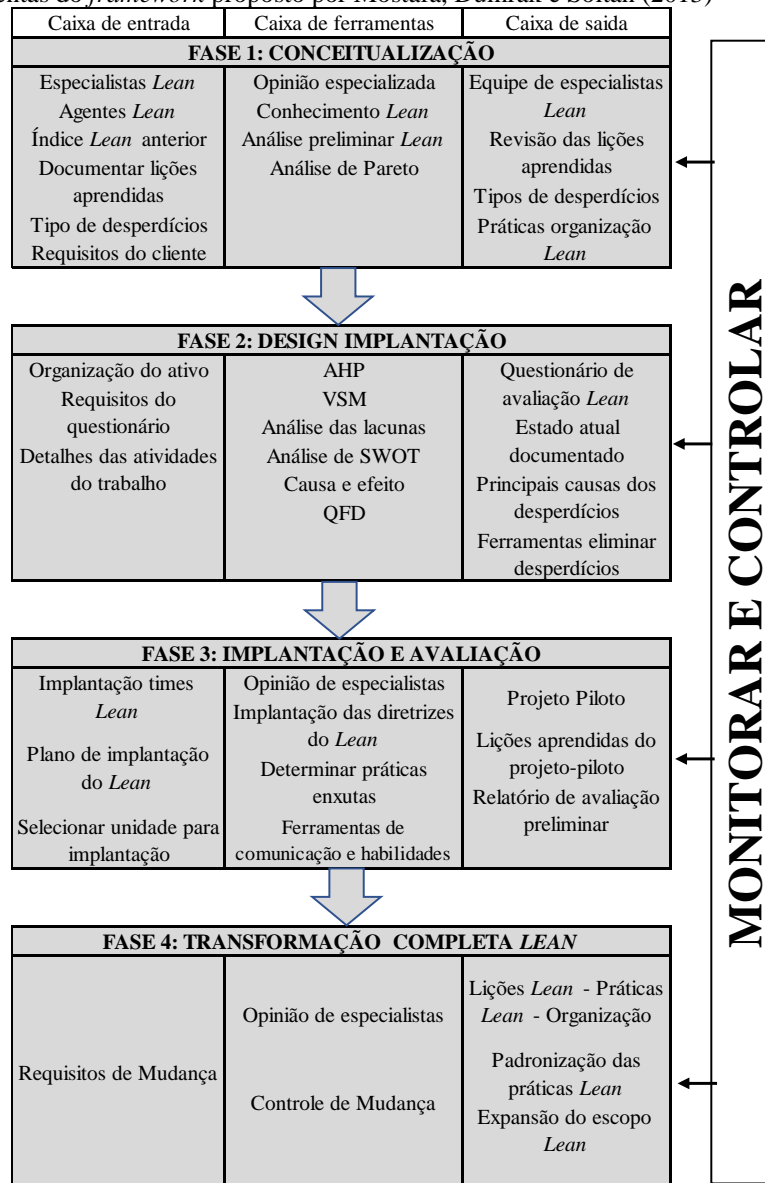
Figura 4 – *Framework* proposto por Mostafa, Dumrak e Soltan (2013)



Fonte: Adaptado de Mostafa, Dumrak e Soltan (2013).

Os autores integram monitoramento e controle em todas as fases para garantir que os resultados esperados para a transformação *Lean* sejam totalmente alcançados de acordo com a expectativa da organização.

O final de cada fase demonstrada na Figura 5 consiste em um marco que funciona como um portal para a decisão de ir ou não para a próxima fase, com o objetivo de que as atividades sejam repetidas até que sejam concluídas em um nível satisfatório. Ressalta-se que a revisão das lições aprendidas, a formação de equipes de especialistas e os fatores de monitoramento e controle *Lean* raramente são incluídos nos *frameworks* propostos (MOSTAFA; DUMRAK; SOLTAN, 2013).

Figura 5 – Ferramentas do *framework* proposto por Mostafa, Dumrak e Soltan (2013)

Fonte: Adaptado de Mostafa, Dumrak e Soltan (2013).

Bhamu e Sangwan (2016) realizaram uma revisão de 22 *frameworks* com o objetivo de criarem uma estrutura de implantação do *Lean* levando em consideração os pontos fortes e fracos das estruturas existentes. Os autores propõem um *framework* que consiste de três fases principais:

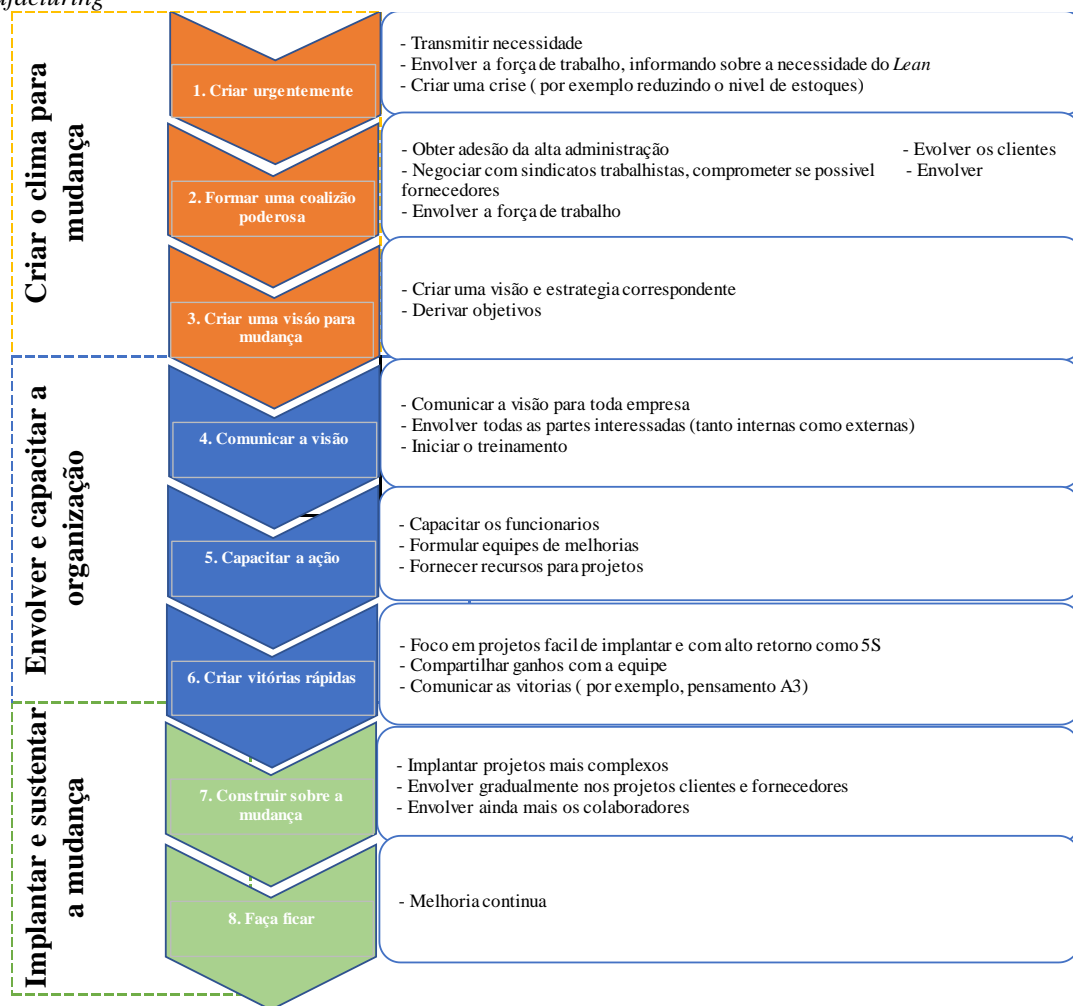
- Pré-implantação: a fase inicial do processo de implantação do *Lean*, com o objetivo de criar consciência e comprometimento entre funcionários, gerentes e fornecedores críticos.
- Implantação: trata da identificação e eliminação de todas as formas de desperdícios com aplicação adequada de ferramentas e técnicas do *Lean*.

- Pós-implantação: trata de analisar e observar os resultados obtidos de todo processo de implantação do *Lean* a fim de criar oportunidades para melhoria contínua.

Uma transformação completa do *Lean* envolve mudar a cultura da empresa, além da implantação de ferramentas e técnicas para eliminar os desperdícios. Exige mudança na forma como a empresa trata as relações com seus clientes e fornecedores, assim a mudança não pode ser considerada uma transformação rápida, pois é necessário tempo para alterar a cultura da organização (ALMANEI; SALONITIS; TSINOPOULOS, 2018).

Almanei, Salonitis e Tsinopoulos (2018) propõem um *framework* conceitual para implantação do *Lean* baseado no gerenciamento de mudanças de Kotter, agrupando as oito etapas do modelo de Kotter em três classes principais conforme apresentado na Figura 6.

Figura 6 – *Framework* proposto por Almanei, Salonitis e Tsinopoulos (2018) para implantação do *Lean Manufacturing*



Fonte: Adaptado de Almanei, Salonitis e Tsinopoulos (2018).

Almanei, Salonitis e Tsinopoulos (2018) relatam que o engajamento dos funcionários é fundamental e deve ser considerado desde os primeiros estágios da implantação do *Lean*. Já no *framework* proposto por Mostafa, Dumrak e Soltan (2013), somente a primeira fase envolve o fator humano, enquanto as três fases restantes são técnicas.

Começar com projetos simples que podem ter vitórias fáceis pode aumentar radicalmente o comprometimento da administração e dos funcionários (ALMANEI; SALONITIS; TSINOPOULOS, 2018). Mostafa, Dumrak e Soltan (2013) sugerem que projetos-pilotos sejam realizados para garantir a expansão da implantação.

Almanei, Salonitis e Tsinopoulos (2018) destacam em sua estrutura de implantação os marcos principais na jornada de implantação do *Lean*. A estrutura, porém, não fornece detalhes sobre as ferramentas a serem implantadas, concentra-se mais em superar as objeções de mudanças dentro da organização. Segundo os autores, a estrutura precisa ser complementada por um roteiro de ferramentas.

2.7 Frameworks para implantação do *Lean Manufacturing* em PMEs

As PMEs acham difícil implantar o *Lean Manufacturing*, pois os *frameworks* de implantação são projetados para grandes empresas e não consideram as características das PMEs (ALMANEI; SALONITIS; XU, 2017).

Para desenvolver um *framework* que seja aplicável e adequado para as PMEs, suas características específicas devem ser consideradas e usadas como um guia. As características são listadas abaixo (YUSOF; ASPINWALL, 2000):

- Sistemática e de fácil compreensão;
- Ter uma estrutura simples;
- Ter uma ligação clara entre os elementos que são apresentados;
- Geral o suficiente para se adequar a contextos diferentes;
- Representar um roteiro e uma ferramenta de planejamento para implantação;
- Responder como fazer e não o que fazer;
- Implementável em PMEs.

O primeiro *roadmap* para implantação do *Lean* foi proposto por Shingo, sugerindo as principais iniciativas que devem ser introduzidas no primeiro ano da jornada *Lean* de uma empresa (ALMANEI; SALONITIS; XU, 2017).

O Quadro 7 apresenta as publicações sobre os *frameworks* para implantação do *Lean Manufacturing* em PMEs.

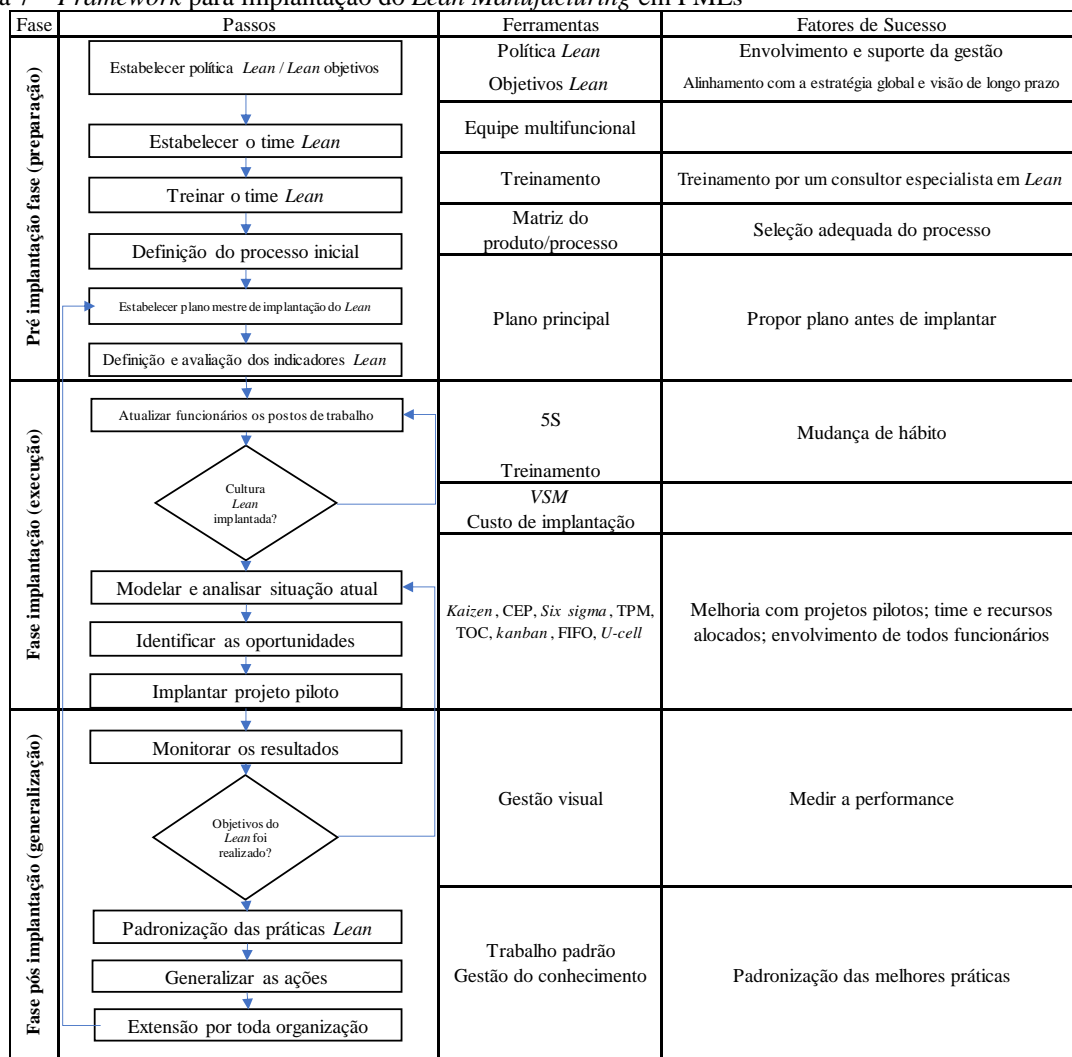
Quadro 7 – Frameworks para implantação do Lean em PMEs

Autores	Método	Foco da Pesquisa
Belhadi, A.; Touriki, E., F.; Fezazi, E., D. (2016)	Estudo de múltiplos casos	Desenvolver um <i>framework</i> para implantação do <i>Lean</i> em PMEs
Yadav et al. (2019)	Abordagem sistemática pesquisa bibliográfica	Implantação do <i>Lean</i> em PMEs
Deveras, A., M. (2019)	Estudo de caso	Proposta de implantação do <i>Lean Manufacturing</i> para empresas de pequeno porte do setor metalmeccânico
Yuik, J., C.: Puvanasvaran, P. (2020)	Estudo de múltiplos casos	Desenvolver um <i>framework</i> para implantação do <i>Lean Manufacturing</i> em PMEs de fabricação de máquinas e equipamentos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Belhadi, Touriki e Fezazi (2016) elaboraram um *framework* específico para as PMEs levando em consideração as características e especificações dessas empresas, com base no sucesso de implantação de quatro PMEs. A Figura 7 representa a estrutura proposta.

Figura 7 – Framework para implantação do Lean Manufacturing em PMEs

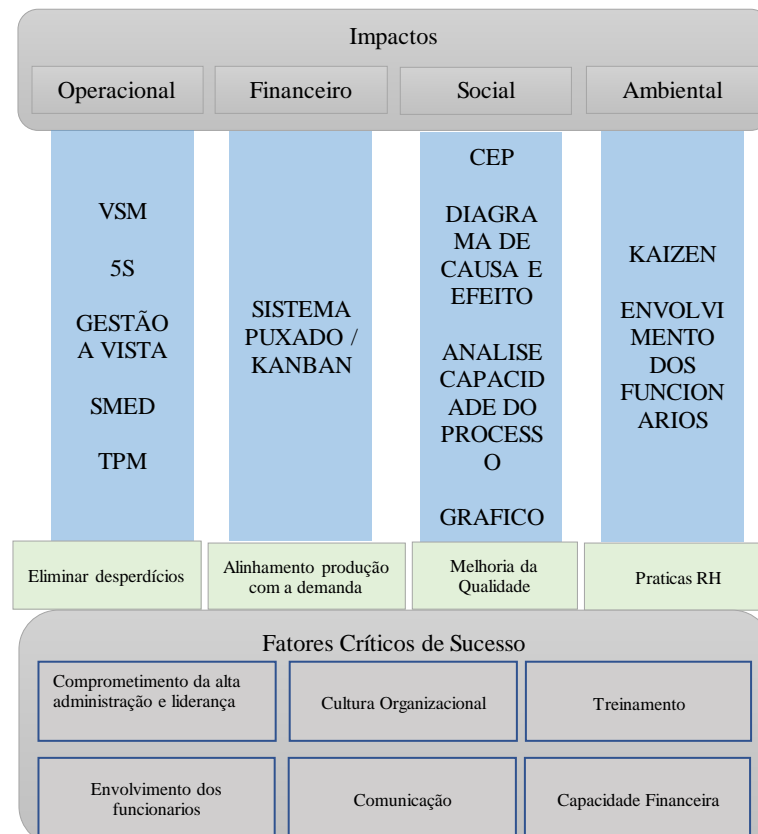


Fonte: Adaptado de Belhadi, Touriki e Fezazi (2016).

O *framework* proposto de acordo com Belhadi, Touriki e Fezazi (2016), derivado de experiências de quatro PMEs, é adequado e aplicável em PMEs de diferentes tipos. No entanto não há evidência prática de sua implantação que corrobore essa afirmação. Yadav et al. (2019) relatam que as estruturas propostas para as PMEs são derivadas de determinados tipos de indústria, sendo necessária a implantação generalizada em outras empresas para enriquecimento.

Yadav et al. (2019) em sua revisão da literatura sobre a propagação do *Lean* nas PMEs desenvolveram um *framework* focado nas práticas e nos fatores críticos de sucesso e de impacto. A Figura 8 representa a estrutura proposta pelos autores.

Figura 8 – *Framework* para implantação do *Lean* nas PMEs



Fonte: Adaptado de Yadav et al. (2019).

Segundo Yadav et al. (2019), a estrutura proposta foi baseada na revisão da literatura, podendo ser adaptada de acordo com as necessidades de cada PME. Os autores concluem que, para tornar a implantação do *Lean* viável em PMEs, é essencial entender suas características e desenvolver uma estrutura holística que englobe produção, processo, cultura e finanças, baseada nas características, limitações e vantagens.

Yuik e Puvanasvaran (2020) desenvolveram um *framework* de implantação do *Lean* em PMEs de máquinas e equipamentos (Quadro 8). A estrutura proposta é dividida em quatro estágios sequenciais com o uso da abordagem do ciclo PDCA conforme a seguir:

- Pré-implantação (*Plan*): identificação de problemas e planejamento do projeto *Lean*;
- Implantação (*Do*): treinamento *Lean* e implantação do projeto;
- Avaliação (*Check*): análise de desempenho do resultado da implantação do *Lean*, gerenciamento e revisão;
- Pós-implantação (*Act*): melhoria contínua e sustentação da cultura *Lean*.

Quadro 8 – *Framework* proposto por Yuik e Puvanasvaran (2020)

Etapa 1: Pré-Implantação (<i>Plan</i>)	Etapa 2: Implantação (<i>Do</i>)	Etapa 3: Avaliação (<i>Check</i>)	Etapa 4: Pós-implantação (<i>Act</i>)
<p>a) Compreender as necessidades e requisitos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definir as necessidades de mudança, SIPOC - Especificar valor sob a ótica do cliente <p>b) Definir os problemas de forma clara</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Brainstorm</i> de ideias, comunicação - Revisão das lições aprendidas, adotar a abordagem 5W2H - Formar o estado atual <p>c) Selecionar os problemas-alvo e as áreas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Análise de Pareto para os defeitos e identificação dos desperdícios - Mapeamento do fluxo de valor, Gemba Walk e análise gerencial <p>d) Formar comitê <i>Lean</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Equipe <i>Lean</i> (5 a 10 pessoas) - Trabalho em equipe, definir responsabilidades e funções <p>e) Estabelecer o plano-mestre <i>Lean</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Gerenciamento de projeto, linha de base e coleta de dados 	<p>a) Treinamento <i>Lean</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Princípios e conceitos do <i>Lean</i> - Mentalidade de pensamento e cultivo do funcionário - Mudança cultural <p>b) Gestão da mudança <i>Lean</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Mudança cultural <i>Lean</i> inicial - Promover a consciência <i>Lean</i> - Comunicação eficaz <p>c) Seleção de ferramentas <i>Lean</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Treinamentos das ferramentas <i>Lean</i> - Matriz de habilidades, treinamento <i>Lean</i> - Avaliações de competência <p>d) Realizar avaliação de risco <i>Lean</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisar os riscos, realizar análises de lacunas - Se não houver risco, prosseguir para próxima etapa - Se houver risco, voltar para etapa 1 para replanejar 	<p>a) Processo <i>Lean</i> /monitorar produto</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gráficos de controle, kanban, Gestão visual - Feedback dos funcionários e reação aos problemas enfrentados - Controle de performance <p>b) Coleta de dados</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verificação - Coleta de dados de medição do desempenho <p>c) Análise de dados</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diagrama de dispersão, histograma - Dados estatísticos / análise descritiva - Índice de capacidade de processo <p>d) Avaliação de resultados <i>Lean</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisão de gerenciamento - Tomada de decisões importantes pela alta administração - Identificação de riscos e oportunidades de melhorias <p>e) O objetivo <i>Lean</i> foi eficaz?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se sim, prosseguir para próxima etapa 	<p>a) Celebrar as conquistas do <i>Lean</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Reconhecimento e recompensas, motivação e lições aprendidas <p>b) Melhoria contínua</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Brainstorm</i> de ideias, <i>benchmarking</i> - Criar o roteiro futuro - Implementar os planos <i>kaizen</i> e ciclo PDCA <p>c) Estender em grande escala</p> <ul style="list-style-type: none"> - Expandir para outras áreas críticas <p>d) Avaliar o desempenho dos funcionários</p> <ul style="list-style-type: none"> - Avaliações das habilidades <i>Lean</i> - A meta de desempenho foi atendida? - Se não, voltar para etapa 2 - Se sim, prosseguir para as próximas etapas para aprimoramento <p>e) Programa de atualização de habilidades do funcionário</p> <ul style="list-style-type: none"> - Treinar o funcionário para se tornar um treinador ou especialista <i>Lean</i>

<ul style="list-style-type: none"> - Gráfico de Gantt para monitorar a linha de tempo de execução - Planejamento de recursos (custo, pessoas, instalações) - Definir a política <i>Lean</i> (objetivos SMART) <p>f) Selecionar a medição e indicadores do <i>Lean</i> adequado</p> <ul style="list-style-type: none"> - Selecionar e monitorar os parâmetros críticos do <i>Lean</i> - Definir medição de desempenho <i>Lean</i> - matriz de avaliação 	<p>e) Iniciar projetos-pilotos <i>Lean</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Envolvimento de funcionários - Capacitação de funcionários - Planejamento operacional - Gerenciamento de processos 	<ul style="list-style-type: none"> - Se não, voltar para a etapa 2 d) para avaliar os riscos <p>f) Padronizar as práticas <i>Lean</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Documentar os resultados <i>Lean</i> - Criar SOP - Treinar e comunicar os funcionários para seguir a SOP 	<ul style="list-style-type: none"> - Compartilhamento e retenção do conhecimento <p>f) Sustentar as boas práticas do <i>Lean</i> a longo prazo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Criar a verdadeira cultura <i>Lean</i>, planos de controle - Avaliações e auditorias - Satisfação do cliente - Estratégia para fortalecer o sistema de gestão integrado <i>Lean</i>
---	--	---	--

Fonte: Adaptado de Yuik e Puvanasvaran (2020).

Deveras (2019) elaborou um *framework* para implantação do *Lean* em indústrias de pequeno porte que deriva de experiências de PMEs, considerando suas características e especificidades (Quadro 9). A estrutura proposta se baseia no trabalho de Belhadi, Touriki e Fezazi (2016), e é dividida em quatro fases seguindo o modelo PDCA.

Quadro 9 – Estrutura de implantação do *Lean*

Etapas	PDCA	Passos	Ferramentas	Atividades
Pré-Implantação	1 - Planejar	Estabelecimento dos objetivos e política <i>Lean</i>	Objetivos <i>Lean</i> Política <i>Lean</i>	Envolvimento dos gestores e suporte Alinhamento com as estratégias da empresa
		Formação da equipe <i>Lean</i>	Equipe multifuncional	
Implantação	2 - Executar	Treinamento da equipe <i>Lean</i>	Treinamento	Treinamento da equipe por especialista <i>Lean</i>
		Treinamento dos demais colaboradores pela equipe <i>Lean</i>	Treinamento em 5S	Mudança cultural
		Elaboração do mapa do fluxo de valor atual	MFV	Identificação dos problemas, desperdícios e oportunidades de melhoria Análise do fenômeno Definição do local inicial de trabalho Análise das métricas <i>Lean</i>
		Elaboração do mapa do fluxo de valor futuro	<i>Kaizen</i> <i>Kanban</i> <i>Poka yoke</i>	Formação de grupos <i>kaizen</i> Melhoria com pequenos projetos propostos
		Implantação de projetos-pilotos	TPM SMED Balanceamento de linha	Alocação de tempo e recursos
		Monitoramento dos resultados		

				Envolvimento de todos os funcionários
Pós-implantação	3 - Checar	Padronização das práticas <i>Lean</i>	Monitoramento	Monitoramento de resultados Retroalimentação através do MFV
	4 - Agir	Processos de melhoria contínua	Trabalho padronizado Gestão do conhecimento	Padronização das melhores práticas
Extensão das práticas <i>Lean</i> para outros setores				

Fonte: Deveras (2019).

A autora conclui que a aplicação da estrutura de implantação em uma PME é necessária para avaliar os resultados práticos.

Baseando-se nos *frameworks* apresentados, torna-se essencial a discussão sobre a necessidade de estudos para parametrizar a implantação do *Lean Manufacturing* em PMEs.

Os trabalhos apresentados relatam benefícios e limitações. No estudo de Belhadi, Touriki e Fezazi (2016), os elementos do *framework* proposto são provenientes de experiências práticas de quatro PMEs; no entanto os autores recomendam a validação da estrutura proposta realizando uma implantação em uma organização. O *framework* proposto por Yuik e Puvanasvaran (2020) não foi implementado de forma prática em nenhuma PME para validação, sendo necessária a verificação para avaliar sua eficácia.

Nessas considerações, esta pesquisa visa demonstrar a implantação do *Lean Manufacturing* em uma PME através do *framework* proposto por Deveras (2019). A escolha desse *framework* se justifica devido à autora ter adaptado do estudo de Belhadi, Touriki e Fezazi (2016), que propuseram um *framework* que busca atender as necessidades das PMEs tendo todas as sete características específicas para ser aplicável dentro do contexto dessas empresas de acordo com Yusof e Aspinwall (2000). Além do mais, o *framework* proposto por Deveras (2019) foi avaliado por especialistas da área que contribuiram para a melhoria da estrutura incluindo o ciclo PDCA. As características de Yusof e Aspinwall (2000) ajudaram a fornecer a base para a escolha do *framework* proposto por Deveras (2019).

O Quadro 10 apresenta os *frameworks* para as PMEs e as características de acordo com Yusof e Aspinwall (2000), o (x) significa que o *framework* atende a característica analisada, o (o) representa que não satisfaz a característica.

Quadro 10 – *Frameworks* para PMEs e critérios para satisfazer as características

Características do <i>framework</i> que satisfazem as PMEs de acordo Yusof e Aspinwall (2000)	Belhadi, A.; Touriki, E., F.; Fezazi, E., D. (2016)	Yadav et al. (2019)	Deveras, A., M. (2019)	Yuik, J., C.: Puvanasvaran, P. (2020)
Sistemática e de fácil compreensão	x	o	x	x
Ter uma estrutura simples	x	o	x	o
Ter uma ligação clara entre os elementos que são apresentados	x	x	x	x
Geral o suficiente para se adequar a contextos diferentes	x	x	x	o
Representar roteiro e ferramenta de planeamento para implantação	x	o	x	x
Responder como fazer e não o que fazer	x	o	x	x
Implementável em PMEs	x	x	x	x

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme mostrado no Quadro 10, somente os *frameworks* de Belhadi, Touriki e Fezazi (2016) e de Deveras (2019) atendem todas as características. A estrutura proposta Yadav et al. (2019) foi baseada no conceito teórico, porém sofre de deficiências de compreensão e simplicidade, além de não ter um roteiro de como implantar e iniciar. O *framework* proposto por Yuik e Puvanasvaran (2020) não é uma estrutura simples; por mais que tenha as etapas e descrições para as PMEs, foca somente um tipo de indústria (de máquinas e equipamentos), dificultando a implantação em contextos diferentes.

Além disso, é necessária uma aplicação do *Lean* de forma generalizada nas PMEs, sendo fundamental uma estrutura genérica. A literatura atual é dominada por estudos de caso de implantação do *Lean* em PMEs, cuja limitação está em mostrarem apenas resultados de casos específicos (YADAV et al., 2019).

3 MÉTODO

Esta seção apresenta a classificação e os procedimentos metodológicos e os instrumentos de coleta de dados usados nesta dissertação.

Esta pesquisa pode ser considerada aplicada, pois se caracteriza por seu interesse prático, permitindo que os resultados sejam aplicados ou utilizados imediatamente na solução de problemas que ocorrem na realidade. Quanto aos seus objetivos, trata-se de um estudo exploratório-descritivo. Com relação à sua abordagem, a pesquisa se apresenta como qualitativa. Neste tipo de pesquisa o pesquisador busca compreender os fenômenos observando-os, interpretando-os e descrevendo-os (MELLO et al., 2012; TURRIONI; MELLO, 2012).

A pesquisa qualitativa tem uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, o ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave (TURRIONI; MELLO, 2012). A pesquisa qualitativa se justifica em função de recorrer a atuações, experiências e comportamentos dos participantes (SAMPIERE et al., 2013).

O procedimento utilizado para esta pesquisa foi a pesquisa-ação. Segundo Turrioni e Mello (2012), na pesquisa-ação o pesquisador e os participantes estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo para a ação ou a resolução de um problema.

Em função do cenário real existente, a pesquisa-ação se justifica em virtude da interação e intervenção do autor na implantação do *Lean Manufacturing* através de um *framework* proposto na literatura, visto que a implantação modificou os processos da organização de modo que foi possível evidenciar os resultados práticos da implantação.

O universo da pesquisa trata-se de uma PME localizada no interior do estado de São Paulo, onde é realizada a fabricação de botões de poliéster.

3.1 Tipo de pesquisa quanto aos procedimentos operacionais

O estudo trata sobre a implantação do *Lean Manufacturing* em uma PME que compreende uma situação real de trabalho, tendo como procedimento metodológico para suportar a aplicação de um *framework* de implantação do *Lean Manufacturing* a pesquisa-ação. Mello et al. (2012) destacam que essa é uma abordagem que busca entender o fenômeno através da sua observação, interpretação e descrição; é uma estratégia de pesquisa adequada para a área de engenharia de produção por se caracterizar por intervenções que visam o diagnóstico do problema, proposições de melhorias e transformação de realidades através da implantação das melhorias desenvolvidas em colaboração ativa entre pesquisadores e empresa.

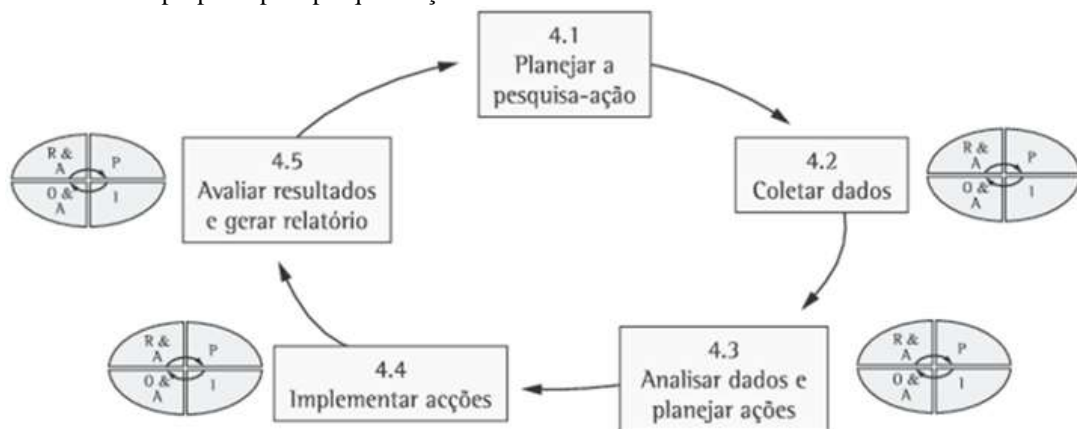
A pesquisa-ação se mostra favorável na situação deste estudo, pois é guiada pela prática, com a modificação de uma realidade, ocorrendo como parte do processo de pesquisa. Mello et al. (2012) relatam que, na pesquisa-ação, os pesquisadores desempenham um papel ativo no equacionamento dos problemas encontrados, no acompanhamento e na avaliação das ações desencadeadas em função dos problemas.

3.2 Estruturação da pesquisa-ação

Na pesquisa-ação, o pesquisador, utilizando a observação participante, interfere no objeto de estudo de forma cooperativa com os participantes da ação para resolver um problema e contribuir para base do conhecimento (MELLO; et al. 2012).

No presente estudo adotou-se o roteiro para condução da pesquisa. Cada ciclo do processo de pesquisa-ação acontece em cinco fases, sendo elas: planejar; coletar dados; analisar dados e planejar ações; implementar ações; e avaliar resultados e gerar relatório (MELLO et al., 2012). A Figura 9 representa as fases desse método.

Figura 9 – Estrutura proposta para pesquisa-ação



Fonte: Retirado de Mello et al. (2012).

A Figura 10 mostra todas as fases, etapas e atividades detalhadas por Mello et al. (2012), que as apresentam em uma única sequência, podendo sofrer alteração em virtude da forma de iniciação da pesquisa.

Figura 10 – Detalhamento da estrutura proposta para a pesquisa-ação



Fonte: Retirado de Mello et al. (2012).

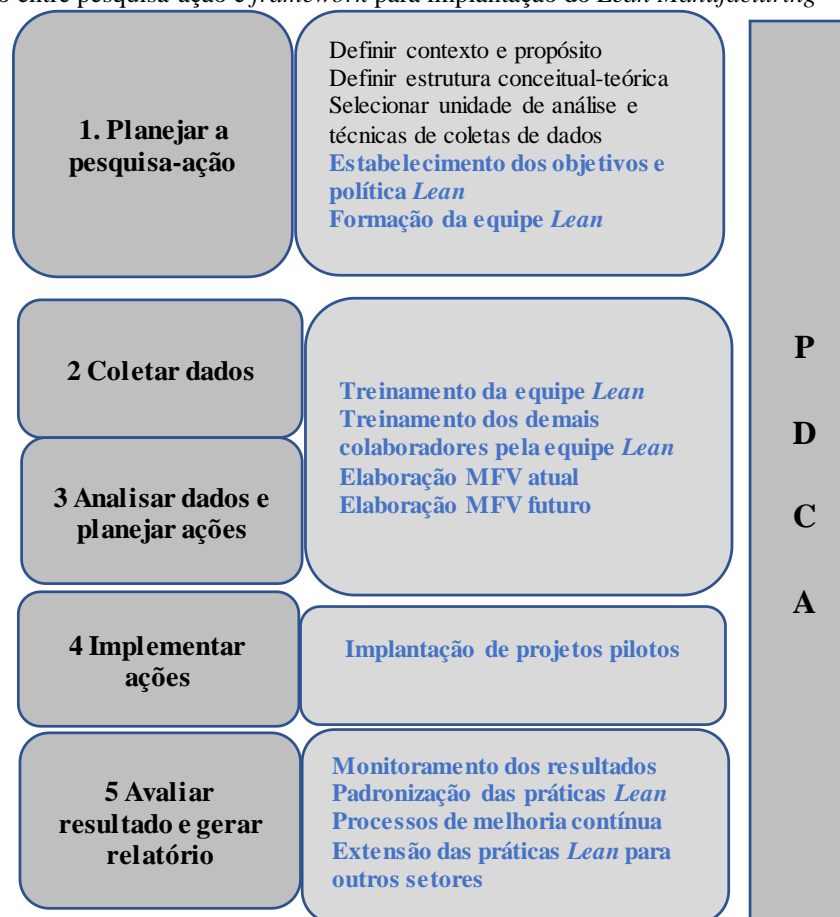
Segundo os autores, o método de pesquisa-ação pode seguir duas abordagens: pesquisa ou problema. A pesquisa inicia-se com o pesquisador identificando um problema na literatura e depois buscando um objeto de estudo onde esse problema possa ser resolvido cientificamente. Na abordagem por problema, um problema é definido e o pesquisador participa da proposta de solução por meio da pesquisa-ação.

A iniciação dirigida pelo problema é comum em pesquisas de programas de pós-graduação, em que um mestrando oriundo de uma empresa do setor privado ou público procura estabelecer como problema de pesquisa uma dificuldade identificada no seu ambiente de trabalho que mereça uma proposta de solução adequada. Essa solução precisa contribuir para a melhoria das práticas organizacionais e para a base de conhecimento (MELLO et al., 2012).

3.3 Framework para implantação do *Lean Manufacturing* em PME

Esta dissertação segue o *framework* de implantação do *Lean Manufacturing* em PMEs proposto por Deveras (2019). A Figura 11 representa a relação entre os elementos da pesquisa-ação proposta por Mello et al. (2012) e o *framework* para implantação do *Lean Manufacturing* em PME proposto por Deveras (2019) seguindo os 11 passos para implantação destacado em cor azul. A contribuição esperada com a integração do *framework* de implantação do *Lean Manufacturing* e a estrutura da pesquisa-ação é proporcionar uma sistemática estrutura que oriente a implantação do *Lean* em PMEs seguindo um método científico.

Figura 11 – Relação entre pesquisa-ação e *framework* para implantação do *Lean Manufacturing*



Fonte: Extraído e adaptado da estrutura para pesquisa-ação de Mello et al. (2012) e estrutura para implantação do *Lean* em PME de Deveras (2019).

O detalhamento das fases descritas de acordo com o *framework* proposto é necessário na pesquisa-ação. Portanto o detalhamento da Figura 11 demonstrando as etapas da pesquisa-

ação com o *framework* para implantação do *Lean* proposto por Deveras (2019) se fez necessário para este estudo. O ciclo PDCA compreende as etapas propostas por Mello et al. (2012) denominadas de ciclo de melhoria e aprendizagem, o que pode ser considerado uma adaptação do ciclo e ocorre conjuntamente com praticamente todas as fases da proposta de condução da pesquisa-ação.

Mello et al. (2012) destacam a importância do ciclo de melhoria e aprendizagem nas diversas fases do processo de pesquisa. Para Deveras (2019) a incorporação do ciclo PDCA no *framework* proposto é importante, pois é amplamente utilizada para alcançar metas de melhoria, com o objetivo de identificar os problemas e as oportunidades através de um ciclo de raciocínio estruturado de ferramentas de análise.

A adaptação e a incorporação do ciclo PDCA na Figura 11, destaca o ciclo em todas as fases de implantação na PME, pois o processo de melhoria e aprendizagem devem ocorrer em todas as fases da implantação gerando conhecimento a todos envolvidos com o objetivo de promover a melhoria contínua. A cada passo da implantação o ciclo garante que os resultados esperados para a transformação sejam totalmente alcançados de acordo com a expectativa de cada PME.

3.4 A empresa

A empresa neste estudo trata-se de uma PME localizada em Guaíra, interior do estado de São Paulo, especializada na manufatura de botões de poliéster e acessórios para confecções. Atualmente a empresa possui 89 funcionários.

A empresa deste estudo se caracteriza como PME, pois possui características específicas típicas dessas empresas, que segundo Moeuf et al. (2016) são: gestão local, estratégia de curto prazo, falta de experiência, organização não funcional, recursos limitados e falta de método e procedimento.

De acordo com a classificação de número de funcionários pelo SEBRAE (Quadro 1), a empresa se caracterizaria como pequena, pois possui entre 20–99 empregados. No entanto a classificação do BNDES (Quadro 2) enquadra a empresa como média, já que seu faturamento é de aproximadamente R\$ 18 milhões/ano, estando entre maior que R\$ 4,8 milhões e menor que R\$ 300 milhões/ano.

A empresa opera em um ambiente competitivo tanto entre empresas nacionais como entre distribuidores que importam produtos do mercado asiático, além de sofrer com

ineficiências operacionais como: má gestão, mão de obra não qualificada, excesso de estoque, máquinas e peças danificadas e problemas de qualidade.

A flexibilidade de lotes de produção e o prazo de entrega representam um grande diferencial. Vistos a mudança de mercado e o aumento da competitividade, a transformação é necessária para a sobrevivência do negócio, já que os métodos de produção atual não satisfazem mais os clientes, necessitando de produtos em quantidades menores e prazos de produção reduzidos.

A implantação do *Lean Manufacturing* se torna vital na PME objeto de estudo, dadas a necessidade dos clientes e a busca para reduzir custos para melhorar a competitividade. Entretanto é importante ter ciência das barreiras e dos desafios que as PMEs enfrentam na implantação do *Lean Manufacturing* e da necessidade de um *framework* de implantação do *Lean* para orientar a empresa.

As barreiras identificadas na implantação do *Lean Manufacturing* no contexto das PMEs são: falta de conhecimento dos funcionários, falta de planejamento, falta de comprometimento da alta administração, falta de perspectiva estratégica, incompreensão do *Lean Manufacturing* e resistência à mudança (ELKHAIRI; FEDOUAKI; ALAMI, 2019). Essas barreiras estão presentes no cenário da empresa objeto de estudo e sua identificação é importante para que sejam superadas.

A empresa possui grande variedade de produtos denominados artigos, que são os modelos de botões. São aproximadamente 4.100 artigos podendo ser feitos em 23 tamanhos diferentes, sendo personalizados ou não de acordo com a necessidade de seus clientes. A Figura 12 apresenta alguns modelos fabricados pela empresa.

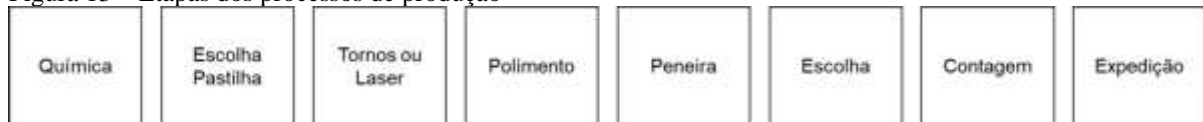
Figura 12 – Modelos de artigos de botões



Fonte: Disponibilizado pela empresa.

Os processos de manufatura da empresa são compostos pelas etapas demonstradas na Figura 13. O sequenciamento das atividades pode sofrer alterações de acordo com o tipo de produto.

Figura 13 – Etapas dos processos de produção



Fonte: Elaborado pelo autor.

4 APLICAÇÃO *FRAMEWORK LEAN MANUFACTURING* EM UMA PME

O objetivo dessa seção é demonstrar a implantação do *Lean Manufacturing* através do *framework* escolhido e descrever os resultados práticos da implantação, bem como responder a questão da pesquisa.

4.1 Planejar a pesquisa ação

Segundo Mello et al. (2012), essa fase é formada por três etapas: definição do contexto e propósito da pesquisa, definição da estrutura conceitual-teórica, seleção da unidade de análise e técnicas de coleta de dados. Segue essa sequência por ser uma abordagem dirigida pelo problema. Os autores estabelecem como problema de pesquisa uma dificuldade identificada no ambiente de trabalho em que se está inserido e mereça uma proposta de solução adequada, e destacam que a solução precisa contribuir para a melhoria das práticas organizacionais e para a base de conhecimento.

No caso do presente estudo, a implantação do *Lean Manufacturing* na PME objeto de estudo busca melhorar as práticas da organização, bem como aumentar a competitividade, além de contribuir para a base de conhecimento. Visto que resultados práticos de implantação do *Lean Manufacturing* através de um *framework* para as PMEs são escassos na literatura.

4.1.1 Definir contexto e propósito

Segundo Mello et al. (2012), após o levantamento das informações iniciais, os pesquisadores e os participantes estabelecem os objetivos da pesquisa.

O objetivo foi definido conforme descrito na subseção 1.3, sendo implantar o *Lean Manufacturing* em uma PME a partir do *framework* proposto por Deveras (2019), e descrever os resultados a partir da implantação, visando melhorar os processos de manufatura e eliminar os desperdícios.

4.1.2 Estrutura conceitual-teórica

A fundamentação teórica é uma visão crítica da pesquisa existente e é significativa para o trabalho que está sendo desenvolvido, sendo importante mapear a literatura existente ao alcance do pesquisador (MELLO et al. 2012). Essa etapa foi apresentada na Introdução deste trabalho, que traz toda contextualização bem como a problemática, justificativa, objetivo e questão da pesquisa.

Segundo Mello et al. (2012), na pesquisa-ação a fundamentação teórica identifica as lacunas onde podem existir problemas a serem solucionados, em comunhão com um contexto organizacional que promova a pesquisa participativa entre pesquisadores e profissionais.

A Introdução traz toda a análise bem como a justificativa para o presente estudo, pois através da fundamentação teórica identificaram-se as lacunas sobre a falta de resultados práticos de implantação do *Lean Manufacturing* em PMEs através de um *framework* para essas empresas, bem como a falta de pesquisa-ação sobre o tema estudado. Sendo assim, a questão da pesquisa bem como o objetivo buscam solucionar o problema identificado e contribuir para a base de conhecimento.

4.1.3 Seleção da unidade de análise e técnicas de coleta de dados

Os problemas identificados pela fundamentação teórica através da revisão da literatura devem ser levados em conta para seleção da unidade de análise (MELLO et al., 2012). Sendo assim, a escolha da unidade de análise mais adequada para a condução da pesquisa justifica-se com base na questão da pesquisa e nos problemas a serem solucionados, que, no caso desta pesquisa, é uma PME, descrita na subseção 3.4, onde o *Lean Manufacturing* será implantado através de uma estrutura escolhida na literatura.

A combinação e o uso de diferentes técnicas de coleta de dados favorecem a validação da pesquisa. Entretanto a técnica mais empregada na pesquisa-ação é a observação participante (MELLO et al., 2012).

Nesta pesquisa as seguintes técnicas de coleta de dados são adotadas: pesquisa na literatura, reuniões e observação participante, descritas de acordo com os passos de implantação do *framework* proposto.

4.1.4 Estabelecimento dos objetivos e política *Lean*

O estabelecimento dos objetivos e das políticas *Lean* está relacionado com a primeira fase da pesquisa-ação (Figura 11). Nessa etapa, os objetivos precisam ser claros para que haja comprometimento das pessoas. A administração deve demonstrar liderança e comprometimento com o projeto de implantação do *Lean Manufacturing*, elaborando a política e estabelecendo os objetivos *Lean*, que, por sua vez, devem estar alinhados com a política global e estratégica da empresa (DEVERAS, 2019).

Yadav et al. (2019) destacam que o comprometimento da alta administração e liderança é um fator crítico de sucesso para implantação bem-sucedida do *Lean* em PMEs. Sendo

responsabilidade primária da administração educar e motivar os funcionários e apoiar a adoção do *Lean* em todos os níveis.

Segundo Elkhairi, Fedouaki e Alami (2019), a falta de comprometimento da alta administração se torna uma barreira para implantação do *Lean*. Belhadi, Touriki e Fezazi (2016) destacam que o compromisso e o suporte da alta administração é de vital importância. A administração deve mostrar liderança e demonstrar que está comprometida com o projeto de implantação do *Lean*.

Diante do aumento da competitividade e maiores exigências dos clientes em relação ao prazo e ao preço, a empresa objeto de estudo se viu na necessidade de mudança para sobrevivência no mercado. Os diretores entenderam a necessidade de melhorar os processos produtivos, visto a ineficiência com relação ao prazo de produção e às reclamações de clientes.

Nessa etapa da implantação foi exposta a importância do comprometimento da alta administração para a implantação do *framework* do *Lean Manufacturing*. A alta administração compreendeu a necessidade de mudança, engajou-se no projeto de implantação do *Lean Manufacturing* e comprometeu-se no envolvimento e no suporte ao projeto de implantação para obter sucesso.

Foi realizada uma reunião com a participação dos diretores e líderes dos setores produtivos para demonstrar o comprometimento da diretoria, evidenciando que os objetivos do *Lean Manufacturing* estão alinhados com a política global da empresa. Elaborou-se um novo plano estratégico com o objetivo de desenvolver e engajar as pessoas na busca da implantação bem sucedida do *Lean*.

O compromisso da alta administração foi fundamental, visto que a falta do compromisso da alta administração é uma barreira. Por ser uma PME, a visão de curto prazo e a falta de alinhamento estratégico são problemas que foram identificados através da observação participante.

O novo plano estratégico em que o desenvolvimento das pessoas cerca a visão da empresa, com foco em treinamento e participação da alta administração, além do envolvimento dos gestores se mostrou essencial.

A partir da reunião da alta administração com os líderes de setores, foi desenvolvido um novo plano de direcionamento na empresa para a proposta de implantação do *Lean Manufacturing*, elaborando a visão, a missão e os valores da empresa com foco no desenvolvimento das pessoas.

4.1.5 Formação da equipe *Lean*

Ainda relacionado com a primeira fase da pesquisa-ação, a formação da equipe *Lean* compreende em formar uma equipe multidisciplinar.

O autor desta dissertação atua como Gerente de Produção e Gestor do Projeto de implantação do *Lean*, sendo responsável por indicar e treinar a equipe.

O comprometimento da equipe é essencial para implantação do *Lean Manufacturing* e a troca de informações através das reuniões é fundamental para apresentar o propósito da implantação e quebrar a resistência às mudanças nos setores.

A deficiência de procedimentos formais era um dos problemas evidenciados na empresa objeto de estudo, pois os líderes e funcionários não tinham o hábito de se reunir, muitas decisões eram tomadas de maneira individualizada por cada setor. Alguns líderes não possuíam habilidades de liderança, pois a comunicação com os demais funcionários eram escassas e muitos não possuíam o hábito de analisar os indicadores de produção. Para superar esses desafios, os treinamentos são vitais.

Baseado nisso, o Quadro 11 apresenta as informações dos líderes de setores para formação da equipe *Lean*.

Quadro 11 – Características dos líderes

Setor	Nível educacional	Função	Tempo de empresa
Escolha Final	Ensino fundamental completo	Encarregado da Escolha Final	19 anos
Química	Superior completo	Químico Industrial	19 anos
Laser	Ensino fundamental completo	Encarregado Laser	17 anos
Manutenção	Técnico completo	Mecânico de Manutenção	16 anos
Tornos	Superior completo	Líder de Tornos	15 anos
Polimento	Ensino fundamental completo	Encarregado de Polimento	14 anos
Planejamento e controle da produção (PCP)	Ensino médio completo	Programadora de Produção	13 anos
Tingimento	Ensino médio completo	Colorista Têxtil	2 anos
Injetora	Técnico completo	Encarregado da Injetora	2 anos

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para iniciar a formação da equipe *Lean*, foram realizadas reuniões para demonstrar a necessidade de mudança, além de fomentar o aprendizado na equipe, visto que a equipe não possuía conhecimento sobre o *Lean Manufacturing*. A Figura 14 apresenta a condução de uma dessas reuniões.

Figura 14 – Reuniões iniciais para formação da equipe *Lean*



Fonte: Elaborado pelo autor.

As reuniões eram realizadas juntamente com os líderes de setores produtivos. A equipe *Lean* contém um membro de cada setor produtivo. O autor do presente trabalho está diretamente ligado às atividades desenvolvidas pela equipe durante o processo de implantação e treinamento da equipe.

4.2 Coletar dados

Mello et al. (2012) destacam que os dados podem ser coletados de diferentes formas, dependendo do contexto, por grupos de observação e por pesquisadores. Algumas dessas observações e intervenções são realizadas de maneira formal, por meio de reuniões e entrevistas, ou de maneira informal, durante o cafezinho, jantar ou atividades recreativas. Os dados desta pesquisa foram coletados através de reuniões com os funcionários e observação participante.

Nas próximas seções serão apresentados os dados conforme o *framework* proposto na Figura 11.

4.3 Analisar dados e planejar ações

Segundo Mello et al. (2012), durante a análise de dados é pertinente a comparação dos dados tabulados com a teoria envolvida no tema estudado. Essas análises são realizadas de acordo com a implantação do *framework* e apresentadas nas próximas seções.

Mello et al. (2012) recomendam que a análise dos dados relacionados ao problema de pesquisa que aponta uma lacuna teórica ou empírica seja coordenada pelo pesquisador, diferentemente dos problemas do dia a dia da empresa.

No caso do presente estudo, o autor da dissertação relacionou os dados e os apresentou na implantação dos passos do *framework*, conforme Figura 11, pois pesquisador conhece melhor o método científico, cuja análise pode posteriormente compartilhar com os demais colaboradores da empresa pesquisada.

O final da etapa de análise de dados se dá pela elaboração e documentação de um plano de ação e deve incluir todas as recomendações para a solução do problema (MELLO et al., 2012). Essas análises são apresentadas nas seções a seguir, que seguem a implantação do *framework* de implantação do *Lean Manufacturing* com a pesquisa-ação.

4.3.1 Treinamento da equipe *Lean*

As PMEs normalmente possuem funcionários com habilidades de trabalho limitadas e muitas vezes consideram o treinamento um luxo. Porém a implantação do *Lean Manufacturing* requer um alto nível de especialização e treinamento, tornando-se um fator crítico de sucesso para implantação (YADAV et al., 2019). A empresa do estudo possui essas características, pois os líderes de setores não possuíam o hábito de realizar treinamentos e reuniões, muitos pensavam que eram perda de tempo.

Os funcionários da empresa objeto de estudo que estão envolvidos na implantação do *Lean Manufacturing* não possuem conhecimento sobre a filosofia. Assim, o treinamento da equipe é necessário para gerar aprendizado e quebrar as barreiras de entendimento.

Para que um treinamento seja efetivo, é necessário que haja uma pessoa com o conhecimento necessário para realizá-lo. O treinamento por especialista em *Lean* se torna um fator de importância para que se tenha sucesso na implantação (BELHADI; TOURIKI; FEZAZI, 2016; DEVERAS, 2019).

Sendo assim, o responsável pelo treinamento da equipe *Lean* é o autor do presente trabalho na qualidade de Gerente de Produção e responsável pelo projeto de implantação do *Lean Manufacturing* na empresa.

Os temas dos treinamentos realizados seguiram a orientação do estudo de Deveras (2019) com os seguintes temas:

- Mentalidade e cultura *Lean*;
- Tipos de desperdícios e como identificá-los;
- Ferramentas *Lean*.

Os treinamentos ocorreram por meio de reuniões e palestras com início em junho de 2020, às quartas-feiras com início às 7:30 h. Neles apresentaram-se os conceitos do *Lean Manufacturing*, princípios, tipos de desperdícios e ferramentas. A Figura 15 apresenta a condução de um dos treinamentos realizados.

Figura 15 – Reuniões de treinamento em *Lean Manufacturing*



Fonte: Elaborado pelo autor.

O treinamento deve fornecer um impulso inicial para a introdução da cultura *Lean* dentro da equipe, dada a falta de entendimento dos funcionários da empresa. A importância de manter os treinamentos e reuniões toda semana foi fundamental, pois, pelas características da PME, foi necessário quebrar a barreira de entendimento.

4.3.2 Treinamento dos demais colaboradores pela equipe *Lean*

Realizado o treinamento da equipe *Lean*, os responsáveis dos setores foram encarregados de repassarem todo o conhecimento obtido através dos treinamentos a todos os

funcionários da empresa. Esta etapa se torna importante para avaliar o conhecimento da equipe *Lean* gerado pelos treinamentos, bem como envolver todos os funcionários da empresa.

No *framework* para a implantação do *Lean Manufacturing*, Deveras (2019) sugere a implantação do 5S após o treinamento com o objetivo de alcançar uma mudança cultural. Essa etapa é um aquecimento com a equipe *Lean*, deve ter cuidado com o entendimento dos funcionários e as estações de trabalho devem estar organizadas para permitir a implantação de outras práticas *Lean* (BELHADI; TOURIKI; FEZAZI, 2016).

Segundo Belhadi, Touriki e Fezazi (2016) a equipe *Lean* precisa treinar os funcionários para se familiarizarem com o *Lean Manufacturing* e prepará-los para as mudanças. As equipes devem construir um senso de responsabilidade e propriedade necessários para as melhorias.

Seguindo o *framework*, nessa etapa a equipe *Lean* decidiu realizar um forte programa de 5S, devido à identificação de vários problemas, como: falta de organização nos setores, excesso de sujeira, acúmulo de peças sem uso e falta de padronização das atividades.

As equipes foram treinadas para aplicar o 5S em todos os setores da empresa, inclusive nos setores administrativos. Nessa etapa do *framework* é importante o treinamento e a aplicação do 5S, pois a mudança de cultura através da ferramenta sustenta a base para seguir a implantação do *Lean Manufacturing*.

As reuniões de início da aplicação do 5S ocorreram entre os dias 8 e 15 de julho de 2020, quando foram apresentados a situação atual dos setores através de registro fotográfico e o levantamento dos problemas identificados pelos líderes.

A Figura 16 apresenta a situação de alguns setores em julho de 2020 antes do 5S.

Figura 16 – Setores antes do 5S



Fonte: Disponibilizado pela empresa do estudo.

Conforme apresentado na Figura 16, são visíveis o excesso de sujeiras, a falta de organização do local de trabalho, a falta de identificação das áreas, ferramentas e equipamentos. Diversos setores apresentavam esses problemas.

A partir dos treinamentos, os líderes passaram a observar que não existia uma rotina para limpeza, bem como uma padronização, e que a falta de disciplina dos funcionários dos setores contribuía para a baixa produtividade e a desorganização da empresa. Os líderes dos setores não se atentavam para esses aspectos, focando apenas na produção. Os problemas apresentados nos setores demonstram a necessidade do 5S. Cada líder ficou responsável por treinar os membros de sua equipe.

No setor Químico, além da sujeira acumulada devido à manipulação da matéria-prima, havia muitos equipamentos e materiais sem uso, produtos fora da validade em lugares desnecessários.

Nos setores Tornos e Laser, havia muita desorganização, máquinas sujas, carrinhos de ferramentas dos operadores com muitas ferramentas repetidas e outras sem necessidade de uso. Dentre as atividades dos operadores, muitos perdiam tempo procurando ferramentas dentro do seu próprio carrinho por falta de padronização e organização.

Nos setores Polimento e Tecnologia de Informação, assim como em outros setores, foram observados acúmulo de peças desnecessárias, falta de organização e limpeza. No

almoxarifado da empresa foram identificados itens fora de validade, produtos que saíram de linha, corredores totalmente obstruídos, sujeira e, em geral, falta de demarcação dos espaços.

Identificada a situação atual dos setores, os líderes se engajaram com todos os funcionários para a mudança e implantação do 5S, divulgando a importância da mudança diante das observações da rotina de trabalho. Após os treinamentos foram elaborados planos de ação e houve mobilidade de todos os setores. Destaca-se o engajamento de todos os funcionários e o comprometimento com as mudanças.

Foram elaborados critérios para descarte dos itens desnecessários por frequência de uso. Criou-se uma área para retenção de equipamentos para que funcionários de outros setores que utilizam determinadas peças as visualizassem.

Os itens desnecessários foram identificados e uma avaliação foi realizada para removê-los do local. Os funcionários dos setores desenvolveram um critério de utilização para determinar o local apropriado para guardar os itens, separando o que é útil e inútil, mantendo somente o necessário na quantidade correta.

Foi definido um dia “D” para o marco do 5S na empresa, e, após os treinamentos, determinou-se o mês de agosto de 2020 para mobilização de toda empresa.

Observaram-se muitos equipamentos no setor Tornos, como suportes e mandril, que estavam guardados necessitando de pequenos reparos como trocas de rolamentos e parafusos. Foram consertados e retornados para o setor, pois muitas vezes as máquinas ficavam paradas por falta desses equipamentos.

No setor Químico observaram-se muitos pigmentos vencidos ocupando espaços na mesa de preparação, além de misturadores ultrapassados sem utilização, ferramentas nos corredores de acesso e somente um ponto de ar comprimido para o setor como um todo, fazendo com que utilizassem uma mangueira excessivamente grande e, por muitas vezes, obstruindo o corredor na iminência de ocorrer acidentes.

Com o primeiro S, os benefícios começaram a ter os seguintes efeitos: maior espaço no local de trabalho, redução de tempo de procura de itens e eliminação de itens sem serventia e de sucatas.

Após o descarte, um local único foi definido e identificado para os materiais que são utilizados, estes devidamente etiquetados. Foram colocadas etiquetas padrão nos itens para a devida identificação com o objetivo de atender cada setor.

No setor Tornos, os operadores tiveram a ideia de utilizar um gabarito para padronizar todos os carrinhos. Como todos utilizam as mesmas ferramentas para o *setup* da máquina,

elaboraram um gabarito de madeira e o encaixaram na gaveta para que todos pudessem manter a organização, e determinaram os espaços para guarda dos equipamentos (Figura 17). Essa melhoria trouxe redução do *setup*, pois perdia-se tempo na procura por ferramentas.

Figura 17 – Carrinhos dos operadores com gabarito organizador



Fonte: Disponibilizado pela empresa.

Corredores e estações de trabalho foram demarcados com linhas divisórias, conforme exibido na Figura 18. Com os setores mais organizados, notaram-se os seguintes benefícios: rapidez na busca e guarda de ferramentas, redução de tempo perdido, melhora da comunicação, satisfação de todos em ver o local de trabalho organizado, além da melhor aparência do ambiente.

Nenhum setor da empresa tinha o hábito de limpar. A partir do 5S, cada setor criou sua rotina para manter a limpeza. Entre todos os setores da empresa, o mais crítico em relação à limpeza, segundo os próprios funcionários, era o setor Químico, que representava o setor com maior acúmulo de sujeira, com vários pontos a serem limpos.

Os funcionários solicitaram tintas para pintar as máquinas e os equipamentos, pois, além da limpeza, era necessário pintá-los devido às condições em que as máquinas se encontravam.

Figura 18 – Áreas demarcadas



Fonte: Disponibilizado pela empresa.

Foi solicitada a melhoria do sistema de ar comprimido e de refrigeração dos cilindros no setor Químico, pois no setor tinha apenas um ponto de ar comprimido para atender toda a área. O sistema de refrigeração continha furos no encanamento fazendo com que o setor ficasse sempre molhado.

Foram realizadas a troca do sistema de refrigeração através de um encanamento próprio e a troca do sistema de ar comprimido, com vários pontos aéreos para cada máquina com mangueiras espirais, eliminando o risco de acidentes devido à disposição em que o sistema antigo ficava.

Essas medidas facilitaram a limpeza do setor e trouxeram maior satisfação junto aos funcionários. A Figura 19 apresenta o setor Químico antes e depois das melhorias realizadas.

Figura 19 – Setor Químico



Fonte: Disponibilizado pela empresa.

Cada setor criou seu próprio método para que a limpeza fizesse parte da rotina. No setor Tornos, ela é realizada duas vezes ao dia antes dos intervalos e a limpeza geral é realizada toda sexta-feira. No setor Químico, os colaboradores realizam a limpeza das máquinas e do chão toda sexta-feira. Cabe salientar que, antes do 5S, os setores não tinham o hábito de limpar, e o acúmulo de sujeiras na empresa era frequente. Após o 5S, todos os setores adotaram a limpeza como forma de inspeção.

Inúmeras melhorias foram alcançadas com o 5S, porém muitos líderes relataram a preocupação com a manutenção, reforçando a necessidade da participação da diretoria. Para que esse processo seja contínuo, elaborou-se um *checklist* conforme exibido na Figura 20 para assegurar a manutenção do 5S.

Figura 20 – Checklist 5S

CHECK LIST 5S				
Setor: _____		Líder: _____		Mês _____
Inspeccionador: _____				
SELEÇÃO E DESCARTE	ÓTIMO	BOM	REGULAR	COMENTÁRIOS
Ferramentas, documentos ou materiais do local de trabalho são necessários?				
O descarte esta sendo feito de forma correta?				
As quantidades de materiais disponíveis estão adequadas ao uso sem excesso?				
Existem objetivos desnecessários no setor?				
ORGANIZAÇÃO	ÓTIMO	BOM	REGULAR	COMENTÁRIOS
O setor está organizado?				
Existem equipamentos de uso rotineiro distante do setor?				
As ferramentas, gavetas e armários estão organizadas e identificados?				
O fluxo está livre, sem bloqueio de passagem, sem dificuldade de movimento de materiais e para os funcionários do setor?				
O <i>Layout</i> está adequado e não está gerando deslocamentos desnecessários?				
Os murais e quadros de avisos estão organizados e atualizados?				
A instalação elétrica e cabos de rede está disposta de maneira correta?				
Os funcionários sabem onde buscar informações sobre os processos?				
LIMPEZA	ÓTIMO	BOM	REGULAR	COMENTÁRIOS
O setor apresenta ser um ambiente limpo?				
As máquinas, ferramentas e demais equipamentos utilizados estão limpos?				
PADRONIZAÇÃO	ÓTIMO	BOM	REGULAR	COMENTÁRIOS
As mesas, gavetas, armários, cadeiras, bancadas, quadros, carrinhos e outros equipamentos estão bem cuidados e conservados?				
As máquinas, ferramentas, computadores, impressoras e os demais equipamentos utilizados estão bem cuidados e conservados?				
Os murais e quadros de avisos estão conservados?				
AUTODISCIPLINA	ÓTIMO	BOM	REGULAR	COMENTÁRIOS
Os funcionários conhecem o 5S?				
Uniformes estão em excelente estado?				
EPIs estão em bom estado de conservação?				
Foram resolvidos os desvios identificados na inspeção anterior?				

Fonte: Elaborado pelo autor.

Dessa forma, criou-se uma rotina de avaliação semanal dos líderes, bem como uma rotina de avaliação mensal da diretoria da empresa, assegurando que as melhorias fossem

mantidas e aprimoradas. Durante cada avaliação, todos se preocupavam com os resultados e sempre pediam *feedback* em relação aos desvios encontrados, buscando a melhor avaliação.

Padrões de gestão visual foram elaborados para se analisar a situação do setor e para um melhor alinhamento entre todos da empresa. Cada setor obteve um quadro de 5S (Figura 21), cujo objetivo é permitir que todos os envolvidos do setor entendam a situação atual.

Figura 21 – Quadro 5S



Fonte: Disponibilizado pela empresa.

O engajamento da equipe se torna fundamental para o alcance das melhorias. Com o quadro em cada setor, os funcionários começaram a criar “competições” para se tornarem o melhor setor avaliado. Belhadi, Touriki e Fezazi (2016) destacam que deve ocorrer uma mudança cultural das pessoas ao final do 5S.

De fato essas mudanças ocorreram, buscando fortalecer a base para a implantação da filosofia *Lean*. Com o 5S, os funcionários puxaram o senso de responsabilidade em busca da melhoria contínua, sendo fundamental para os próximos passos para implantação de acordo com o *framework* proposto.

4.3.3 Elaboração do Mapa do Fluxo de Valor Atual

Deveras (2019) destaca que o próximo passo para a implantação do *Lean Manufacturing* é fazer o MFV, para se analisar o estado atual do processo e identificar as oportunidades de melhorias conforme o *framework* proposto.

Segundo Belhadi, Touriki e Fezazi (2016), após o 5S a próxima etapa para implantação do *Lean Manufacturing* em PMEs é mapear e analisar o status atual do processo através do MFV, onde são identificadas as oportunidades de melhoria.

De acordo com Deveras (2019), a equipe *Lean* deve identificar os locais de melhorias e os locais que estejam causando impactos negativos nos resultados da empresa.

Sendo assim, foram realizados treinamentos com a equipe *Lean* e a ferramenta foi apresentada através de palestras e dinâmicas. Os treinamentos ocorreram todas quartas-feiras nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2020. Foram abordados temas relacionados ao mapa do fluxo de valor, dentre eles: o que é valor, introdução à ferramenta, aplicações, benefícios e simbologia. A partir dos treinamentos, a equipe se organizou para iniciar o mapa do estado atual.

O processo para selecionar a família de produtos foi realizado por meio de reuniões com os líderes de setores. Foram levantados os produtos mais vendidos pela empresa no ano de 2019, de acordo com os dados extraídos do *Enterprise Resource Planning* (ERP) da empresa. Dentre eles, destacam-se os artigos de tamanho 18, que representam maior parte da demanda da empresa. A Figura 22 apresenta o gráfico de produtos produzidos de acordo com os tamanhos.

Figura 22 – Gráfico de produtos por tamanho



Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir do levantamento dos produtos com maior demanda, foi realizado um estudo sobre os tipos de artigos, ou seja, modelos em seus respectivos tamanhos para definição da família a ser realizado o mapa do fluxo de valor do estado atual.

Como mostra a Figura 22, 60% dos produtos da demanda da empresa é do tamanho 18, totalizando aproximadamente 1,7 milhão de grosas no respectivo ano, sendo que 18% representam produtos personalizados e 82% produtos não personalizados. Dos produtos não personalizados, aproximadamente 58% são denominados artigos simples, ou seja, que são torneados somente de um lado (denominada de botões simples 1 operação).

Logo, por representar o produto com maior demanda na empresa, levando em conta os dados de 2019 e o histórico dos últimos anos, o produto da família simples 1 operação foi escolhido para se realizar o mapa atual.

Portanto a família para a aplicação do MFV foi a de tamanho 18. Esses artigos são compostos por cinco tipos de materiais: Sumatra, porcelana comum, perolado, perolado com capa e cristal. A demanda média diária por esses produtos no ano de 2019 foi de 2.042 grosas (1 grossa = 144 unidades de botões).

Não existem máquinas dedicadas a esses processos, sendo a programação realizada diariamente e enviada para o setor Químico. Esses produtos passam por oito processos de produção da empresa.

Após os levantamentos realizados, foi elaborado o mapa do estado atual pela equipe *Lean*. A Figura 23 mostra a equipe no desenvolvimento do mapa atual.

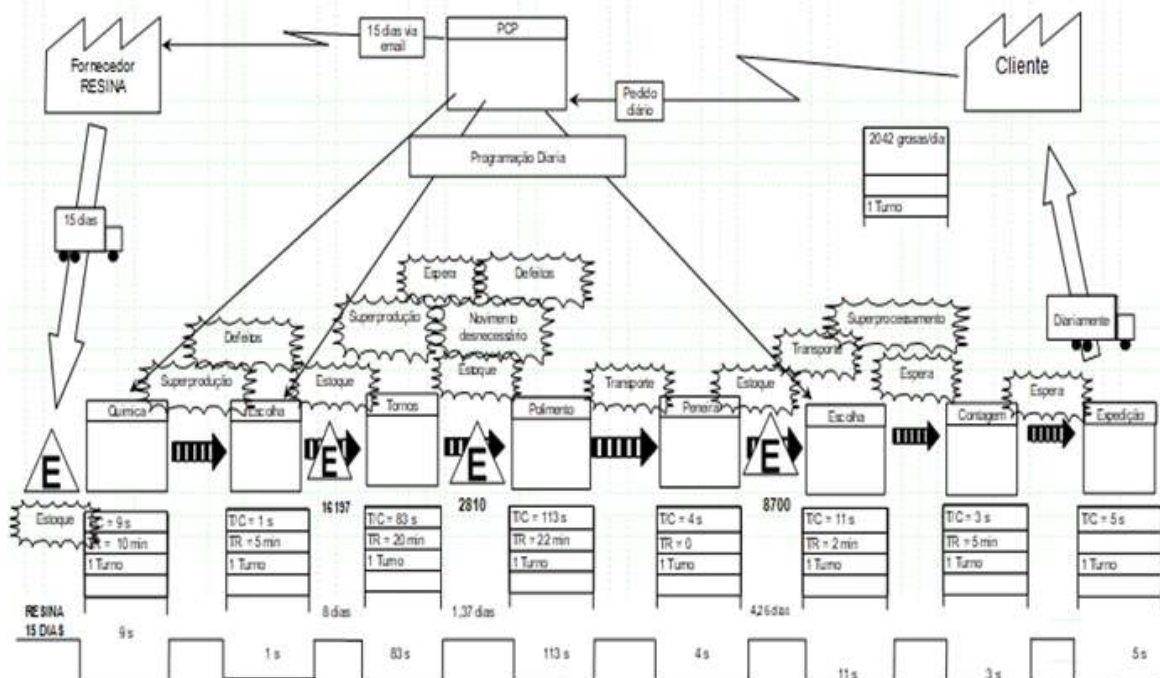
Figura 23 – Elaboração do mapa do estado atual



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 24 apresenta o desenho do mapa do estado atual elaborado pela equipe *Lean*. Foram extraídos os dados dos setores de acordo com cada processo de manufatura e coletadas informações sobre o produto da família analisada conforme os fluxos reais de materiais e informações.

Figura 24 – Mapa do estado atual



Nota: Lead time = 28,63 dias + 229 segundos; tempo de processamento = 229 segundos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O longo *lead time* da empresa é um fator de reclamações de clientes e se dá através de vários desperdícios identificados. A Figura 24 mostra que foram identificados desperdícios em todos os setores. A empresa trabalha em um turno de 10,5 horas. Após o mapeamento do estado atual, foi necessário identificar o tempo *takt* necessário para atender o cliente.

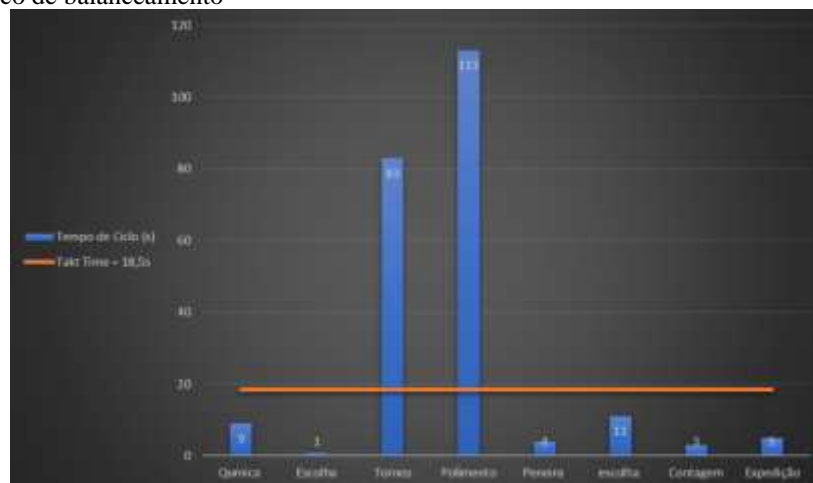
Relembrando que o tempo *takt* é a frequência em que a empresa deve produzir um produto para atender a demanda do cliente. Dá-se pela seguinte fórmula: tempo *takt* = (tempo de trabalho disponível dia / demanda do cliente por dia) (ROTHER; SHOOK, 2018).

Portando, o tempo *takt* da empresa é de 18,5 segundos, visto que o tempo *takt* = (37.800 segundos disponível por dia / 2.042 grosas demanda do cliente por dia), ou seja, a cada 18,5 segundos tem que sair uma grossa dessa família de produtos.

O sistema de produção da empresa é sob encomenda. Porém a programação de produção é realizada de forma empurrada. O PCP envia as ordens de produção para o setor Químico e empurra a produção para os processos seguintes.

Vários são os problemas observados pelos funcionários durante as coletas de dados, como o fato de a programação ser empurrada e de muitas vezes o setor Químico produzir por conveniência, agrupando as ordens de produção não respeitando o primeiro que entra e o primeiro que sai. No setor Tornos não existem máquinas dedicadas para os artigos e tamanhos; como o processo anterior tem maior capacidade, o acúmulo de pedidos esperando para serem processados gera, além de espera, longos tempos de *setup*, e, muitas vezes, os funcionários trabalham por conveniência. Os pedidos dos clientes sofrem diversos atrasos devido aos desperdícios identificados, a empresa não possui organização e os setores Tornos e Polimento são os que mais impactam nos atrasos de produção (Figura 25).

Figura 25 – Gráfico de balanceamento



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 25 mostra o gráfico de balanceamento e resume os tempos atuais de ciclo de cada processo da família analisada. Analisando o gráfico é possível identificar que existem desperdícios em todos os processos produtivos. Nota-se que, devido à produção em lotes, alguns setores podem apontar ociosidade. No entanto não é possível ter máquinas dedicadas para todos os processos na família analisada, algumas são compartilhadas com outros itens de outras famílias.

Apesar dos setores Tornos e Polimento terem capacidade, os pedidos sofrem com constantes atrasos e a empresa não consegue atender o tempo *takt*. A conveniência de grandes lotes e, conseqüentemente, pouco *setup*, sendo que muitas vezes os lotes são distribuídos somente em uma máquina, mostram o motivo de os pedidos sempre atrasarem na empresa. Além do mais, o setor Químico, por receber as ordens de produção diariamente, sempre agrupa os mesmos materiais para facilitar os lançamentos das placas.

A elaboração do mapa do estado atual permitiu à equipe *Lean* identificar esses desperdícios e perceber as várias ineficiências nos setores decorrentes das etapas dos processos de fabricação (Quadro 12).

Quadro 12 – Desperdícios identificados

Desperdício	Ocorrência
Superprodução	Nos setores Químico e Tornos são fabricados mais itens do que necessário, gerando perdas. Como as ordens de produção são enviadas para o setor Químico, muitas vezes a produção é realizada por conveniência, ou seja, produz itens que o setor Tornos não necessita, deixando outros que poderiam seguir. No setor Tornos as máquinas produzem itens iguais e priorizam os que estão sendo processados para evitar o <i>setup</i> .
Espera	No setor Tornos, por muitas vezes, os funcionários ficam ociosos esperando o item acabar, o que também ocorre nos setores Escolha e Contagem.
Transporte ou movimentação desnecessária	Esse desperdício foi identificado em todos os setores. Por exemplo, no setor Polimento, na descarga dos lotes após o processamento, o transporte é realizado por carrinhos manuais, e o operador percorre longo caminho várias vezes até o setor Peneira, devido ao <i>layout</i> ineficiente.
Superprocessamento ou processamento incorreto	O setor Escolha é o maior exemplo desse desperdício. Realiza uma inspeção devido a produtos de má qualidade decorrente de outros setores.
Excesso de estoque	Em todos os setores da empresa o excesso de estoque é evidente, impactando no resultado da organização. As compras são realizadas a cada 15 dias, sendo necessário manter um estoque de matéria-prima no depósito. No setor Tornos o estoque em processo é responsável pelo longo <i>lead time</i> .
Movimento desnecessário	No setor Tornos o movimento dos operadores na busca de ferramentas para realizar o <i>setup</i> contribui para a ineficiência. Por muitas vezes o operador se desloca até a ferramentaria do setor para buscar uma ferramenta ou realizar algum ajuste no suporte da máquina.
Defeitos	No setor Químico, os defeitos foram identificados nas pastilhas que, por muitas vezes, vão misturadas para o setor Tornos gerando falha na máquina, além de pastilhas tortas que geram retrabalho. Um dos grandes responsáveis pela necessidade de inspeção final do setor Escolha é o setor Tornos, sendo que muitos produtos retirados com problemas na Escolha são derivados dele, por falha na furação e botões torneados ao contrário, por exemplo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

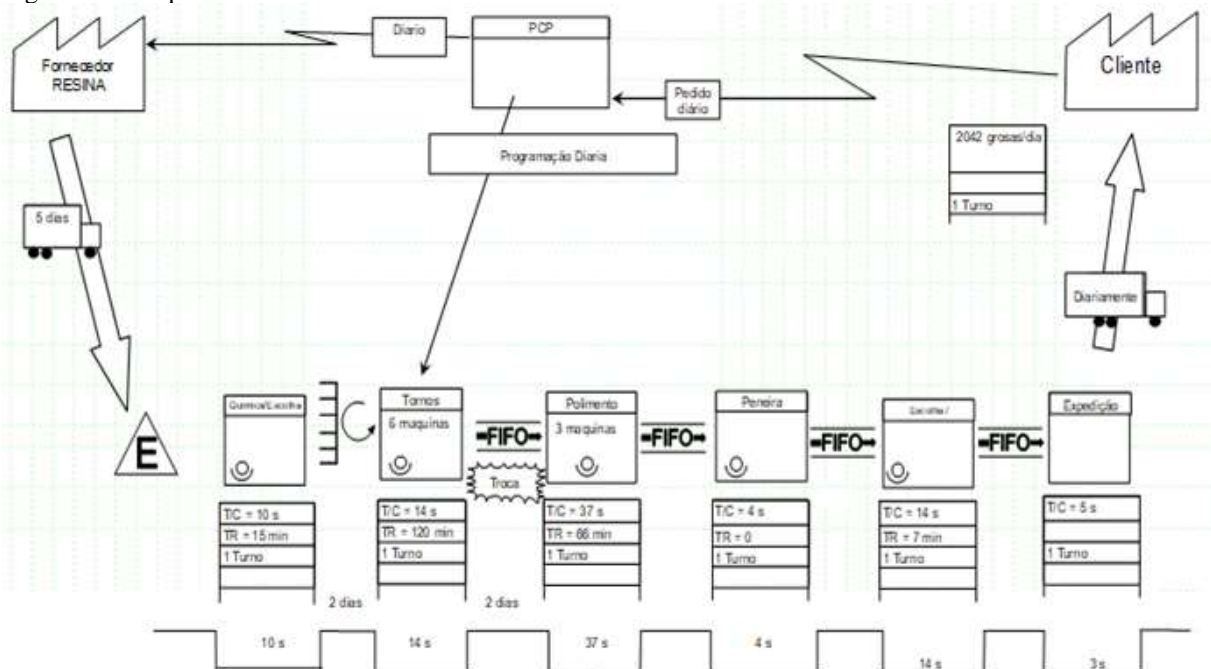
A análise do mapa do estado atual evidencia que a empresa necessita de medidas que tanto melhorem seu fluxo de informações como eliminem os desperdícios e foquem nas atividades que agregam valor.

4.3.4 Elaboração do Mapa do Fluxo de Valor Futuro

Rother e Shook (2018) destacam que o objetivo de mapear o fluxo de valor é encontrar as fontes de desperdícios e eliminá-las através da implantação do estado futuro. O mapa do estado futuro se faz fundamental para identifica as fontes de desperdícios, buscando diminuir o *lead time*, que prejudica o resultado da empresa.

Para a elaboração do mapa futuro foram consideradas as informações coletadas no sistema de manufatura dos setores produtivos. As medidas propostas para melhoria do *lead time* e redução dos desperdícios são necessárias a fim de vislumbrar situação que se deseja alcançar. A Figura 26 apresenta o mapa do estado futuro.

Figura 26 – Mapa do estado futuro



Nota: *Lead time* = 4 dias; tempo de processamento = 78 segundos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com as melhorias propostas na Figura 26, o setor Tornos passa a ter seis máquinas dedicadas para essa família de produtos, o que reduz o tempo de ciclo. O supermercado, isto é, um estoque padrão de pastilhas predeterminadas para o setor Tornos, permitirá eliminar a

espera, pois o setor Tornos irá puxar a produção conforme sua necessidade, além de melhorar o fluxo de informações.

A elaboração do mapa do estado futuro foi realizada de acordo com os conhecimentos dos funcionários da empresa com base nos conceitos do *Lean Manufacturing*, e permitiram a identificação dos desperdícios do fluxo de valor para a família de produtos do tamanho 18.

É necessário criar um plano de trabalho para que as medidas de redução dos desperdícios se tornem reais e alcancem os resultados do mapa futuro, atingindo, assim, os resultados esperados.

4.4 Implementar ações

Segundo Mello et al. (2012), nesta fase da pesquisa-ação os participantes da pesquisa implementam o plano de ação. Seguindo o *framework* para implantação do *Lean Manufacturing*, os projetos-pilotos serão implantados para as soluções dos problemas.

4.4.1 Implantação de projetos-pilotos

O objetivo de mapear o fluxo de valor é destacar as fontes de desperdícios e eliminá-las através da implantação de um fluxo de valor de um estado futuro que se torne realidade em um curto período de tempo (ROTHER; SHOOK, 2018).

Segundo Deveras (2019), nesta etapa o objetivo é criar um plano de trabalho para implantar os projetos propostos através do mapa futuro. De acordo com Rother e Shook (2018), a meta é construir uma cadeia de produção onde os processos individuais sejam articulados aos seus clientes, por meio de fluxo contínuo ou puxado, e cada processo se aproxime o máximo possível de produzir apenas o que os clientes precisam e quando precisam. Belhadi, Touriki e Fezazi (2016) destacam que esta etapa seleciona e implanta as ferramentas *Lean*.

Identificadas as oportunidades de melhoria através do mapa do fluxo de valor, a equipe *Lean* decidiu trabalhar o ponto mais crítico, que é o setor Tornos, responsável pelo maior número de atrasos. A equipe embasou a decisão em cima dos pontos críticos identificados a seguir: *lead time* de 28 dias, estoque intermediário entre os setores Escolha/Tornos, produção empurrada, e excesso de movimentações e paradas.

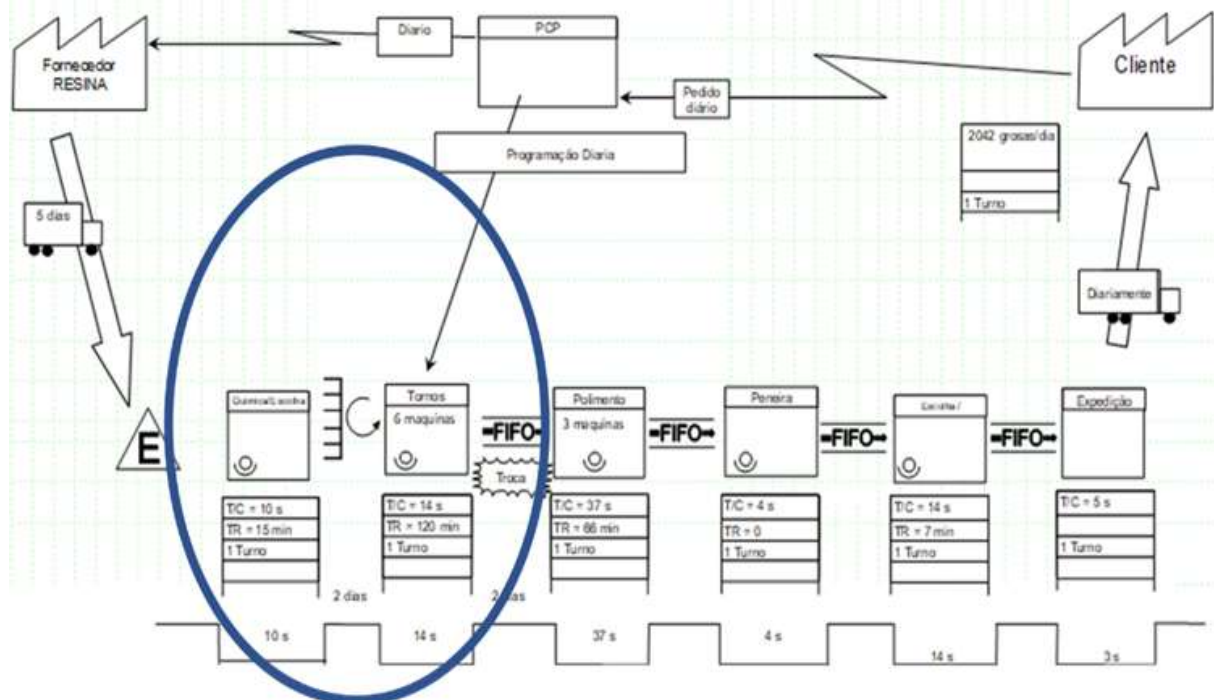
Importante ressaltar que, em muitos casos, não é possível implantar o conceito do estado futuro de uma só vez, é necessário quebrar a implantação em etapas (ROTHER; SHOOK, 2018). Dessa forma, a implantação iniciou de acordo com a etapa selecionada no *loop* de início.

O embasamento para iniciar essa etapa compreende as questões sugeridas por Rother e Shook (2018) a seguir:

- Onde o processo está bem entendido pelo pessoal?
- Onde a probabilidade de sucesso é alta?
- Onde você pode prever um grande impacto financeiro?

A equipe *Lean* participou de todo o processo de desenvolvimento do MFV, criando entendimento em todos os processos, verificando a probabilidade de sucesso no setor Tornos do mapa do estado atual sendo responsável por grande número de desperdícios, além de prever um grande impacto financeiro eliminando os estoques intermediários (Figura 24). A Figura 27 apresenta o *loop* de início.

Figura 27 – *Loop* de início da implantação do mapa futuro



Nota: *Lead time* = 4 dias; tempo de processamento = 78 segundos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

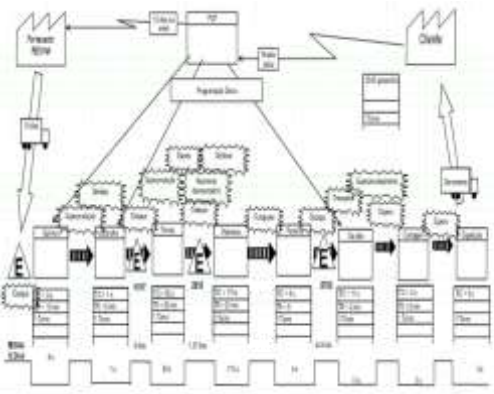
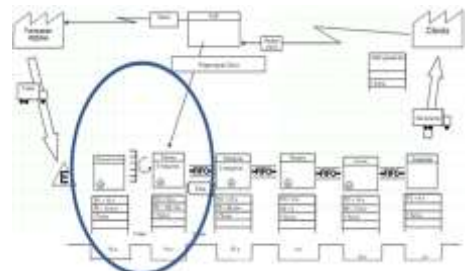
Diante dos pontos levantados, a necessidade de criar um sistema puxado através do conceito de supermercado entre os setores Química e Tornos ficou evidente. Inicialmente foi proposta como meta a redução do *lead time* dessa família de produtos em 50%.

Com as melhorias propostas, o setor Tornos ficará com seis máquinas dedicadas para essa família de produtos, reduzindo o tempo de ciclo. O supermercado permitirá eliminar a

espera, pois o setor Tornos irá puxar a produção conforme as ordens de produção recebidas e eliminando o envio de ordens de produção para o setor Químico.

O foco da equipe está alinhado com a escolha do fluxo de valor para a família de produtos tamanho 18, denominados 1 operação. O objetivo é desenvolver um fluxo contínuo do Setor Químico até a Escolha final, eliminando os desperdícios através das análises realizadas. Estabelecidos os objetivos, a equipe *Lean* utilizou o A3 para orientar as realizações dos projetos de melhorias e definir as premissas de cada etapa, conforme mostra a Figura 28.

Figura 28 – A3 desenvolvido pela equipe *Lean*

Título / Tema: Produção Família 1		Data: 15/12/2020		Aprovações e Recursos: Equipe <i>Lean</i>	
1. Considerações iniciais: Botões poliéster família simples (2042 grosas/dia)		5. Estado Futuro / Recomendações: Dimensionar supermercado Química/Torno acordo com o <i>takt time</i> de materiais Estabelecer novo sistema de controle de produção através do <i>kanban</i>			
2. Metas, Objetivos, Benefícios: Mais agilidade nas entregas com lotes cada vez menores Reduzir o <i>lead time</i> dessa família de produtos em 50%		Produzir de Reduzir movimentações Evitar a superprodução			
3. Estado Atual:  <p><i>Lead time</i> de 28,63 dias processamento de 229 segundos estoque intermediário entre setores Escolha e Tornos empurrada movimentações e paradas</p> <p>Tempo de Grande quantidade de Produção Excesso de</p>					
6. Plano de ação (O que? Quem? Quando?):					
Descrição		Responsável	Início:	Fim:	
Espessura padrão 2,1mm		Equipe <i>Lean</i>			
Dimensionar supermercado em quantidade por material		Equipe <i>Lean</i>			
Dimensionar cartões <i>kanban</i>		Equipe <i>Lean</i>			
Ajustar fichas técnicas e alterar no sistema		Equipe <i>Lean</i>			
4. Análise: Necessidade de criar um sistema puxado; supermercado entre Química e Torno		7. Acompanhamento / Indicadores: Eliminar tudo o que já está programado no setor Química e Tornos até 15/01/21 Dimensionamento do supermercado entre o dia 11 ao dia 15/01/21 Início do sistema puxado dia 18/01/21			

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como os produtos estão divididos em materiais diferentes, foi realizado um levantamento da quantidade de artigos desta família, totalizando 450 artigos. Foi identificada a falta de padronização desses artigos, ou seja, artigos confeccionados com a mesma ferramenta com uma diferença mínima de espessura, sendo que as especificações podem ser agrupadas.

A espessura final de artigos de 1,7 mm foi sugerida durante um tempo para diminuir custo de matéria-prima, porém, durante os levantamentos, foram identificados vários problemas de quebras e desperdícios desses artigos, ou seja, a economia de matéria-prima não se justificou devido aos problemas de qualidade que surgem nos processos. Sendo eles:

- No setor Químico, as placas com espessura acabada de 1,7 mm quebram com facilidade e geram perdas de pastilhas, além de aumentarem as pastilhas com defeitos na lateral;
- No setor Tornos, muitas vezes ocorrem problemas de quebra entre os furos; por serem muito finos e quebrarem com facilidade, a velocidade da máquina muitas vezes era reduzida;
- No setor Serviço de Atendimento ao Consumidor eram constantes as reclamações de produtos que quebravam devido à fragilidade do produto, além de devoluções;
- No setor Escolha, esses artigos passavam nas esteiras por duas vezes ou mais para funcionários retirarem as quebras dos produtos, gerando retrabalho e refugo, e mesmo assim as reclamações eram constantes.

A Figura 29 apresenta alguns problemas e reclamações de clientes devido às quebras que os problemas de qualidade geravam.

Figura 29 – Produtos com defeitos



Fonte: Disponibilizado pela empresa.

A partir da identificação dos problemas, 197 artigos foram padronizados com a espessura padrão que representa essa família de produtos, sendo que alguns tinham a mesma ferramenta com uma diferença mínima de espessura, permitindo o agrupamento.

A padronização de artigos dessa família de produtos levou em consideração a óptica do cliente, dado que, além de aumentar a espessura acabada dos artigos, aumenta a qualidade e pode diminuir os custos dos processos. Além do mais, essa ação pode aumentar a quantidade de artigos dessa família, surgindo novos modelos com novas ferramentas, desde que as espessuras padronizadas sejam mantidas. Esses artigos são compostos por cinco tipos de materiais, sendo eles: Sumatra, porcelana comum, perolado, perolado com capa e cristal.

Importante ressaltar que a padronização dos produtos foi fundamental, pois é importante ter as espessuras padrão para os tipos de materiais que estarão disponíveis para dimensionar o supermercado. Destaca-se que os 197 artigos padronizados para essa família de produtos representam 58% da demanda total do setor Tornos, conforme relatado no mapa do estado atual.

O próximo passo foi reduzir o tamanho do lote no setor Tornos para ser possível realizar simultaneamente os pedidos independentemente da máquina e da quantidade que o cliente solicitar.

Em consequência dos pedidos serem muito variados, antes os operadores direcionavam os lotes em apenas uma máquina para evitar mais *setups*, gerando filas no setor. Logo, se o lote do pedido fosse grande, este ficava na máquina durante muito tempo, mesmo se tivessem outras máquinas disponíveis. Os operadores priorizavam os lotes com grandes quantidades para evitar *setup*.

Inicialmente foi definido pela equipe *Lean* lote mínimo de 150 grosas, ou seja, se o cliente comprar 1.000 grosas de determinado artigo, este será distribuído em seis máquinas; se o pedido for igual ou menor que 150 grosas, este será produzido em apenas uma máquina. A definição do lote de 150 grosas se deu através de reuniões com a equipe *Lean* para dimensionar o supermercado e o *kanban*.

O tamanho do lote foi inicialmente definido em 150 grosas para disparar a produção do *kanban* no setor Químico. Conforme já relatado, o sistema de produção da empresa é sob encomenda, porém a programação é realizada de forma empurrada: o PCP envia as ordens de produção para o setor Químico e empurra a produção para os processos seguintes. O setor Químico envia os pedidos sem ter em conta da quantidade e modelo, não seguindo uma lógica de programação e sim a conveniência. O setor Tornos acumulava muito estoque em processo,

pois o Químico tem maior capacidade para produtos dessa família, sendo mais fácil de produzi-los, pois mantinham sempre os cilindros com produção.

O setor Químico também priorizava pedidos com grandes quantidades, gerando constantes atrasos e acúmulo de estoque no setor Tornos. Os pedidos atrasavam com frequência, sendo que os pedidos que chegavam com grandes quantidades de grosas produziam primeiro, conseqüentemente, chegavam primeiro no setor Tornos e ficavam na máquina por mais tempo, fazendo com que as filas e a espera fossem constantes.

Dessa forma, com o conceito de supermercado, o setor Tornos irá puxar a produção conforme as ordens recebidas diretamente do PCP, seguindo a sequência *first in, first out* (FIFO), ou “primeiro que entra, primeiro que sai”. Por consequência, o setor PCP não irá programar a produção no setor Químico — as ordens recebidas serão enviadas diretamente para o setor Tornos.

De acordo com Rother e Shook (2018), há pontos no fluxo de valor onde não é possível usar o fluxo contínuo e fabricar em lotes é necessário, sendo necessário criar um supermercado, pois o fluxo é interrompido. Além disso, por se tratarem de produtos customizados e de produção em pequenos lotes, a programação precisa estar mais próxima dos processos iniciais.

O supermercado foi dimensionado através do número do sistema *kanban*, pois segundo Rother e Shook (2018), um dos objetivos do supermercado é controlar a produção entre os fluxos. Portanto o setor Tornos será o processo puxador, conforme demonstra a Figura 27.

O supermercado foi dimensionado através da demanda média diária e da quantidade dessa demanda para cada tipo de material, visando o atendimento do tempo *takt* que é de 18,5 segundos. O tempo de atendimento estabelecido para reposição para essa família de produtos consolidou-se em 5 dias.

Importante ressaltar que a equipe *Lean* optou por não utilizar nenhum fator de estoque-pulmão e de segurança para o dimensionamento do supermercado. Sendo assim, o estoque no supermercado foi definido por demanda média diária \times *lead time* de reposição. De tal forma que $2.042 \times 5 = 10.210$ grosas no supermercado.

Após determinar a quantidade de produtos no supermercado, o *kanban* é necessário para sinalizar e autorizar a produção dos itens. Uma vez que essa família de produtos está dividida em cinco tipos de material, é necessário estabelecer uma regra para determinar a quantidade de cada material dentre os dimensionados no supermercado.

Conduziu-se um treinamento para equipe *Lean* sobre o *kanban*, onde foram abordados os conceitos, as vantagens do sistema, as regras e os tipos de *kanban*. Os treinamentos

ocorreram em dezembro de 2020 e início de janeiro de 2021 e embasaram a equipe *Lean* para entendimento e dimensionamento.

O número de *kanban* foi definido pela quantidade do supermercado / lote do cartão. Tornando-se $10.210 / 150 = 68$ cartões. A Figura 30 representa o dimensionamento do *kanban*.

Figura 30 – Dimensionamento do *kanban*

		LOTE	CARTÕES	VERDE	AMARELO	VERMELHO
PEC	40%	4084	27	16	8	3
SUMATRA/PRISC	15%	1531	10	6	3	1
PO	15%	1531	10	6	3	1
PEROLADO	15%	1531	10	6	3	1
CRISTAL	15%	1531	10	6	3	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com a Figura 30, dos cinco materiais que compõem o supermercado, 40% representam o material perolado com capa, sendo o material que corresponde ao maior número de demanda dos clientes para essa família de produtos, sendo o material de mais quantidade no supermercado. O número de cartões para cada faixa foi determinado conforme a quantidade de itens de cada material sendo: 60% do total de cartões na faixa verde, 30% na faixa amarela e 10% na faixa vermelha.

O supermercado foi dimensionado pela equipe *Lean*, quando, em 15 de janeiro de 2021, determinou-se que o que já tinha sido programado fosse eliminado para dar início à programação puxada em 18 de janeiro de 2021.

Foi necessário adquirir um quadro *kanban* para a gestão visual no setor Químico para orientar os operadores sobre o que deve ser produzido. A Figura 31 apresenta o quadro que foi desenvolvido.

Figura 31 – Quadro *kanban*



Fonte: Elaborado pelo autor.

O quadro *kanban* foi solicitado para melhor controle no setor Químico, da maneira que ele produzirá somente que o processo puxador do setor Tornos solicitar.

Sendo assim, quando o setor Tornos utilizar um cartão de determinado lote do supermercado, o operador leva o cartão até o quadro e o coloca no quadrante do material que utilizou.

A Figura 32 apresenta o supermercado dimensionado no setor Tornos. Cada contêiner contém um cartão de acordo com a especificação de produção e material. À medida que os itens são consumidos do supermercado, os cartões são levados até o quadro *kanban*.

Figura 32 – Supermercado



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com o supermercado dimensionado, cada contêiner contém 150 grosas de pastilhas de cada material, conforme o exemplo da Figura 32. O material perolado com capa contém o total de 27 cartões sendo: 16 verdes, 8 amarelos e 3 vermelhos. Na mesma figura é possível ver o exemplo de uns dos cartões *kanban* com as informações necessárias de acordo com o material.

A partir do dimensionamento do supermercado em 18 de janeiro de 2021, iniciou-se o novo sistema: as ordens de produção são enviadas para o processo puxador e, a partir daí, os processos fluxo acima seguem uma sequência FIFO.

Nas primeiras semanas de funcionamento do sistema, a equipe *Lean* começou a levantar os dados para comparar e sugerir melhorias. Logo, na primeira semana o primeiro problema foi apresentado.

O setor Tornos, com maior número de *setups*, diminuiu a produtividade, sendo que máquinas ficavam paradas mais vezes devido ao lote reduzido. A necessidade de implementar o sistema SMED se tornou vital para funcionamento do sistema e sucesso na implantação do *framework*.

O tempo médio de *setup* para essa família de produtos, denominada troca simples, era de 31 minutos de acordo com a média dos apontamentos. Nesse grupo de máquinas tem dois operadores que alternam entre o *setup*, a inspeção e o controle do supermercado.

Para a produção dos itens do supermercado, seis máquinas são dedicadas a essa família de produtos; como esse grupo contém sete máquinas, uma máquina produz os mesmos artigos, porém em cores específicas.

Nesta etapa foi necessário rever alguns pontos dos treinamentos da equipe, que solicitou um novo treinamento SMED com o objetivo de rever os conceitos e criar dinâmicas para maior entendimento. Ocorrido em janeiro de 2021, o treinamento abordou o conceito da ferramenta, e também foi necessário criar todo um contexto sobre as novas exigências do mercado e as circunstâncias econômicas com foco nas exigências dos clientes, possíveis causas de *setup* longo, tempo de preparação, sistema de troca rápida de ferramenta, *setup* interno e externo, estratégias para redução do *setup* e dinâmica com alguns estudos de caso.

Com o entendimento gerado pela equipe através dos treinamentos, foi iniciado um projeto para redução de *setup* para esta família de produtos. O projeto realizou-se no grupo de sete máquinas que foram dedicadas a essa família de produtos. A Figura 33 apresenta o setor e as máquinas para o projeto.

Figura 33 – Setor Tornos



Fonte: Disponibilizado pela empresa.

Realizou-se o mapeamento da atividade de troca simples que compõe a família de produtos analisada. O Quadro 13 demonstra as atividades e o tempo médio das trocas antes da implantação da ferramenta.

Quadro 13 – Atividades para o *setup*

Número	Elementos
1	Verificar ferramentas na máquina
2	Pegar amostra de acordo com o pedido
3	Buscar ferramentas de acordo especificado na amostra
4	Inserir novas pastilhas na máquina
5	Regular carregador de acordo com a espessura do botão
6	Afiar ferramentas para execução de novo artigo
7	Colocar e regular desbaste, 1º mandril
8	Colocar e regular ferramenta de acabamento, 2º mandril
9	Conferir espessura final de acordo com o pedido
10	Verificar tamanho da broca e abertura descritos na amostra
11	Buscar brocas e afiar
12	Escolher matriz de acordo com os furos
13	Remover brocas e matriz que já estão na máquina
14	Inserir matriz de acordo com os furos
15	Inserir brocas e conferir profundidade de acordo com as pinças
16	Regular abertura dos furos
17	Conferir espessura final e furação de acordo com o pedido
Tempo total (minutos)	31

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os levantamentos foram realizados e documentados através de anotações e apontamentos. Diante do alto tempo de *setup* para essa família de produtos, levantaram-se as atividades que podem ser realizadas com a máquina em operação, ou seja, separar o que é *setup* interno (em que a máquina precisa parar para ser realizado) do *setup* externo (em que a máquina não para, pode ser realizado com ela ainda operando o lote anterior).

A classificação dos elementos é importante e precisa ser levantada junto aos funcionários para eliminar elementos inúteis, como movimentações e situações desnecessárias. A Figura 34 demonstra o processo de *setup*.

Figura 34 – Operador realizando *setup*



Fonte: Disponibilizado pela empresa.

A documentação das atividades através de filmagem e fotos foi necessária para evidenciar as situações dispensáveis durante o *setup*, além de permitir a classificação das atividades em externas e internas, com o objetivo de transferir as atividades externas para antes de o lote terminar.

Durante a apresentação para os operadores surgiram ideias para simplificar as atividades internas e externas e para reduzir os ajustes e as regulagens da máquina. Notam-se no Quadro 13 algumas atividades, como buscar e afiar ferramentas dentre outras responsáveis pelas perdas de tempo no *setup*.

As recomendações dos operadores e líder do setor Tornos foram fundamentais para redução de tempo interno e externo. A seguir estão algumas das quais foram implantadas:

- Foi reservado um espaço para que as ferramentas com mais frequência de trocas possam ser alocadas próximas à máquina;
- Suportes montados com as principais ferramentas já afiadas;
- Disponibilização de uma máquina para realizar *setups* externos com o objetivo de eliminar a regulagem das ferramentas nos suportes.

A disponibilização da máquina foi possível, pois algumas máquinas mais antigas não eram mais utilizadas, sendo ela instalada próxima às máquinas de família de troca simples. A Figura 35 apresenta as fichas e ferramentas próximas aos locais de *setup* bem como os suportes montados e a máquina para realizar o pré-*setup*.

Figura 35 – Melhorias para o SMED



Fonte: Disponibilizado pela empresa.

Os operadores responsáveis por esse grupo de máquinas foram treinados durante os meses de janeiro e fevereiro de 2021. O engajamento da equipe e dos operadores foi fundamental, pois eles identificaram a necessidade de mudança. Os primeiros resultados começaram a surgir nos primeiros *setups*. Comparando o tempo médio de *setup* para esse grupo de máquina do mês de janeiro de 2020 com o mês de janeiro de 2021, houve uma redução de aproximadamente 42% do tempo médio para *setup*. O foco da equipe é chegar a *setups* menores que 10 minutos. Durante todo o período, os elementos do *setup* foram analisados e melhorias foram sugeridas, sempre com foco na melhoria contínua para aumentar a produtividade e maior flexibilidade de lotes de produção, sendo possível alcançar lotes cada vez menores, visto que os lotes foram inicialmente definidos com 150 grosas.

O Quadro 14 demonstra as atividades e o tempo médio das trocas após a implantação da ferramenta. Em agosto de 2021, os operadores chegaram ao tempo médio de *setup* de 9 minutos na busca de melhorar os resultados e no engajamento com foco na melhoria contínua para esse grupo de sete máquinas denominado troca simples, representando uma redução de aproximadamente 70%, comparando com o tempo médio antes da aplicação da ferramenta.

Quadro 14 – Atividades para *setup*

Número	Elementos
1	Inserir novas pastilhas na máquina
2	Regular carregador de acordo com a espessura do botão
3	Colocar e regular desgaste, 1º mandril
4	Colocar e regular ferramenta de acabamento, 2º mandril
5	Conferir espessura final de acordo com o pedido
6	Remover as brocas e matriz que já estão na máquina
7	Inserir matriz de acordo com os furos
8	Inserir brocas e conferir profundidade de acordo com as pinças
9	Regular abertura dos furos
10	Conferir espessura final e furação de acordo com o pedido
Tempo total (minutos)	9

Fonte: Elaborado pelo autor.

A redução do tempo de *setup* permitiu aumentar a flexibilidade de lotes e consequentemente atender a necessidade dos clientes. Nas próximas subseções serão apresentados os resultados bem como a comparação de alguns indicadores para evidenciar as melhorias alcançadas através da implantação do *Lean Manufacturing*, seguindo o *framework* de implantação.

4.5 Avaliar resultados e gerar relatório

Mello et al. (2012) relatam que a avaliação é a chave para o aprendizado. Sem ela, as ações são implementadas ao acaso. Segundo os autores, para a pesquisa-ação, devido à natureza cíclica, existe certa dificuldade para registrar os desdobramentos da pesquisa no relatório. Para superar essa dificuldade, é necessário fazer uma redução dos dados para torná-los apresentáveis, visando facilitar a análise e as discussões.

Diante dos resultados alcançados seguindo o *framework* de implantação, nesta etapa é realizada a comparação dos indicadores bem como dos resultados gerados.

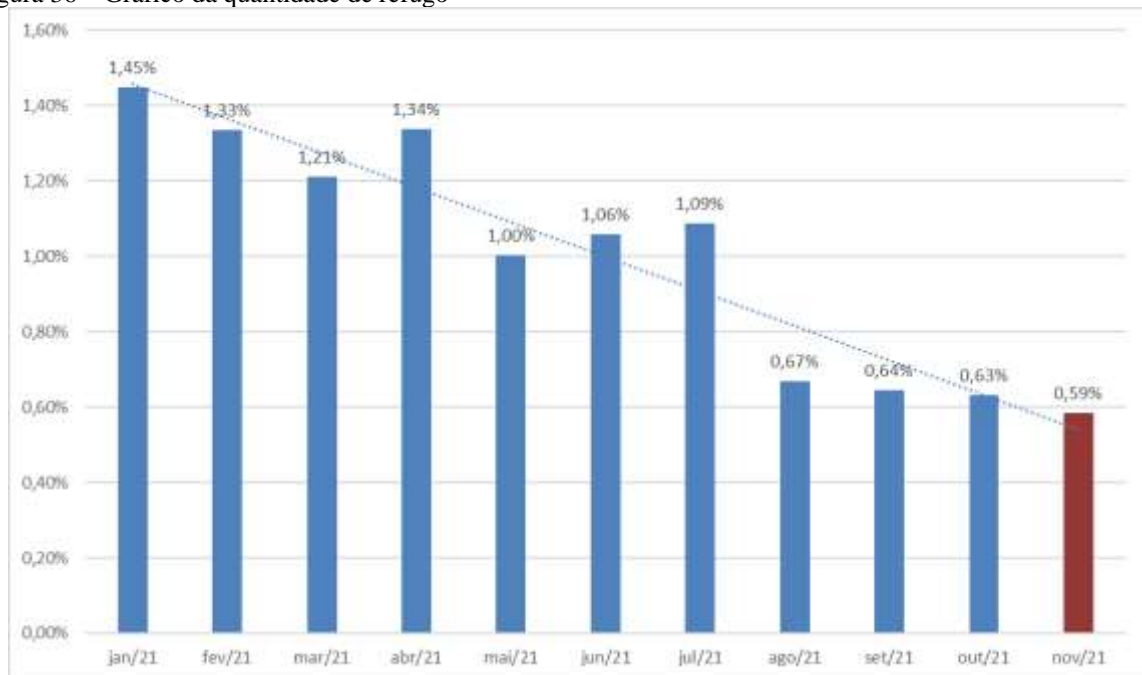
4.5.1 Monitoramento dos resultados

Nesta etapa do *framework* para implantação do *Lean*, Deveras (2019) destaca a importância do processo de monitoramento, em que é possível visualizar os resultados obtidos durante a implantação. Para Belhadi, Touriki e Fezazi (2016), esta etapa é a mais crítica na implantação, pois é necessário medir o progresso da implantação através dos indicadores usados anteriormente.

Assim, os resultados foram obtidos em comparação com as situações anteriores. Problemas de qualidade e refugo e estoque entre os processos foram melhorados, evidenciando os benefícios da implantação do *Lean Manufacturing* para melhoria da competitividade na PME.

Com a padronização dos artigos e a implantação do supermercado, a qualidade melhorou, fazendo com que o refugo geral da fábrica fosse reduzido. Além das práticas adotadas, o *feedback* dos processos fluxo acima melhorou, permitindo a troca de ideias quando problemas surgiam. O refugo, comparando o mês de janeiro de 2021 com o mês de novembro de 2021, reduziu aproximadamente 60%, conforme mostra a Figura 36.

Figura 36 – Gráfico da quantidade de refugo

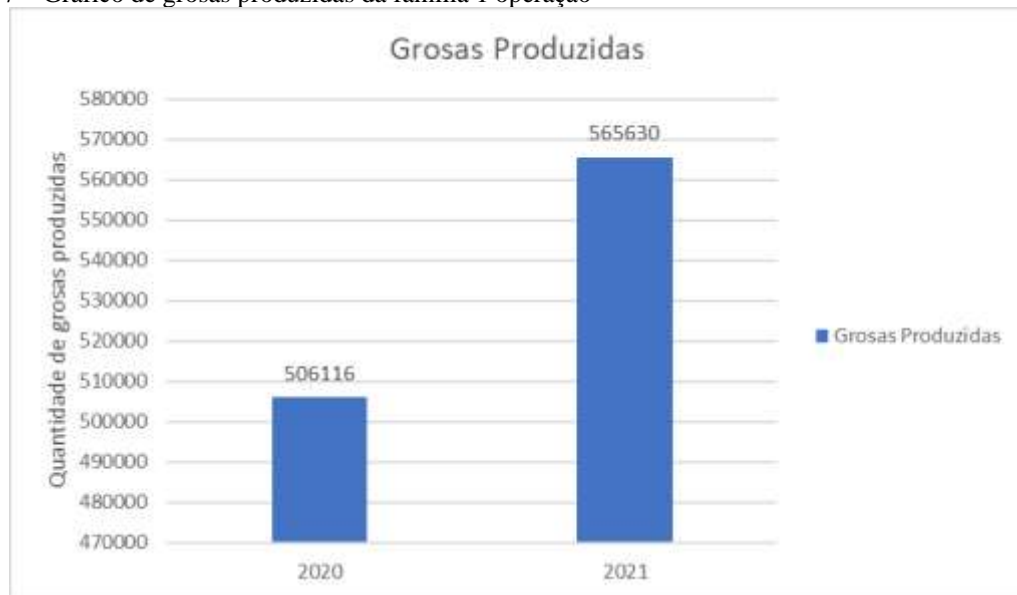


Fonte: Elaborado pelo autor.

A redução do refugo (Figura 36) extraída do ERP da empresa só foi possível com as práticas adotadas pela equipe *Lean*. O impacto no refugo está ligado diretamente à implantação do *framework*, visto que a família analisada representa maior demanda na indústria. A padronização da espessura através da análise realizada durante o MFV permitiu identificar as fontes de desperdícios e eliminá-las.

A partir do supermercado e do sistema *kanban*, os atrasos, que eram constantes, foram reduzidos, pois o setor Tornos passou a produzir de acordo com a demanda do cliente, independentemente da quantidade. A distribuição de lotes e máquinas dedicadas permitiu reduzir o tempo de ciclo do setor Tornos. O *lead time* da empresa atingiu a meta inicial de 50%, ou seja, o prazo de atendimento ao cliente foi reduzido. O SMED, além de contribuir para maior flexibilização de lotes de produção, permitiu ao setor Tornos produzir mais, mesmo com mais *setups* sendo realizados (Figura 37).

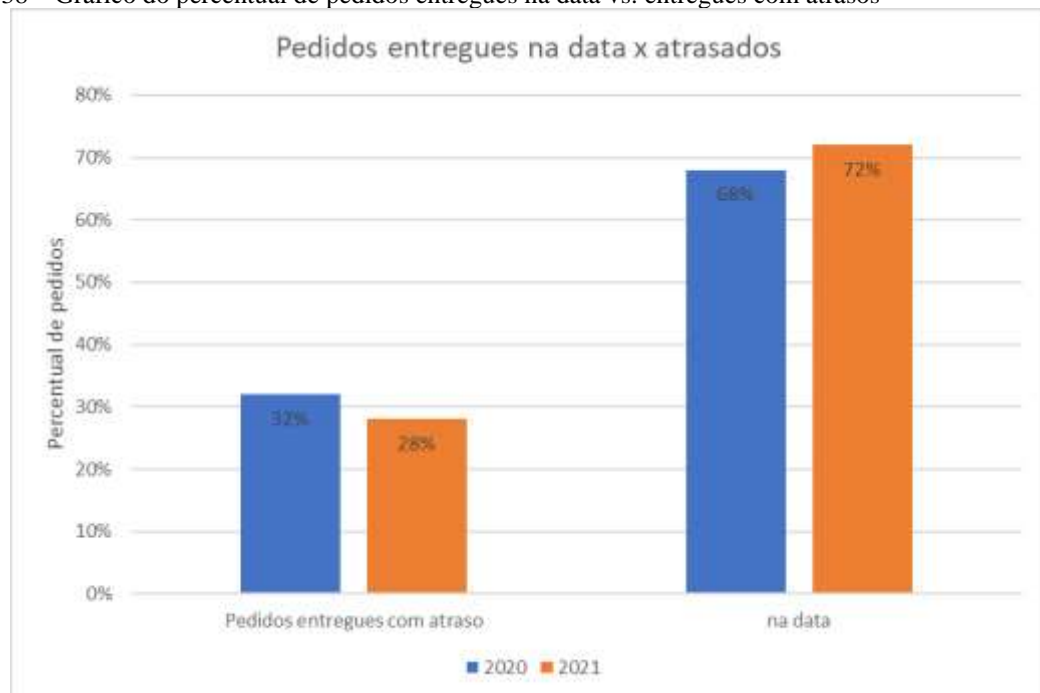
Figura 37 – Gráfico de grosas produzidas da família 1 operação



Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com o gráfico apresentado na Figura 37, a quantidade de grosas produzidas no setor Tornos comparada ao ano de 2020 da família analisada representa um aumento de 12%. Além de maior produção, o setor Tornos deixou de ter atrasos. A Figura 38 apresenta a quantidade média de pedidos enviados com atraso e a média de pedidos enviados na data, em percentual comparando os anos de 2020 e 2021.

Figura 38 – Gráfico do percentual de pedidos entregues na data vs. entregues com atrasos



Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme apresentado na Figura 38, 32% dos pedidos entregues do ano de 2020 foram com atraso, tendo uma média de 13,63 dias de atrasos. Dos pedidos entregues atrasados, 63% representam a família analisada neste estudo.

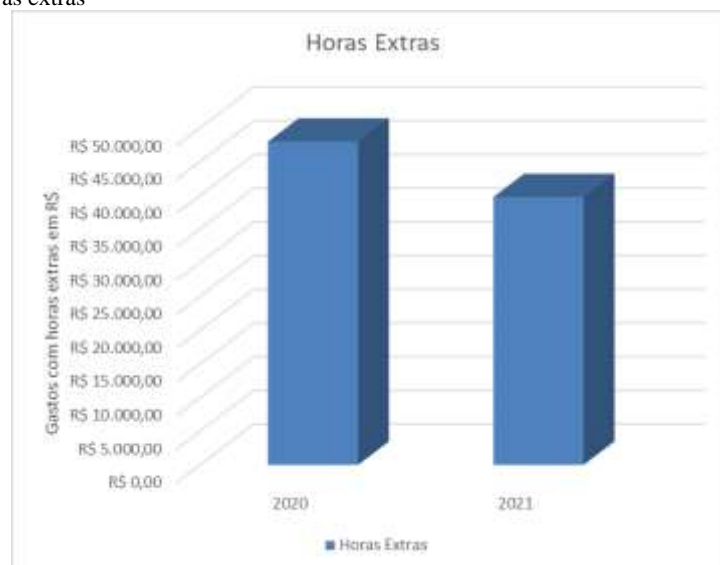
No ano de 2021, após implantação das ações de melhoria através do *framework* de implantação do *Lean*, os pedidos entregues atrasados obtiveram uma leve redução em relação ao percentual. Porém a média de dias de atrasos ficou em 6,53, uma redução de 52% da média de atrasos em dias.

Importante ressaltar que, além do percentual de atrasos ter reduzido, a média de atrasos obteve redução considerável, principalmente com o sistema puxado no setor Tornos, que era responsável por várias fontes de desperdício.

A redução de pedidos em atraso se deve à melhoria proposta à família analisada, visto que o *lead time* de produção reduziu pela metade.

Outro grande desperdício apontado nos setores eram as horas extras que muitas vezes eram realizadas por ineficiência e atrasos na produção. A Figura 39 apresenta a comparação dos gastos com horas extras nos anos de 2020 e 2021.

Figura 39 – Total de horas extras



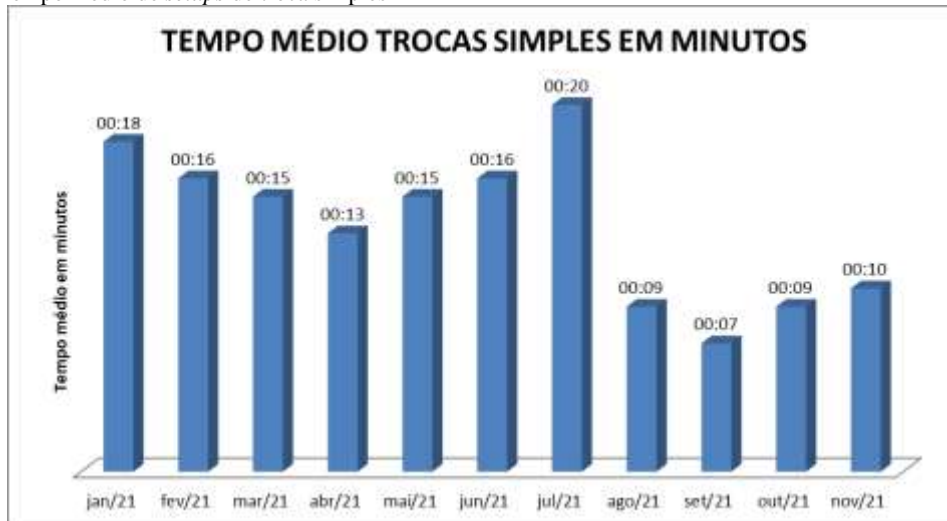
Fonte: Elaborado pelo autor.

O gráfico da Figura 39 demonstra um comparativo de gastos com horas extras. Em 2021, os gastos com horas extras foram reduzidos em 17% comparado ao ano de 2020. O setor Tornos representa aproximadamente 35% do total de horas extras nos respectivos anos, sendo as melhorias implantadas responsáveis pela redução desses gastos.

Nota-se que a produção para essa família de produtos foi maior em 2021 comparada ao ano anterior, no entanto os gastos com horas extras foram reduzidos.

O tempo de *setup* reduziu em 70% alcançando a média de 9 minutos, de acordo com a Figura 40.

Figura 40 – Tempo médio de *setups* de troca simples



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota-se que os tempos de *setup* oscilaram durante todo o processo de aprendizagem. O foco é que todos os operadores do setor alcancem o tempo médio quando realizarem o mesmo tipo de *setup*, porém alguns ainda necessitam de treinamentos. Devido à experiência e ao tempo de trabalho, os treinamentos devem ser adaptados e intensificados. O líder do setor Tornos está comprometido para que todos os operadores atendam o *setup* menor.

As melhorias alcançadas através do *loop* inicial fizeram com que a equipe engajasse cada vez mais na busca de melhores resultados. O foco da equipe é alcançar todas as etapas propostas no mapa futuro.

Os desperdícios identificados (Quadro 12) foram reduzidos e eliminados com a implantação do *loop* inicial. Dessa forma, foi possível alcançar resultados que embasam a busca pela melhoria contínua.

A competitividade da empresa aumentou, reduzindo custos através dos desperdícios eliminados e aumento da qualidade. A redução dos prazos de produção e da flexibilidade de lotes a partir da identificação da necessidade dos clientes aumentou as vendas, pois muitos clientes que compravam de distribuidores passaram a comprar diretamente com a fábrica, sendo o *Lean* um fator primordial para alcançar as melhorias.

Importante ressaltar que o processo de padronização é revisto por todos da equipe e pelos funcionários da empresa, sendo que tudo deve ser melhorado sempre.

Um novo padrão para as fichas técnicas do produto foi criado no setor Tornos com o objetivo de facilitar o treinamento e o entendimento pelos operadores. O líder do setor Tornos elaborou as descrições de trabalho para efetuar ajustes de ferramentas. No setor Químico, as descrições das atividades foram elaboradas com o objetivo de facilitar a identificação dos itens do supermercado bem como a regulagem das máquinas. A gestão visual dos quadros nos setores foi elaborada pelos líderes para acompanhar os indicadores e facilitar os treinamentos.

4.5.3 Processos de melhoria contínua

De acordo com o *framework* proposto, esta etapa se torna vital, pois a melhoria contínua é premissa para alcançar melhores resultados e a filosofia *Lean* traz esse cerne na busca de melhores resultados sempre. Deveras (2019) destaca a importância de estruturar um processo de melhoria contínua, observando os problemas que ainda possam existir, e de buscar maneiras para solucioná-los.

A estabilidade do processo de melhorias ao longo de 2021 da família de produtos analisada permitiu melhorar o fluxo de valor por completo, seguindo a etapa do *framework* e as orientações levantadas para o sucesso da implantação. A equipe *Lean* mobilizou-se na procura para solucionar os problemas.

No setor Polimento, as movimentações desnecessárias eram constantes. Assim, foi proposta uma mudança de *layout* para evitar e reduzir esse desperdício, dado que após a descarga dos produtos o operador se deslocava por longos caminhos até o setor Peneira.

Os levantamentos foram realizados através de reuniões e as situações analisadas. Após, conduziu-se uma proposta de mudança de *layout* da fábrica. A proposta levantada seguiu as premissas para alcançar o estado futuro entre a família de produtos analisada, visando, no entanto, a eliminação de desperdícios e a extensão das práticas *Lean* para outros produtos e setores, visto que a melhoria impactará todos os produtos.

A proposta elaborada para mudança de *layout* tem certo grau de complexidade e dificuldade por envolver outros setores e investimentos, porém os resultados obtidos com a implantação do *Lean Manufacturing* através do *framework* dão suporte para buscar a viabilidade na mudança.

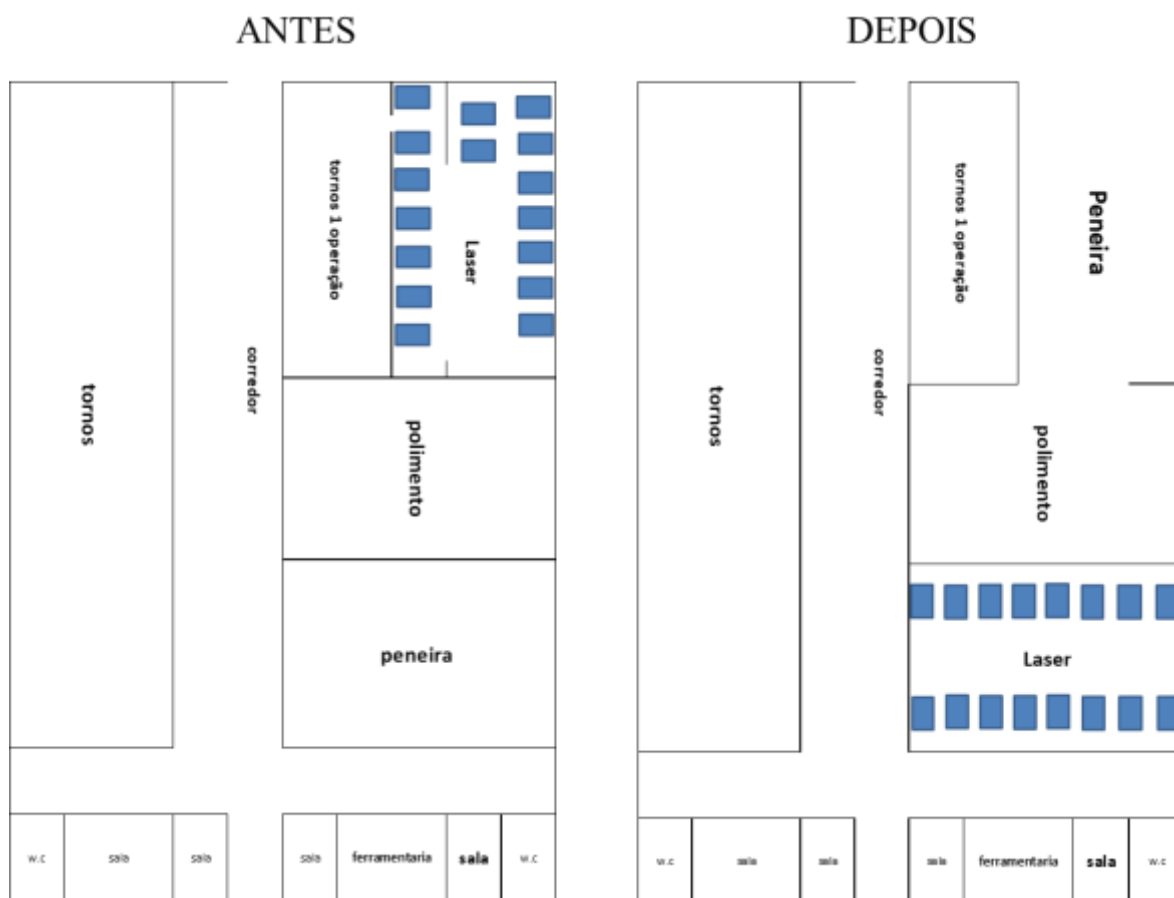
A proposta foi encaminhada para a diretoria que inicialmente obteve certa resistência na mudança. No entanto os diretores autorizaram realizar orçamentos para a mudança. Durante

o processo de orçamento, o líder do setor Laser levantou a possibilidade de eliminar a utilização de um ar condicionado industrial, que era necessário para manter a temperatura do setor. Na condição do novo *layout*, o galpão da fábrica é climatizado e mais ventilado, e a possibilidade de redução de custos poderia viabilizar a proposta, visto que o setor Laser seria beneficiado por estar próximo do setor Ferramentaria, evitando a movimentação dos operadores na busca de amostras e ferramental para o setor.

As análises foram levantadas com base nos prós e contras das mudanças. O setor Laser, por conter muitos componentes eletrônicos nas máquinas e por acumular sujeira no processo por ser um setor fechado, além da restrição de acesso por ser bem compacto, também levantou a possibilidade de reduzir paradas para manutenção. O setor Polimento tinha um problema semelhante, porém ao contrário, sendo que o produto acabava sujando após ser peneirado devido ao processo do setor Tornos estar próximo.

A Figura 42 apresenta a proposta de mudança de *layout* visando eliminar desperdícios e melhorar os processos.

Figura 42 – Proposta de *layout*



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com a possibilidade de reduzir custos de energia e os desperdícios, uma vez que as melhorias seguem o objetivo de alcançar o estado futuro, os próprios funcionários se disponibilizaram para realizar a mudança dada a empolgação com os resultados alcançados.

A diretoria aprovou a mudança de *layout*. A proposta é o setor Laser, que fica dentro de um anexo do galpão principal da fábrica, ser movimentado para o setor onde está a Peneira; dessa forma, o setor Polimento ficará ao lado da Peneira e mais próximo do processo seguinte, pois percorria todo o galpão principal para levar os produtos até o setor Escolha. A Figura 43 apresenta a mobilização dos funcionários para mudança do *layout*.

Figura 43 - Mudança do *layout*



Fonte: Disponibilizado pela empresa.

A nova proposta facilita a movimentação e descarga dos tambores. As fotos da Figura 44 apresentam a mudança realizada.

Figura 44 – Novo *layout* dos setores Laser e Polimento



Fonte: Disponibilizado pela empresa.

Com o novo *layout*, a movimentação desnecessária do setor Polimento foi reduzida. Além de não utilizar o ar condicionado do setor Laser, este ficou próximo do setor Ferramentaria. Importante ressaltar que o engajamento de todos os funcionários foi primordial para a mudança, mostrando que o foco de todos os líderes e funcionários está condicionado em busca da melhoria contínua.

Após a mudança de *layout*, a equipe *Lean* no processo de melhoria contínua para eliminar os desperdícios e alcançar o mapa futuro por completo identificou que, após o processo do setor Tornos, os produtos ficavam esperando o carregamento. Por muitas vezes o operador do Polimento ficava procurando tamanhos para o agrupamento, perdendo tempo, além de, por diversas vezes, não enxergar os produtos, atrapalhando e falhando no FIFO, pois produtos que estavam mais fáceis carregavam primeiro, dependendo de onde o operador do setor Tornos havia condicionado o lote produzido, e ele ficava esperando o operador do Polimento.

A equipe elaborou um novo A3 para orientar as realizações dos projetos de melhorias e definir as premissas de cada etapa para o setor Polimento. A Figura 45 apresenta o A3 desenvolvido para os problemas identificados no Polimento.

Figura 45 – A3 Polimento

Título / Tema: <i>Layout</i> de carga no setor Polimento	Data: 2021	Aprovações e Recursos: Equipe <i>Lean</i> e mão de obra dos funcionários		
1. Considerações iniciais: Atualmente os produtos ficam esperando o carregamento sem organização por tamanho. Isso atrapalha o fluxo e controle do FIFO, pois o operador do Polimento tem que ficar procurando os tamanhos para agrupamento.	5. Estado Futuro / Recomendações: Estabelecer controle visual da espera do setor Polimento, separando por tamanhos Os operadores do setor Tornos acondicionará os lotes nas prateleiras conforme o tamanho de acordo com o FIFO			
2. Metas, Objetivos, Benefícios: Melhorar o <i>Layout</i> de espera do setor Polimento para facilitar a gestão visual dos lotes por tamanho.				
3. Estado Atual: Após o processo do setor Tornos, os produtos ficam na espera para o carregamento no setor Polimento. Devido a falta de organização das prateleiras que acondiciona os lotes para o setor Polimento os produtos que deveriam ser carregados não são visualizados. Não são separados por tamanho, por diversas vezes o operador do Polimento perde tempo na procura de itens para o agrupamento.				
4. Análise: O problema ocorre devido à falta de organização e identificação das prateleiras por tamanho, contribuindo para a perda de tempo e aumento da espera no setor Polimento.	6. Plano de ação (O que? Quem? Quando?):			
	Descrição	Responsável	Início:	Fim:
	Organizar as prateleiras de espera do setor Polimento por tamanho	Manutenção	Imediato	Não estipulado
	Confeccionar as placas de identificação dos tamanhos para as prateleiras	Equipe <i>Lean</i>		
	Tirar a mureta para o estaleiro do tamanho 18	Equipe <i>Lean</i>		
	Produzir suporte para acondicionamento das placas	Manutenção		
	7. Acompanhamento / Indicadores: Tempo de espera Polimento			

Fonte: Equipe *Lean*.

Foi proposta uma melhoria no *layout* de espera para o setor Polimento. A Figura 46 apresenta as melhorias através da gestão visual separando os lotes por tamanho para facilitar a identificação do operador do Polimento.

Figura 46 – Identificação por tamanho



Fonte: Disponibilizado pela empresa.

Após a confecção das placas para identificação dos tamanhos, a gestão visual facilitou tanto para o operador do setor Tornos, que acondiciona o lote produzido no lugar correto, como para o operador de Polimento, que consegue identificar com antecedência os lotes e tamanhos para agrupar e realizar o polimento.

Os resultados surgiram e o engajamento e a motivação de todos trouxeram o sucesso e a melhoria na organização. O setor Polimento, seguindo o mapa futuro, dedicou três tambores para a família de produtos, assim, através das melhorias propostas, a espera, o transporte e a movimentação desnecessária foram reduzidos.

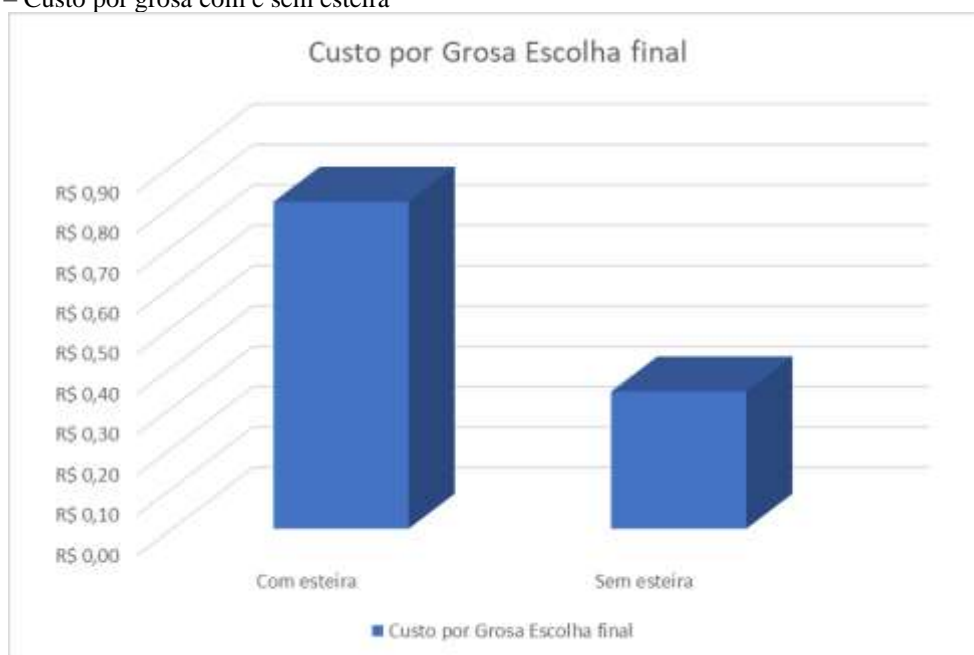
Diante da melhoria da qualidade do produto, a equipe identificou um superprocessamento no setor Escolha através de *kaizens*, visto que esse processo não faz mais sentido para o cliente.

Passar a família de produtos na esteira significa desperdício, então a partir de novembro de 2021 esse produto deixou de passar na esteira, sendo possível reduzir seus custos de produção e conseqüentemente torná-la mais competitiva.

O custo dos artigos da família analisada dentro do centro de custos Escolha Final era de R\$ 0,81 por grossa. Com a eliminação do desperdício de superprocessamento, o custo passou para R\$ 0,34 por grossa.

A Figura 47 mostra o impacto do *Lean* no custo do produto através da eliminação do desperdício de superprocessamento.

Figura 47 – Custo por grossa com e sem esteira



Fonte: Elaborado pelo autor.

O gráfico da Figura 47 demonstrou que a eliminação do desperdício de superprocessamento contribuiu na redução de 58% do custo no centro de custo Escolha, pois o setor realiza a contagem dos produtos diretamente sem a necessidade de passá-los na Esteira. O *lead time* para essa família de produtos passou para 4 dias.

Os desperdícios de espera no setor Escolha foram eliminados visto que a equipe que recebe os produtos do supermercado já realiza a contagem. Esse resultado só foi possível devido ao alto engajamento da equipe *Lean* identificando os desperdícios e consequentemente buscando reduzi-los e eliminá-los.

Na Figura 48 é possível identificar o resultado e a importância do processo de melhoria contínua. Através das práticas de redução dos desperdícios, os pedidos do supermercado não obtiveram atrasos e o *lead time* foi reduzido para 4 dias, o que impactou em todos os pedidos da empresa, visto que a média de pedidos atrasados em janeiro de 2022 reduziu significativamente comparada à dos outros anos.

Figura 48 – Pedidos entregues na data vs. pedidos atrasados



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados demonstrados na Figura 48 evidenciaram o impacto do supermercado e do sistema *kanban*. A partir desses resultados, a equipe identificou oportunidades para melhorar a programação e reuniões foram realizadas para definir uma programação semanal em substituição à programação diária, como era feita.

Os benefícios da implantação do *Lean Manufacturing* através do *framework* proposto por Deveras (2019) em PMEs foram fundamentais para aumentar a competitividade da empresa,

confirmando que a redução dos desperdícios e, conseqüentemente, a redução dos custos permitem às PMEs se tornarem mais competitivas.

Os impactos associados por Yadav et al. (2019) através da implantação do *Lean* nas PMEs foram alcançados na empresa objeto de estudo, sendo eles:

- Impactos operacionais: houve redução dos estoques intermediários devido à espera, melhoria na qualidade dos produtos, redução dos desperdícios identificados, aumento da flexibilidade através da redução dos lotes de produção e redução dos custos;
- Impactos financeiros: é importante ressaltar que o aumento do lucro está associado à redução dos custos de produção e horas extras, ao aumento da produtividade e à maior participação do mercado através do aumento da flexibilidade dos lotes de produção melhorando as vendas totais e o faturamento;
- Impactos sociais: melhoria da rotina do trabalho através da padronização das atividades, da gestão visual e do trabalho em equipe; o engajamento da equipe melhorou com maior comunicação e *feedback* assim como a capacitação dos funcionários através dos treinamentos realizados;
- Impactos ambientais: através da redução dos desperdícios e do aumento da eficiência, a empresa obteve economia de energia, porém estudos de longo prazo são necessários para avaliar para os impactos ambientais.

A equipe *Lean*, na busca de melhorar sempre, irá estender a implantação para outros produtos e áreas da empresa.

4.5.4 Extensão das práticas *Lean*

Segundo Deveras (2019), nesta etapa, após a implantação bem-sucedida, é necessário iniciar processos de extensão das práticas *Lean* para outros setores e processos com o objetivo de difundir cada vez mais os conhecimentos adquiridos. A autora relata a importância de implementar o método em outros setores que ainda não tenham sido afetados pela mudança.

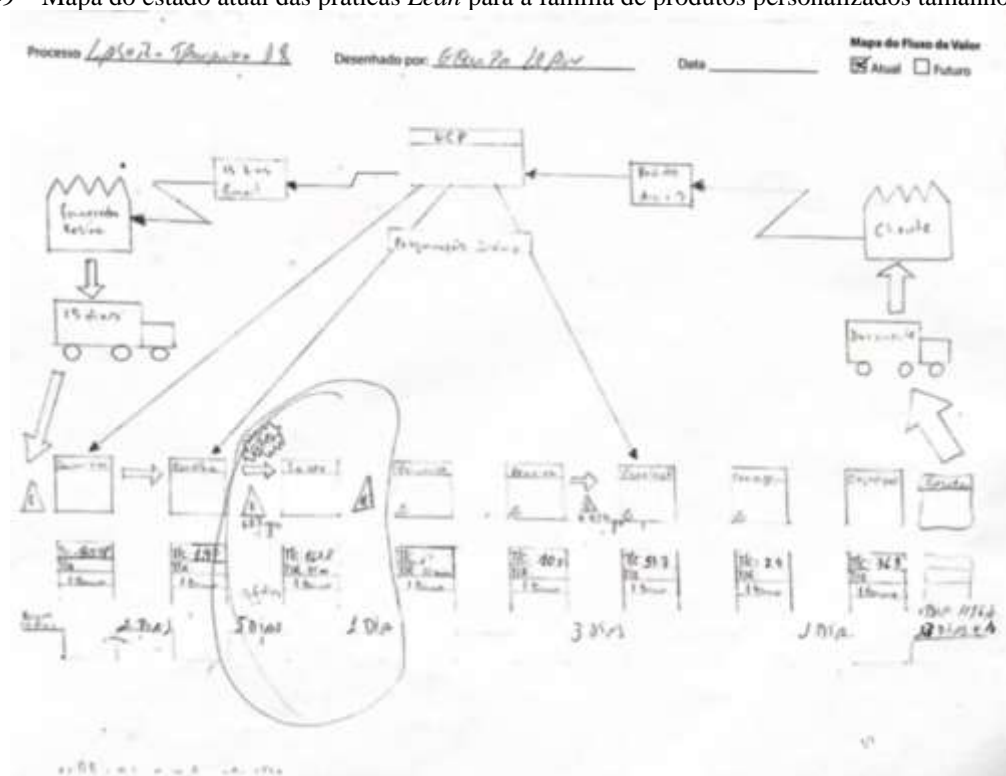
Seguindo os passos do *framework*, após os resultados obtidos pela equipe *Lean*, a motivação em trazer mais resultados na busca da melhoria contínua é fundamental, pois as lideranças precisam ter comprometimento de longo prazo. A equipe solicitou iniciar um novo estudo no setor Laser, onde a personalização dos produtos é realizada.

A Figura 49 apresenta o mapa do estado atual referente à extensão das práticas *Lean* para a família de produtos personalizados tamanho 18.

A Figura 49 representa um novo mapa do estado atual para outra família de produtos a ser analisada. A extensão das práticas *Lean* é fundamental para o sucesso da implantação, os resultados de curto prazo alcançados foram fundamentais para o engajamento tanto da direção da empresa como dos funcionários, visto que a gestão de curto prazo é característica da PMEs. É importante e fundamental ter visão de longo prazo para o sucesso na implantação do *Lean Manufacturing*, dado que a melhoria contínua é o foco da filosofia do *Lean*.

A equipe *Lean* se mobilizará para estender as práticas nos diversos setores e produtos da empresa. A identificação dos desperdícios no mapa atual para os produtos personalizados dá suporte para a busca da melhoria contínua, em virtude de vários problemas identificados.

Figura 49 – Mapa do estado atual das práticas *Lean* para a família de produtos personalizados tamanho 18



Fonte: Equipe *Lean*.

A Figura 50 demonstra a condução da reunião da equipe *Lean* onde foi realizado *kaizen* para sugestões e melhorias no fluxo analisado.

Figura 50 – Condução do *kaizen* pela equipe *Lean*



Fonte: Elaborado pelo autor.

É importante ressaltar que a sustentabilidade da implantação é primordial para o sucesso do *Lean Manufacturing*, além da participação dos diretores e da alta administração para que os esforços não sejam perdidos.

O engajamento da equipe e a mudança de percepção da empresa que os funcionários tiveram através da implantação do *Lean Manufacturing* foram expostos por meio de uma pesquisa realizada pela Great Place to Work (GPTW), uma empresa que certifica as melhores empresas para se trabalhar.

A pesquisa fornece um relatório e uma avaliação da empresa levando em conta a percepção dos funcionários sobre a área em que trabalham e os gestores diretos, tal como a visão geral da organização. Resulta na percepção dos funcionários em relação à empresa como um todo. Os resultados alcançados pela pesquisa estão ligados diretamente a implantação do *Lean Manufacturing*. A Figura 51 demonstra o índice de satisfação dos funcionários comparando os anos de 2021 e 2022.

Figura 51 – Índice de satisfação GPTW



Fonte: Disponibilizado pela empresa (relatório GPTW).

Os índices de satisfação da pesquisa evidenciam os impactos positivos do *Lean Manufacturing* em relação à liderança e à visão dos funcionários acerca da organização, visto que a gestão era ineficaz e não buscava o engajamento dos funcionários antes da implantação.

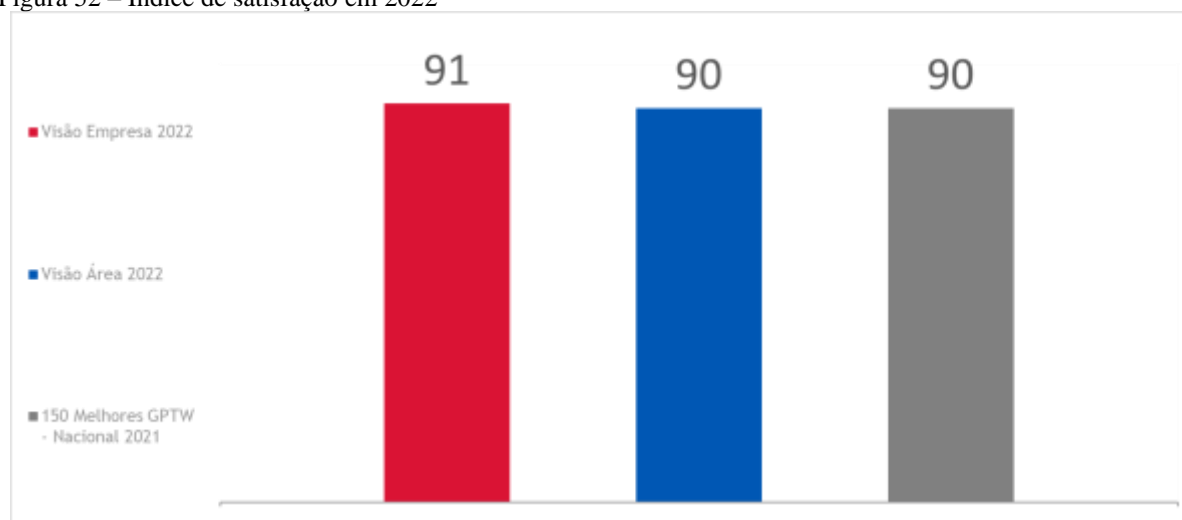
A pesquisa de 2021 foi a primeira realizada na empresa objeto de estudo. A evidência na melhoria e no engajamento da equipe e dos líderes em relação à comunicação necessitava ser ostentada. Guiaram-se a percepção e a mudança a partir dos resultados gerados no início da implantação com o 5S e a melhoria da gestão dos líderes. Em 2021 houve a participação de 96% dos funcionários e 94% em 2022.

Nota-se na Figura 51 a melhora do resultado em 2022, alcançando o índice 91 de satisfação em relação à visão da empresa. Credita-se essa melhora ao desenvolvimento dos líderes na gestão e na busca da melhoria contínua através da implantação do *Lean Manufacturing* e da realização de treinamentos.

Comentários dos funcionários como “oportunidades de crescimento e desenvolvimento”, “motivação diária”, “respeito mútuo entre os funcionários e gerência”, “confiança”, “limpeza e organização” e “espírito de equipe”, credenciam e evidenciam a importância do treinamento e do desenvolvimento pessoal que o *Lean Manufacturing* trouxe.

O resultado de 2022 destaca que a empresa está entre as melhores no ano de 2021, de acordo com gráfico apresentado pela empresa GPTW (Figura 52).

Figura 52 – Índice de satisfação em 2022



Fonte: Great Place to Work através pesquisa realizada na empresa do estudo.

Pelos resultados expostos nesta seção, ficou claro e evidente que a implantação do *Lean Manufacturing* através de um *framework* para as PMEs contribuiu para a melhoria da competitividade dessas empresas dando suporte e auxiliando na busca de melhores resultados.

As evidências práticas demonstram que o *framework* contribuiu para a solução dos problemas expostos no cerne das PMEs. Porém é necessário que as barreiras sejam gerenciadas a todo momento, visto que os esforços sejam mantidos a longo prazo. Para isso, é importante seguir a filosofia *Lean* buscando a melhoria contínua.

5 CONCLUSÃO

O *framework* de implantação do *Lean Manufacturing* proposto por Deveras (2019) se mostrou adequado para a PME estudada. O presente estudo contribuiu com evidências práticas de implantação dentro do contexto de uma PME. Os resultados alcançados e apresentados na seção anterior podem contribuir para as PMEs em geral na busca da implantação do *Lean Manufacturing*, corroborando com a literatura, visto que faltam evidências práticas de implantação do *Lean Manufacturing* nessas empresas.

Esta pesquisa trouxe o objetivo de implementar o *Lean Manufacturing* em uma PME e descrever os resultados práticos a partir do *framework* de Deveras (2019). Por certo, foi alcançado através da demonstração combinado com pesquisa-ação, validando o passo a passo da implantação, ferramentas aplicadas e resultados alcançados.

A melhora dos indicadores de produção na PME estudada, como por exemplo a redução do *lead time* e tempo de *setup*, sustenta que o *Lean Manufacturing* é uma filosofia que implementada contribuiu para a melhora da competitividade na empresa objeto de estudo, se tornando um excelente aliado para superar as dificuldades impostas pelo mercado, fornecendo mais flexibilidade e agilidade para os clientes.

A eliminação do desperdício de superprocessamento no setor de Escolha da família de produtos analisada, bem como redução de horas extras, ressalta a importância da implantação do *Lean Manufacturing* em relação aos impactos financeiros.

O treinamento foi fundamental para a implantação do *Lean*, visto que os funcionários da empresa objeto de estudo não possuíam conhecimento sobre o *Lean Manufacturing*. As reuniões durante todas as quartas-feiras aliado com os treinamentos e as apresentações dos resultados foram primordiais para mudança cultural dos líderes e funcionários. A comunicação clara e concisa foi indispensável para estabelecer confiança.

Iniciar o projeto de implantação do *Lean* com reuniões e participação dos diretores demonstrando o comprometimento se mostrou significativo.

Entretanto é ponderoso e fundamental destacar as dificuldades na implantação do *Lean* na PME objeto de estudo que ocorreram durante a implantação.

Conflitos relacionados à alguns processos que necessitava de mudanças foram expostos devido à falta de experiência da equipe.

Todavia as adoções práticas das ferramentas de melhorias e com os resultados obtidos essas objeções foram diminuindo. Nesse entremeio a liderança deve estar comprometida no desenvolvimento do projeto. Alguns líderes tiveram dificuldades de compreensão devido ao

baixo nível educacional. Precisaram ser realizados treinamentos individuais para sanar esse problema.

Barreiras de resistência para mudanças ficaram evidentes ao longo da implantação, principalmente no início do 5S. Alguns líderes pensavam que era somente uma ferramenta passageira e que logo iria voltar ao “normal”, além de alguns dificultar dizendo que o 5S era “caro” trazendo uma visão de dificuldade.

No entanto essas objeções foram eliminadas com os resultados nos setores Química e Tornos como limpeza, organização e o engajamento dos funcionários.

A definição da estratégia do negócio deve estar aliada com os propósitos operacionais, entretanto a mudança de foco da diretoria durante a implantação foi um problema que necessitava ser gerenciado. Em muitos momentos o autor do presente trabalho atuou fortemente no engajamento dos diretores, porém sempre com a intenção de manter a equipe operacional motivada e para perceberem que a direção estava comprometida que em muitas vezes faltou, como exemplo na inspeção do 5S e algumas reuniões de demonstração dos resultados. No entanto não impediu os resultados positivos.

Analisar a sustentabilidade da implantação a longo prazo avaliando a estrutura de acordo com a mudança cultural é importante para que os esforços sejam mantidos. Além de recompensar e incentivar a equipe com prêmios que reflete o reconhecimento dos esforços na implantação do *Lean* e redução dos desperdícios com melhores resultados. Na empresa objeto de estudo, incentivos não fazem parte da cultura organizacional, sendo este fator importante para que os resultados a longo prazo permaneçam, bem como o engajamento da equipe.

Alguns problemas relacionados a manutenção devem ser melhor gerenciados e melhorados; inserir o TPM para trazer confiabilidade e disponibilidade nos processos é importante para a sustentabilidade da implantação e visão de longo prazo.

Logo a empresa objeto deste estudo possui somente um funcionário para manutenção de toda fábrica, sendo necessário criar uma estrutura para aplicar o TPM.

Por fim, como apresentado no presente estudo, com os resultados obtidos através da implantação do *Lean Manufacturing*, é possível afirmar a efetividade do *framework* para guiar as PMEs na busca da implantação do *Lean*, sustentando que a implantação da filosofia é questão de sobrevivência dessas empresas.

5.1 Limitações do estudo

Os resultados do estudo se limitaram a uma única PME. É importante a implantação do *Lean Manufacturing* a partir do *framework* em outras PMEs, sendo significativo para a avaliação da sua aderência e constatação da generalização do seu uso.

Além do mais, sobre esta condição o estudo não detalhou e aprofundou as análises de aplicação de cada ferramenta do *Lean* aplicada na PME objeto de estudo. Justifica-se tal lacuna devido a proposta do presente estudo de implantar o *Lean Manufacturing* a partir do *framework* por completo seguindo os passos através da pesquisa-ação.

Sendo assim, para a pesquisa-ação, existe certa dificuldade para registrar os desdobramentos da pesquisa no relatório. Para superar essa dificuldade, é necessário fazer uma redução dos dados para torná-los apresentáveis, visando facilitar a análise e as discussões.

No entanto, o detalhamento de cada ferramenta não prejudica a generalização do *framework* para implantar o *Lean Manufacturing* em outras PMEs, visto que as ferramentas devem ser adaptadas de acordo com cada organização.

5.2 Recomendações para futuros estudos

Apesar dos resultados positivos alcançados, a sustentabilidade da implantação do *Lean Manufacturing* deve ser analisada. No entanto, devido a limitação do prazo desta pesquisa, esta análise não foi realizada.

Além do mais, é necessário mais estudos que traz resultados práticos do *framework* de implantação do *Lean Manufacturing* em outras PMEs, tais como:

- Avaliar os indicadores *Lean* buscando os impactos financeiros de implantação a longo prazo;
- Implantar a estrutura em outras PMEs para comparar os resultados;
- Avaliar a sustentabilidade do *framework* a longo prazo.

REFERÊNCIAS

- ALKHORAIF, A.; RASHID, H.; MCLAUGHLIN, P. Lean implementation in small and medium enterprises: Literature review, **Operations Research Perspectives**, 2019.
- ALMANEI, M.; SALONITIS, K.; XU, Y., Lean implementation frameworks: the challenges for SMEs, **Procedia CIRP**, 63, p. 750 – 755, 2017.
- ALMANEI, M.; SALONITIS, K.; TSINOPOULOS, C. A conceptual lean implementation framework based on change management theory, **Procedia CIRP**, 72, p. 1160-1165, 2018.
- ANTOSZ, K.; DOROTA, S. Lean Philosophy Implementation in SMEs–Study Results. **Procedia Engineering**, 182, p. 25–32, 2017.
- BASTOS, A. L. A.; MARTINI, M.; FERREIRA, E. Avaliação do Desempenho de um Layout Celular sob a Ótica dos Sete Desperdícios. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, IV, 2014, Ponta Grossa. **Anais**, Paraná: APREPRO, 2014. p. 1-10.
- BELHADI, A.; TOURIKI, F. E.; FEZAZI, S. EL. A Framework for Effective Implementation of Lean Production in Small and Medium-sized Enterprises. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 9, n. 3, p. 786–810, 2016.
- BELHADI, A.; SHA'RI, M., B., Y.; TOURIKI, E. F.; FEZAZI, S. EL. Lean Production in SMEs: Literature review and reflection on future challenges. **Journal of Industrial and Production Engineering**, 2018.
- BHAMU, J.; SANGWAN, S., K. A framework for lean manufacturing implementation, **Int. J. Services and Operations Management**, v. 25, n. 3, 2016.
- BUEHLMANN, U.; FRICKE, F., C. Benefits of Lean transformation efforts in small-and medium-sized enterprises. **Production & Manufacturing Research**, v. 4, n. 1, pag. 114-132, 2016.
- BNDES, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **Quem pode ser cliente**. [s.d.]. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/guia/quem-pode-ser-cliente/>. Acesso em: 28 fev. 2022.
- DAS, B.; VENKATADRI, U.; PANDEY, P. Applying Lean Manufacturing system to improving productivity of airconditioning coil Manufacturing. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, p. 307–323, 2014.
- DEVERAS, M.; A. **Proposta de Implementação do Lean Manufacturing em indústrias de Pequeno Porte**. Dissertação de Mestrado, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2019.
- DOMBROWSKI, U.; CRESPO, I.; ZAHN, T. Adaptive Configuration of a Lean Production System in Small and Medium-sized Enterprises. **Production Management**, 4:341–348, 2010.
- ELKHAIRI, A.; FEDOUAKI, F.; EL ALAMI, S. Barriers and Critical Success Factors for Implementing Lean Manufacturing in SMEs. **IFAC PapersOnLine** 52-13, p. 565–570, 2019.

GODINHO FILHO, M. G.; GANGA, G. M. D.; GUNASEKARAN, A. Lean Manufacturing in Brazilian small and medium enterprises : implementation and effect on performance. **International Journal of Production Research**, v. 7543, n. June, 2016.

KASSAI, S. As Empresas de Pequeno Porte e a Contabilidade. **Caderno de Estudos, São Paulo, FIPECAFI**, v.9, n.15, p.60-74, 1997.

KUMAR, S. C.; PANNEERSELVAM, R. Literature review of JIT-KANBAN system. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**. v. 32, p. 393–408, 2007.

LACERDA, A. P.; XAMBRE, A. R.; ALVELOS, H. M. Applying Value Stream Mapping to eliminate waste: a case study of an original equipment manufacturer for the automotive industry. **International Journal of Production Research**, v. 54, n. 6, p. 1708–1720, 2016.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. [s.l.] Bookman Editora, 2005.

MANE, A. M.; JAYADEVA, C. T. 5S implementation in Indian SME: a case study. **International Journal of Process Management and Benchmarking**, v. 5, n. 4, p. 483, 2015.

MARTINS, P. G; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. São Paulo : Saraiva, 2 ed., 2005. 562 p.

MARTINS, F. G. J. **Proposta de método para classificação do porte das empresas**. Dissertação de Mestrado, Universidade Potiguar, Rio Grande do Norte, 2014.

MELLO, C. H. P.; TURRIONI, J. B.; XAVIER, A. F.; CAMPOS, D. F. Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução. **Revista Produção**, v. 22, n.1, p. 1-13, 2012.

MELTON, T. What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. **Chemical Engineering Research and Design**, v. 83, p. 662–673, 2005.

MOEUF, A.; TAMAYO, S.; LAMOURI, S.; PELLERIN, R.; LELIEVRE, A. Strengths and weaknesses of small and medium sized enterprises regarding the implementation of lean manufacturing. **IFAC-PapersOnLine**, 49-12, P. 071–076, 2016.

MOSTAFA, S.; DUMAK, J.; SOLTAN, H. A framework for lean manufacturing implementation. **Production & Manufacturing Research: An Open Access Journal**, v. 1, p. 44-64, 2013.

MUNTEANU, V. STEFĂNIGĂ, A. Lean Manufacturing in SMEs in Romania. **Procedia – Social and Behavioral Sciences**, 238, p. 492-500, 2018.

NARUSAWA, T.; SHOOK, J.; **Kaizen Express: Fundamentos para a sua jornada lean**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2019.

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

OHNO, T. **Toyota production system – beyond large-scale production**. Portland: Productivity, 1988.

PATHANIA, A.; KUMAR, R.; ROJHE, K.; GOEL, B.; AGGARWAL, S.; MAHTO, D. Value stream mapping – Panacea for lead time reduction in ferrite core industry. **Materials Today: Proceedings**, 2021.

PEARCE, A.; PONS, D.; NEITZERT, T. Implementing lean – Outcomes from SME case studies. **Operations Research Perspectives**, 5, p. 94-104, 2018.

PETER, K.; LANZA, G. Company-specific quantitative evaluation of Lean production methods. **Production Engineering**, v. 5, n. 1, p. 81–87, 2011.

RAHMAN, N. A. A.; SHARIF, S. M.; ESA, M. M. Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation. **Procedia Economics and Finance**, 7, p. 174-180, 2013.

RAMAKRISHNAN, V.; JAYAPRAKASH, J.; ELANCHEZHIAN, C.; VIJAYA, R. B. Implementation of Lean Manufacturing in Indian SMEs – A case study. **Materials Today: Proceedings**, 16 p. 1244-1250, 2019.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2018.

ROTHER, M.; HARRIS, R. **Criando Fluxo Contínuo: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2016.

RYMASZEWSKA, A. D. The challenges of Lean Manufacturing implementation in SMEs. **Benchmarking: An International Journal**, v. 21, n. 6, p. 987–1002, 2014.

SAMPIERE, H.R.; COLADO, F.C., LUCIO, B.P. M. **Metodologia de pesquisa**. 5ª ed, Porto Alegre, Penso, 2013.

SABADKA, D.; MOLNAR, V.; FEDORKO, G. The Use Of Lean Manufacturing Techniques – SMED Analysis To Optimization Of The Production Process. **Research Journal**, v. 11, n. 3, p. 187-195, 2017.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Anuário do Trabalho na Micro e Pequena Empresa**, 2013. Disponível em: https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Anuario%20do%20Trabalho%20Na%20Micro%20e%20Pequena%20Empresa_2013.pdf. Acesso em: 28 Fevereiro 21.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Observatório Internacional SEBRAE**, 2016. Disponível em: <http://ois.sebrae.com.br/wp-content/uploads/2016/04/Brasil-uv-abril-20162.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2021.

SINGH, B.; GARG, S. K.; SHARMA, S. K. Value stream mapping: literature review and implications for Indian industry. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 53, p. 799-809, 2011.

SMALLEY, A. **Criando o Sistema Puxado Nivelado: Um guia para aperfeiçoamento de sistemas lean de produção, voltados para profissionais de planejamento, operações, controle e engenharia**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2016.

SHAH, R.; WARD, P. T. Defining and developing measures of lean production. **Journal of Operations Management**, 25, p. 785-805, 2007.

SHAH, R.; WARD, P. T. Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. **Journal of Operations Management**, v. 21, p. 129-149, 2003.

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

SHINGO, S. **Sistema de Troca Rápida de Ferramenta: Uma Revolução nos Sistemas Produtivos**. Porto Alegre, Bookman, 2000.

SHOOK, J. **Gerenciando para o aprendizado: Usando o processo de gestão A3 para resolver problemas, promover alinhamento, orientar e liderar**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2019.

SUNDAR, R.; BALAJI, A.N.; SATHEESHKUMAR, R. M. A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques. **Procedia Engineering**, 97, p. 1875-1885, 2014.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção: estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas**. 2012. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2012.

WERKEMA, C. **Lean Seis Sigma: Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROOS, D. **A Máquina que Mudou o Mundo**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

YADAV, V.; JAIN, R.; MITTAL, L., M.; PANWAR, A.; LYONS, C., A. The Propagation of lean thinking in SMEs, **Production Planning & Control**, v. 30, p. 854-865, 2019.

YUIK, J., C.; PUVANASVARAN, P. Development of Lean Manufacturing Implementation Framework in Machinery and Equipment SMEs, **International Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 11, p. 157-169, 2020.

YUSOF, M., S.; ASPINWALL, E. Total quality management implementation frameworks: Comparison and review, **Total Quality Management**, v. 11:30, p. 281-294, 2000.