

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E
SISTEMAS

ANDRESSA MAYARA DEVERAS

PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DO *LEAN MANUFACTURING* EM INDÚSTRIAS
DE PEQUENO PORTE

PATO BRANCO

2019

ANDRESSA MAYARA DEVERAS

**PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DO *LEAN MANUFACTURING* EM
INDÚSTRIAS DE PEQUENO PORTE**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Área de concentração: Gestão dos Sistemas Produtivos

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Gonçalves Trentin

PATO BRANCO

2019

D493p Deveras, Andressa Mayara.
Proposta de implementação do lean manufacturing em indústrias de pequeno
porte / Andressa Mayara Deveras. – 2019.
81 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Gonçalves Trentin
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas.
Pato Branco, PR, 2019.
Bibliografia: f. 74 - 79.

1. Produção enxuta. 2. Pequenas e médias empresas. 3. Planejamento
empresarial. I. Trentin, Marcelo Gonçalves, orient. II. Universidade Tecnológica
Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e
Sistemas. III. Título.

CDD 22. ed. 670.42



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Pato Branco
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
*Programa de Pós-Graduação em Engenharia de
Produção e Sistemas*



TERMO DE APROVAÇÃO DE DISSERTAÇÃO Nº50

A Dissertação de Mestrado intitulada **“Proposta de implementação do *lean manufacturing* em indústrias de pequeno porte”**, defendida em sessão pública pela candidata **Andressa Mayara Deveras**, no dia 20 de fevereiro de 2019, foi julgada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, área de concentração Gestão dos Sistemas Produtivos, e aprovada em sua forma final, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Marcelo Gonçalves Trentin - Presidente - UTFPR

Prof. Dr. Glauco Garcia Martins Pereira da Silva - UFSC

Prof. Dr. Dalmarino Setti - UTFPR

A via original deste documento encontra-se arquivada na Secretaria do Programa, contendo a assinatura da Coordenação após a entrega da versão corrigida do trabalho.

Pato Branco, 03 de abril de 2019.

Carimbo e assinatura do Coordenador do Programa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Marcelo Gonçalves Trentin, por todo o conhecimento compartilhado e auxílio durante a jornada do mestrado.

Aos professores Dr. Dalmarino Setti e Dr. Glauco Garcia Martins Pereira da Silva, pelas contribuições ao trabalho e pela disponibilidade em compor a banca de avaliação.

A todos os professores e colaboradores do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas – PPGEPS.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos durante o período do mestrado.

A empresa do estudo de caso, que abriu suas portas para que pudesse ser realizado o estudo.

A minha família e amigos que sempre estiveram apoiando nos momentos difíceis.

RESUMO

DEVERAS, Andressa Mayara. Proposta de implementação do *Lean Manufacturing* em indústrias de pequeno porte. 2019. 81 f. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2019.

A redução dos custos de produção vem sendo amplamente utilizada pelas empresas como forma de aumentar sua competitividade. A estratégia *Lean Manufacturing* acompanha essa necessidade visando reduzir desperdícios nos processos produtivos e, assim, aumentando o valor agregado. As empresas de pequeno porte se diferenciam das grandes empresas pois possuem maiores dificuldades para introduzir mudanças, associar conceitos e aceitar a necessidade de transformação para permanecerem competitivas no mercado. No entanto, as PME's também podem se beneficiar com a utilização da metodologia *Lean*, que consiste em uma mudança de mentalidade, buscando a satisfação do cliente e a diminuição do custo gerado pelas perdas decorrentes dos processos de fabricação. O objetivo deste estudo foi desenvolver uma proposta de implementação do *Lean Manufacturing* aplicável às empresas de pequeno porte do setor metalmeccânico, criando assim um instrumento que possibilite a implantação destas práticas de produção. Inicialmente foi realizada uma ampla revisão de literatura, com o propósito de constatar e analisar os principais métodos de implementação existentes, bem como identificar as abordagens e ferramentas mais apropriadas para o contexto das PME's. A proposta consiste em uma estrutura de implementação baseada em trabalhos encontrados na literatura, onde a estrutura proposta se divide em algumas fases principais: (i) pré-implementação, (ii) implementação e (iii) pós-implementação. A estrutura proposta foi avaliada por especialistas da área que a subdividiram em etapas seguindo a metodologia PDCA. Após, uma estrutura final de análise foi aplicada em uma empresa fabricante de painéis de alumínio, localizada no sudoeste do Paraná. Diante de uma situação real, foi possível identificar problemas e desperdícios existentes, propondo medidas e soluções para a obtenção de melhoria contínua dentro desse contexto. Os resultados preliminares demonstraram que a estrutura final possui viabilidade de implantação na empresa, podendo colaborar para o desenvolvimento de uma cultura *Lean* capaz de aprimorar seus processos.

Palavras-chave: *Lean Manufacturing*, implementação, PME's

ABSTRACT

DEVERAS, Andressa Mayara. Lean Manufacturing implementation proposal for small industries. 2019. 81 f. Master's Degree Dissertation in Production System Engineering. Federal Technology University - Parana. Pato Branco, 2019.

The reduction of production costs has been widely used by companies as a way to increase their competitiveness. The Lean Manufacturing strategy accompanies this need in order to reduce waste in the production processes and, thus, increase the added value. Small companies differ from large companies because they have greater difficulties in introducing changes, associating concepts and accepting the need for transformation to remain competitive in the market. However, SMEs can also benefit from using the Lean methodology, which is a change of mindset, seeking customer satisfaction and reducing the cost generated by manufacturing process losses. The objective of this study was to develop a proposal for the implementation of Lean Manufacturing applicable to small companies in the metalworking sector, thus creating an instrument that allows the implementation of these production practices. Thereby, a broad literature review carried out, in order to verify and analyze the main existing implementation methods, as well as to identify the most appropriate approaches and tools for the context of SMEs. The proposal consists of an implementation structure, based on papers found in the literature, and the pilot structure divided into some main phases: (i) pre-implementation; (ii) implementation and (iii) post-implementation. The pilot structure went through an evaluation process, where area specialists were able to evaluate and make considerations, resulting in a proposed structure. According to the contributions made by the specialists, the structure subdivided into stages according to the PDCA methodology. It was then partially applied in a case study accomplished in an aluminum cookware manufacturer, located in the southwest of Paraná. Through the application, it was possible to visualize a real situation, identifying existing problems and wastes, proposing actions and solutions to obtain continuous improvement within this context. The preliminary results show that the proposed structure has a feasibility of implantation in the company, thus being able to collaborate for the development of a Lean culture, improving its operations in general.

Keywords: *Lean Manufacturing*, implementation, SME's

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Casa do Sistema Toyota de Produção	18
Figura 2 – Etapas da metodologia de pesquisa do trabalho.....	31
Figura 3 – Estrutura da linha de produção.....	51
Figura 4 – Diagrama de causa-efeito – exemplo dos discos na prensa	55
Figura 5 – Diagrama de árvore	55
Figura 6 – Sistema puxado com base em supermercado	60
Figura 7 – Mapa do fluxo de valor do estado atual	61
Figura 8 – Divisão da implementação	65
Figura 9 – Exemplo de lista de verificação	67

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resumo dos dados da revisão bibliográfica sobre implementação do <i>Lean Manufacturing</i>	22
Quadro 2 – Artigos sobre implementação do <i>Lean Manufacturing</i> (continua).....	22
Quadro 3 – Análise dos resultados da revisão bibliográfica sobre implementação do <i>Lean Manufacturing</i> (continua).....	23
Quadro 4 – Análise dos resultados da revisão bibliográfica sobre implementação do <i>Lean Manufacturing</i> em PME's	28
Quadro 5 – Estrutura de implementação proposta (continua)	32
Quadro 6 – Especialistas consultados para análise da estrutura proposta	39
Quadro 7 – Avaliação da estrutura de implementação proposta	40
Quadro 8 – Avaliação da estrutura proposta (continua)	41
Quadro 9 – Estrutura de implementação final – sugestões dos especialistas incorporadas	43
Quadro 10 – Exemplo de um <i>brainstorming</i> para identificar problemas na empresa (continua)	53
Quadro 11 – Desperdícios identificados com o mapa do estado atual (continua).....	56
Quadro 12 – Desperdícios identificados com o mapa do estado atual	62
Quadro 13 – Desperdícios identificados com o mapa do estado atual	66
Quadro 14 – Atividades <i>kaizen</i>	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LM	<i>Lean Manufacturing</i>
PME's	Pequenas e Médias Empresas
MFV	Mapeamento do Fluxo de Valor
STP	Sistema Toyota de Produção
SMED	<i>Single-minute Exchange of Dies</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
WIP	<i>Work in Process</i>
TAV	Tempo de agregação de valor
TNAV	Tempo de não agregação de valor
CEP	Controle Estatístico de Processo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA	14
1.2	OBJETIVO GERAL	14
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.4	JUSTIFICATIVA	15
1.5	DELIMITAÇÃO	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	17
2.2	<i>LEAN MANUFACTURING</i>	18
2.2.1	Ferramentas <i>Lean</i>	20
2.2.2	Implementação do <i>Lean Manufacturing</i>	21
2.2.3	<i>Lean Manufacturing</i> nas pequenas e médias empresas	28
3	METODOLOGIA DE PESQUISA	30
3.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	30
3.2	ESTRUTURA METODOLÓGICA	30
3.2.1	Estrutura de implementação proposta	32
3.2.2	Avaliação da estrutura de implementação proposta	35
3.2.3	Estrutura de implementação final	35
3.2.4	Estudo de caso em uma PME	36
3.2.5	Resultados do estudo de caso	37
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	38
4.1	AValiação da estrutura	38
4.2	ESTRUTURA DE IMPLEMENTAÇÃO FINAL	42
4.2.1	Fase 1 – Planejar	44
4.2.2	Fase 2 – Executar	44
4.2.3	Fase 3 – Checar	46

4.2.4 Fase 4 – Agir	47
4.3 ESTUDO DE CASO EM UMA PME.....	47
4.3.2 Resultados do estudo de caso	48
4.3.2.1 Planejar.....	48
4.3.2.2 Executar.....	49
4.3.2.3 Checar.....	67
4.3.2.4 Agir.....	67
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
REFERÊNCIAS	73
APÊNDICE A – Mapa do Fluxo de Valor Atual	79
APÊNDICE B – Mapa do Fluxo de Valor Futuro	80

1 INTRODUÇÃO

As empresas contemporâneas necessitam de novas tecnologias e desenvolvimento dos processos de fabricação capazes de operar de maneira rápida e competitiva, mas gerando poucas falhas. Além disso, existe a necessidade de melhoria nos processos produtivos, onde muitos gestores começaram a procurar medidas para melhorar a qualidade de seus produtos e reduzir os custos de fabricação (XIAO *et al.*, 2013; INTRA; ZAHN, 2014). A fim de alcançar esses objetivos, muitas empresas vêm utilizando as ferramentas do *Lean Manufacturing* que, segundo Sharma *et al.* (2016), apresenta-se como uma das estratégias de melhoria de desempenho mais aceitas no mundo.

O termo *Lean Manufacturing* (LM) se disseminou no ocidente após o a publicação do livro “A Máquina que Mudou o Mundo”, nos anos 90. O livro baseia-se nos estudos realizados pelo MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) no IMVP (*International Motor Vehicle Program*), em que foram abordadas as técnicas originadas na Toyota Motor Company após a Segunda Guerra Mundial (WOMACK; JONES; ROOS, 1990). Para que as empresas se tornem mais lucrativas, muitos fabricantes vêm se utilizando das práticas do LM, tornando-se mais responsivos às demandas dos clientes e reduzindo o desperdício, pois sua principal estratégia é produzir produtos e serviços com o menor custo e atender aos prazos exigidos pelos clientes de maneira satisfatória (BHAMU; SANGWAN, 2014).

A aplicação do LM vem sendo amplamente utilizada nos últimos anos em diferentes tipos de indústrias. Seus principais objetivos são atender a demanda do cliente reduzindo o desperdício e estoques, produzindo de forma econômica produtos de qualidade (AHMAD, 2013; BHAMU; SHAIENDRA KUMAR; SANGWAN, 2012). Está relacionado à eliminação de desperdícios de qualquer espécie (material ou trabalho) por meio da aplicação de ferramentas que proporcionam também a redução ou minimização da variabilidade em processos internos, clientes e fornecedores (SHAH; WARD, 2007).

Na atualidade, a aplicação do LM é reconhecida pela importância de seus conceitos, que auxiliam fortemente as empresas a competir (GODINHO FILHO; BARCO, 2015). As práticas *Lean* se originaram na indústria automobilística, no entanto, sua implementação vêm apresentando um impacto significativo em empresas de outros setores, como em empresas de vestuário (SUKWADI; WEE; YANG, 2013), alta tecnologia (WANG, 2008), aeroespacial (EHRET; COOKE, 2010), aviação (KUMAR BR; SHARMA; AGARWAL, 2015), saúde (COSTA; GODINHO FILHO, 2016; HENRIQUE *et al.*, 2016), indústria alimentícia (PARMAR; THANKI, 2014; RAMLAN *et al.*, 2017), entre muitos outros.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

As PME's enfrentam frequentemente desafios por consequência da sua falta de conhecimento sobre os métodos de produção. De maneira recorrente, nota-se um certo conforto na utilização dos mesmos métodos produtivos durante muitos anos, especialmente no caso de empresas familiares onde o proprietário detém todas as atividades de gestão da produção e administrativa, necessitando de um sistema de gestão específico (RYMASZEWSKA, 2014). Hoje no mercado mundial, estas empresas podem competir internacionalmente, o que exige maior controle, qualificação e aprimoramento, tanto de gestão quanto em eficiência de processo (DOMBROWSKI; CRESPO; ZAHN, 2010). Segundo o trabalho de Neto e Barbosa (2017), as atividades de melhoria contínua são responsáveis pela preservação de contratos e aquisição de encomendas com clientes internacionais.

Sendo assim, é importante que sejam desenvolvidos estudos específicos em empresas de pequeno porte, pois os estudos existentes concentram-se em grandes empresas e os resultados podem não estar coerentes com a realidade das pequenas e médias empresas (PME's) (THÜRER *et al.* 2013). Nos países emergentes como o Brasil, o desenvolvimento de estudos para as PME's é de grande valia, visto a importância dessas organizações na economia global, podendo ser considerada uma significativa oportunidade de pesquisa (FILHO; GANGA; GUNASEKARAN, 2016).

1.2 OBJETIVO GERAL

Este projeto objetivou desenvolver uma estrutura para a implementação do *Lean Manufacturing* aplicável a empresas de pequeno porte, criando assim um instrumento que possibilite a implantação destas práticas de produção em empresas com características específicas, distantes da realidade das empresas de grande porte

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para que se cumpra o propósito deste trabalho, faz-se necessário delimitar os objetivos específicos para que seja possível responder à pergunta de pesquisa e atingir o objeto final. Define-se então os objetivos específicos:

- (i) Analisar os principais métodos de Implementação do *Lean Manufacturing* em pequenas e médias empresas, com base na literatura existente;
- (ii) Identificar as abordagens e ferramentas *Lean* mais apropriadas para as empresas de pequeno porte;
- (iii) Aplicar a estrutura proposta em uma empresa de pequeno porte adequando-se a sua realidade, tornando possível a implementação de modificações que visem a melhoria contínua.

1.4 JUSTIFICATIVA

A utilização do LM já é bastante difundida e vem sendo adaptada nas mais diversas indústrias nas últimas décadas. Muitos gestores vêm obtendo bons resultados utilizando suas técnicas que ajudam a eliminar desperdícios gradualmente, sendo o *Lean Manufacturing* e suas ferramentas os grandes responsáveis pela melhoria de eficiência nas empresas (MANE; JAYADEVA, 2015). Apesar da crescente implementação desta metodologia no Brasil, suas descrições e avaliações na literatura são limitadas (FILHO; GANGA; GUNASEKARAN, 2016).

As pequenas e médias empresas possuem uma função fundamental nas economias em desenvolvimento, pois além de contribuir para o crescimento do potencial econômico, auxiliam também na redução da pobreza e geração de empregos (GHARAKHANI; MOUSAKHANI, 2012). De acordo com o SEBRAE (2011), elas são responsáveis por mais da metade dos empregos formais no Brasil. Se forem adicionados os empregos que os empresários criam para si mesmos, pode-se afirmar que esse valor corresponde por pelo menos, dois terços dos empregos existentes no setor privado na economia brasileira. Portanto, a sobrevivência dessas organizações é uma condição indispensável para o desenvolvimento econômico do país.

O resultado da participação das pequenas empresas no Brasil é considerado otimista, pois em 10 anos (2001 a 2011) o percentual de participação das pequenas empresas cresceu de 23,2% para 27%, ou seja, em 2011 mais de um quarto do PIB brasileiro foi produzido pelos pequenos negócios (SEBRAE, 2014). As empresas médias representam 24,5% do PIB da indústria, seguidas pelas pequenas empresas, que já alcançam a marca de 22,5%. Portanto, é possível afirmar que, somadas as pequenas e médias empresas no setor industrial, estas representam quase 50% do PIB deste segmento.

O Paraná está classificado na quarta posição do PIB nacional e sua economia vem crescendo nos últimos anos. Isso se deve ao foco na agricultura, pecuária, mineração, extrativismo vegetal e na indústria, que tiveram grande expansão recentemente (FIEP, 2016). A região sudoeste detém um importante polo de empresas do ramo de fabricação de utensílios de alumínio, que estão organizadas em um Arranjo Produtivo Local (APL). Estas tem um grande impacto no desenvolvimento econômico da região, gerando pelo menos 1000 empregos diretos (FIEP, 2018).

As pequenas e médias empresas provavelmente encontrarão dificuldades ao tentar aplicar o sistema inventado e desenvolvido pela Toyota. Dessa forma, é possível evidenciar que o êxito da implantação do LM depende das características de cada empresa, pois existe a necessidade de adaptações para cada quadro organizacional, tecnológico e ambiente externo à organização (PETER; LANZA, 2011; RYMASZEWSKA, 2014). As principais dificuldades para implantar o LM são a resistência das pessoas e a dificuldade em se adaptar os conceitos e suas práticas (SAURIN; RIBEIRO; MARODIN, 2010).

Desta forma, a elaboração de uma estrutura de implementação focada no contexto e características das PME's é de grande valia, visto a importância das mesmas no cenário industrial atual. O grande desafio é conhecer os princípios, ferramentas e práticas de implementação e aplicá-los com sucesso dentro das empresas (BELHADI; TOURIKI; FEZAZI, 2016).

1.5 DELIMITAÇÃO

Este trabalho tem como foco o segmento de indústrias de pequeno porte, sem extrapolar para empresas de porte maior, ou mesmo de outros ramos. Apesar dos conceitos serem abrangentes e as ferramentas serem difundidas, deve-se observar as particularidades dos conceitos caso se deseje ultrapassar essas delimitações.

O estudo está concentrado nas dificuldades encontradas no segmento explicitado, sendo que a proposta foi realizada com base na literatura e exemplificada em um estudo de caso em uma empresa de características específicas. Os resultados obtidos não podem ser diretamente utilizados em outras empresas, visto que não se trata de um estudo generalizado.

O estudo de caso limitou-se ao principal produto produzido pela empresa em questão, sendo este as painéis de pressão de 4,5 litros, pois a mesma é responsável por aproximadamente 70% de todo o faturamento da empresa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

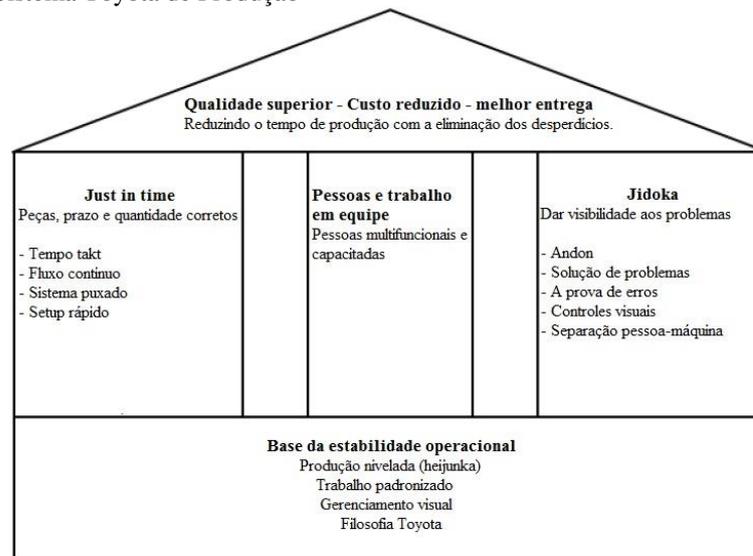
O Sistema Toyota de Produção (STP) surgiu após a década de 40, baseado no desejo de produzir em um fluxo contínuo que não dependesse de longos períodos de produção para ser eficiente. Fundamentou-se no conhecimento de que apenas uma fração do tempo total e do esforço para processar o produto agregava valor ao cliente final, sendo totalmente o oposto de como as empresas ocidentais vinham trabalhando (MELTON, 2005).

Nesse período, a indústria automobilística era basicamente a indústria de produção em massa, que se baseava em uma linha de montagem contínua que permitia a fabricação de um número elevado de automóveis a baixo custo, com baixa diversidade de produtos. De maneira oposta à produção em massa de Henry Ford, a Toyota teve seu foco na qualidade e diversidade de produtos (LACERDA; XAMBRE; ALVELOS, 2016). O STP tornou-se a base de uma filosofia de gestão hoje conhecida como *Lean Manufacturing*, cujo objetivo principal é maximizar o valor para o cliente através da eliminação dos desperdícios ligados à produção (WOMACK; JONES, 2003).

Segundo Liker (2005), o diagrama de uma casa é a melhor simplificação para representar o STP e tornou-se um dos símbolos mais reconhecíveis na fabricação contemporânea, conforme ilustrado na Figura 1. A justificativa da sua utilização como representação é porque ela é um sistema estrutural forte apenas se o telhado, pilares e base também forem fortes. Qualquer rompimento nesse elo é capaz de enfraquecer todo o sistema.

Existem diversas versões desta casa, no entanto, os princípios fundamentais permanecem os mesmos. No telhado da casa tem-se os objetivos, que são a melhor qualidade, o menor custo em um menor tempo de entrega. O telhado está sustentado em três pilares, sendo os dois externos referentes ao *just in time*, que garante peças, prazos e quantidades corretas e ao *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, necessidade de trabalhos padronizados, estáveis e confiáveis, gerenciamento visual e utilização de ferramentas da filosofia Toyota (LIKER, 2005).

Figura 1 – Casa do Sistema Toyota de Produção



Fonte: Adaptado de Liker (2005)

2.2 LEAN MANUFACTURING

No início dos anos 90, Womack, Jones e Roos (1990) introduziram o termo “*Lean*” como o novo paradigma de fabricação baseado nos objetivos fundamentais do Sistema Toyota de Produção, que visa minimizar continuamente o desperdício para maximizar o fluxo. Pode ser definido como “uma maneira de fazer mais com menos”. Isso significa redução do esforço humano, de equipamentos, tempo e espaço. O intuito é aumentar a conscientização sobre as perdas em vários níveis do sistema produtivo e trabalhar para eliminá-las, fornecendo aos clientes exatamente o que eles solicitam (SINGH *et al.*, 2010; VINODH; ARVIND; SOMANAATHAN, 2010).

Sendo assim, para resumir o pensamento *Lean*, Womack, Jones e Roos (1990) definiram cinco princípios básicos: valor, cadeia de valor, fluxo da cadeia de valor, produção puxada e busca da perfeição. Segundo Rodrigues (2013) e Das, Venkatadri e Pandey (2014) esses princípios são definidos como:

- a) Valor: o valor de um produto só pode ser definido pelo cliente quando for expresso em forma de um produto, bem ou serviço, sendo essencial que atenda a todas as necessidades e expectativas do cliente final.
- b) Cadeia de valor: deve-se conhecer todo o caminho que um determinado produto percorre, analisar os processos para determinar quais realmente agregam valor.
- c) Fluxo da cadeia de valor: é o responsável por definir, delimitar e fazer a gestão dos estoques em pequenos lotes ao longo das etapas de processamento.

- d) Produção puxada: busca-se uma produção nivelada em toda a cadeia, com fluxo contínuo, eficaz e pequenos lotes, para que se ganhe com a redução dos excessos de produção.
- e) Busca da perfeição: o objetivo principal aqui é melhorar todo o processo produtivo de maneira permanente e contínua, buscando a eliminação total de desperdícios.

O LM está focado em eliminar todos os tipos de desperdícios do sistema produtivo. Os desperdícios são todas as atividades que empregam recursos, mas que não contribuem para aumentar o valor do produto que é entregue ao cliente (OHNO, 1997). Podem estar presentes em qualquer tipo de organização, e mesmo não agregando valor ao produto final podem fazer com que o cliente pague um valor mais elevado (CARREIRA, 2005).

Para que os desperdícios ou perdas sejam identificadas, é necessário que se conheça muito bem todos os processos, para que então defina-se quais deles agregam e quais não agregam valor ao produto. As atividades que agregam valor são todas aquelas que fazem com que o produto fique com as características solicitadas pelo cliente, por sua vez, todas as atividades restantes são consideradas como desperdício, ou que não agregam valor (ORTIZ, 2006).

Liker (2005) define os grandes desperdícios existentes e os classifica em sete categorias, conforme descrito a seguir:

- a) Superprodução: refere-se à produção em excesso, seja em quantidades elevadas ou em tempo incorreto.
- a) Espera: está associado ao tempo de parada de mão de obra, peças ou equipamentos. Pode ser perda por espera de lote ou espera do processo.
- b) Transporte: é causado principalmente por *layouts* mal projetados e como consequência uma grande movimentação de peças e equipamentos.
- c) Excesso de processamento: corresponde ao método de processamento em si, ou seja, utilizando procedimentos e atividades desnecessários, ou equipamentos dimensionados de forma incorreta.
- d) Estoque: é causada pela estocagem de peças ou produtos em processo e acabados, em quantidades maiores que o necessário.
- e) Movimentação: ocorrem devido a movimentos desnecessários que os operadores realizam enquanto executam uma determinada operação.

- f) Defeitos: acontece pela produção fora das especificações e necessidades de clientes internos ou externos, provocando retrabalho ou refugo.
- g) Conhecimento: consiste no desperdício do potencial criativo e intelectual humano e de suas habilidades adquiridas.

2.2.1 Ferramentas *Lean*

Existem diversas ferramentas que fazem parte do modelo *Lean* porém, para facilitar o entendimento sobre esses conceitos, as mais conhecidas e relevantes foram descritas a seguir:

- a) Mapeamento do fluxo de valor (MFV): é uma técnica de modelagem indispensável para identificar desperdícios, ou seja, as atividades que não agregam valor para o cliente, onde é possível visualizar o processo produtivo, que é representado por um fluxo de informações e materiais (ROTHER; SHOOK, 2012).
- b) Metodologia 5S: a sigla “5S” resulta das cinco iniciais de palavras japonesas, sendo elas: *Seiri* (utilização), *Seiton* (organização), *Seison* (limpeza), *Seiketsu* (padronização) e *Shitsuke* (disciplina) (AHUJA; KHAMBA, 2008).
- c) *Kaizen*: é um termo japonês que significa melhoria contínua, a fim de criar mais valor eliminando ou reduzindo os desperdícios, de forma contínua e gradual, com a finalidade de aumentar a produtividade e obter a perfeição (IMAI, 1990).
- d) *Kanban*: é um termo japonês que significa “quadro de sinais” ou “cartão”. São cartões de autorização de produção que sinalizam às próximas estações para reabastecer o estoque (PIPLANI; ANG, 2017).
- e) *Heijunka*: é um conceito japonês que significa nivelar. Diz respeito à quantidade de produção durante um período de tempo determinado, para atender a demanda do cliente de forma eficaz, garantindo a estabilidade do processo (RODRIGUES, 2013).
- f) *Total Productive Maintenance* (TPM): é uma abordagem utilizada para garantir que todas as máquinas do processo produtivo estejam sempre aptas a realizar suas tarefas e que os operadores do processo participem ativamente no cuidado dos equipamentos, aumentando sua vida útil (NAKAJIMA, 1988).

- g) *Single Minute Exchange of Dies* (SMED): significa “troca rápida de ferramenta”. Pode ser definido como um conjunto de técnicas pertencentes ao *Lean* que visam reduzir o tempo de troca de ferramenta de uma máquina (HINES *et al.*, 2010).
- h) *Poka-Yoke*: significa “*mistake-proofing*”, ou seja, à prova de erros. Os *Poka-Yoke* são mecanismos utilizados para colocar um processo inteiro à prova de erro, impedindo assim a ocorrência de defeitos (MIRALLES *et al.*, 2013).
- i) Balanceamento de linha: visa realizar ações eficazes para que a produção ocorra de forma contínua e nivelada, de forma que a distribuição de trabalho seja ótima e remova gargalos (ZUPAN; HERAKOVIC, 2015).

2.2.2 Implementação do *Lean Manufacturing*

A implementação do *Lean Manufacturing* ocorre de acordo com as necessidades, contexto organizacional, ambiente externo e tecnológico de cada empresa. De acordo com Saurin, Ribeiro e Marodin (2010), existe uma insuficiência de pesquisas que compreendam os processos de implementação do LM. Os autores afirmam que isso pode decorrer do fato das empresas desejarem manter sigilo de seus dados; de muitas implementações acontecerem por meio de consultorias, o que não resulta em trabalhos acadêmicos e dos trabalhos serem realizados em grandes empresas, o que torna o levantamento de dados mais difícil.

Segundo Womack e Jones (2004) os gestores têm encontrado dificuldade em implementar as ferramentas do LM de forma isolada, sem o entendimento do todo e, conseqüentemente, ficando sem orientação de como deve ser desenvolvido, implementado e avaliado um processo de transformação enxuta em suas empresas.

Deste modo, por meio de uma revisão bibliográfica, buscou-se encontrar na literatura alguns métodos, estruturas, propostas e modelos que direcionem para uma implementação baseada nos princípios básicos do LM. Os artigos foram pré-selecionados utilizando algumas palavras-chave nas bases de dados *Scopus*, *Science Direct* e *Web of Science*. Após a busca, respeitando critérios previamente definidos foram separados os trabalhos pertinentes para esta pesquisa. Quadro 1 apresenta o resumo dos principais dados da revisão bibliográfica.

Quadro 1 – Resumo dos dados da revisão bibliográfica sobre implementação do *Lean Manufacturing*

Palavras-chave	<i>Lean Manufacturing; Lean thinking; Lean production; implementation; implementation steps; waste reduction; productivity; continuous improvement; metalworking; processing industry; transformation industry; Manufacturing industry; smes</i>
Base de dados	<i>Scopus; Science Direct; Web of Science</i>
Objetivo	Identificar as principais etapas para a implementação do <i>Lean Manufacturing</i> em PME's
Número de artigos encontrados	1271
Número de artigos pertinentes	17

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Quadro 2 apresenta trabalhos selecionados que abordam técnicas de implementação em diversos cenários e propõem algumas estruturas para aplicação do *Lean Manufacturing*.

Quadro 2 – Artigos sobre implementação do *Lean Manufacturing* (continua)

Nº	Referência	Título	Periódico
1	Singh <i>et al.</i> (2006)	An integrated fuzzy-based decision support system for the selection of lean tools : A case study from the steel industry	Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part B Journal of Engineering Manufacture
2	Chen, Li e Shady (2010)	From value stream mapping toward a lean/sigma continuous improvement process: an industrial case study	International Journal of Production Research
3	Dombrowski, Crespo e Zahn, (2010)	Adaptive configuration of a lean production system in small and medium-sized enterprises	Production Engineering
4	Singh <i>et al.</i> (2010)	Lean implementation and its benefits to production industry	International Journal of Lean Six Sigma
5	Vinodh, Arvind e Somanaathan (2010)	Application of value stream mapping in an Indian camshaft manufacturing organization	Journal of Manufacturing Technology Management
5	Rose <i>et al.</i> (2011)	<i>Lean manufacturing</i> best practices in SMEs	Proceedings of the 2011 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management
7	Karim e Zaman (2013)	A methodology for effective implementation of lean strategies and its performance evaluation in manufacturing organizations	Business Process Management Journal
8	Matt e Rauch (2013)	Implementation of Lean Production in small sized Enterprises	Procedia CIRP

(continuação)

9	Vinodh, Somanaathan e Arvind (2013)	Development of value stream map for achieving leanness in a manufacturing organization	Journal of Engineering, Design and Technology
10	Xiao <i>et al.</i> (2013)	Lean Implementation in Small and Medium Enterprises – a Singapore Context	Industrial Engineering and Engineering Management
11	Chen e Chen (2014)	Application of ORFPM system for lean implementation : an industrial case study	The International Journal of Advanced Manufacturing Technology
12	Das, Venkatadri e Pandey (2014)	Applying <i>lean manufacturing</i> system to improving productivity of airconditioning coil manufacturing	The International Journal of Advanced Manufacturing Technology
13	Zahraee <i>et al.</i> (2014)	<i>Lean manufacturing</i> Implementation Through Value Stream Mapping : A Case Study	Jurnal Teknologi
14	Belhadi, Touriki e Fezazi (2016)	A Framework for Effective Implementation of Lean Production in Small and Medium-sized Enterprises	Journal of Industrial Engineering and Management
15	Bhamu e Sangwan (2016)	A framework for <i>lean manufacturing</i> implementation	International Journal of Services and Operations Management
16	Lacerda, Xambre e Alvelos (2016)	Applying Value Stream Mapping to eliminate waste: a case study of an original equipment manufacturer for the automotive industry	International Journal of Production Research
17	Nalussamy e Ahamed (2017)	Implementation of lean tools in an automotive industry for productivity enhancement - A case study	International Journal of Engineering Research in Africa

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com base nos resultados encontrados na pesquisa bibliográfica sobre a implementação do *Lean Manufacturing* mostra-se que existe uma grande variedade de práticas e métodos que compõem este processo. No Quadro 3 podem ser visualizadas as práticas, suas respectivas descrições, informações encontradas e as referências correspondentes.

Quadro 3 – Análise dos resultados da revisão bibliográfica sobre implementação do *Lean Manufacturing* (continua)

Práticas identificadas	Informações obtidas	Referências
Mudança cultural	Se trata de que a organização se convença da necessidade da mudança, onde a resistência à mudança deve ser gerenciada.	Xiao <i>et al.</i> (2013); Belhadi, Touriki e Fezazi (2016); Bhamu e Sangwan (2016); Lacerda, Xambre e Alvelos (2016)

(continuação)

Entender os processos/detalhes da organização (coletar dados dos processos)	Entender as informações do processo, aspectos organizacionais, estratégias e dados do processo, como o tipo de produção, demanda e volume de pedidos.	Singh <i>et al.</i> (2006); Chen, Li e Shady (2010); Dombrowski, Crespo e Zahn (2010); Karim e Zaman (2013); Xiao <i>et al.</i> (2013); Zahraee <i>et al.</i> (2014); Belhadi, Touriki e Fezazi (2016); Bhamu e Sangwan (2016); Lacerda, Xambre e Alvelos (2016); Lacerda, Xambre e Alvelos (2016)
Comprometimento da alta direção	A alta direção necessita estar envolvida e comprometida com o processo de implementação, participando e disponibilizando recursos necessários.	Dombrowski, Crespo e Zahn (2010); Vinodh, Arvind e Somanaathan (2010); Karim e Zaman (2013); Xiao <i>et al.</i> (2013); Belhadi, Touriki e Fezazi (2016); Bhamu e Sangwan (2016); Lacerda, Xambre e Alvelos (2016)
Comprometimento dos funcionários	Os funcionários precisam estar engajados a mudar para o novo paradigma de produção e colaborarem na execução dos projetos de melhoria.	Dombrowski, Crespo e Zahn (2010); Vinodh, Arvind e Somanaathan (2010); Xiao <i>et al.</i> (2013); Das, Venkatadri e Pandey (2014); Belhadi, Touriki e Fezazi (2016); Bhamu e Sangwan (2016)
Formação de equipe multifuncional	A equipe de implementação deve conter especialistas e gestores de diversos departamentos, tais como: membros da alta direção, alguns especialistas em <i>lean</i> , para que compartilhem e ensinem conhecimentos, bem como funcionários do chão de fábrica.	Singh <i>et al.</i> (2006); Dombrowski, Crespo e Zahn (2010); Vinodh, Arvind e Somanaathan (2010); Karim e Zaman (2013); Xiao <i>et al.</i> (2013); Chen e Chen (2014); Das, Venkatadri e Pandey (2014); Belhadi, Touriki e Fezazi (2016)
Mapeamento do fluxo de valor (MFV)	O MFV é uma ferramenta importante na implementação do LM, sendo utilizada para representar os desperdícios e fluxo de materiais e informações ao longo do processo produtivo. Também apresenta o processo, produtividade, eficiência, tempos de agregação e não agregação de valor, <i>lead time</i> , tamanho de estoques, tempo de troca, taxa de defeitos. A coleta dos dados pode ser realizada por meio de entrevistas com os funcionários e observações do processo. Funciona com a elaboração do mapa de fluxo de valor atual, identificando as áreas de potencial melhoria e as ferramentas <i>lean</i> aplicáveis para cada caso, para então a confecção do mapa futuro, sendo uma boa orientação durante o processo de implementação.	Singh <i>et al.</i> (2006); Chen, Li e Shady (2010); Singh <i>et al.</i> (2010); Vinodh, Arvind e Somanaathan (2010); Karim e Zaman (2013); Matt e Rauch (2013); Vinodh, Somanaathan e Arvind (2013); Chen e Chen (2014); Das, Venkatadri e Pandey (2014); Zahraee <i>et al.</i> (2014); Belhadi, Touriki e Fezazi (2016); Bhamu e Sangwan (2016); Lacerda, Xambre e Alvelos (2016); Nalussamy e Ahamed (2017)

(continuação)

Metodologia 5S	Esta prática é uma das mais difundidas dentre as práticas do <i>lean manufacturing</i> , sendo primordial na sua implementação, pois é de fácil aplicação, tem baixo custo e pode aumentar a produtividade, podendo ser considerada a base para melhorias subsequentes.	Dombrowski, Crespo e Zahn (2010); Vinodh, Arvind e Somanaathan (2010); Rose <i>et al.</i> (2011); Matt e Rauch (2013); Xiao <i>et al.</i> (2013); Belhadi, Touriki e Fezazi (2016); Nalussamy e Ahamed (2017)
Treinamentos	É recomendado que haja um treinamento inicial com todos os funcionários relacionados ao processo, esclarecendo as mudanças que irão ocorrer na empresa, a metodologia <i>lean manufacturing</i> , os tipos de desperdícios e as principais ferramentas. Posteriormente, deve haver um treinamento mais focado nas ferramentas que serão implementadas, sendo realizado novamente ao longo do tempo ou em casos de necessidade.	Xiao <i>et al.</i> (2013); Das, Venkatadri e Pandey (2014); Belhadi, Touriki e Fezazi (2016); Bhamu e Sangwan (2016)
Trabalho padronizado	Padronização e documentação de parâmetros ótimos de processo.	Rose <i>et al.</i> (2011); Xiao <i>et al.</i> (2013); Bhamu e Sangwan (2016); Nalussamy e Ahamed (2017)
Produção puxada (<i>kanban</i>)	Planejamento e controle de produção seguindo o <i>just in time</i> e controle exercido por meio de <i>kanbans</i> .	Singh <i>et al.</i> (2010); Rose <i>et al.</i> (2011); Karim e Zaman (2013); Matt e Rauch (2013); Belhadi, Touriki e Fezazi (2016); Bhamu e Sangwan (2016)
<i>Total Productive Maintenance</i> (TPM)	Os trabalhos não apresentaram uma descrição prática em detalhes.	Dombrowski, Crespo e Zahn (2010); Rose <i>et al.</i> (2011); Belhadi, Touriki e Fezazi (2016); Bhamu e Sangwan (2016)
<i>Poka-Yoke</i>	Os trabalhos não apresentaram uma descrição prática em detalhes.	Vinodh, Arvind e Somanaathan (2010); Matt e Rauch (2013); Bhamu e Sangwan (2016)
Melhoria contínua	Os trabalhos não apresentaram uma descrição prática em detalhes.	Singh <i>et al.</i> (2010); Karim e Zaman (2013); Xiao <i>et al.</i> (2013); Belhadi, Touriki e Fezazi (2016); Bhamu e Sangwan (2016); Lacerda, Xambre e Alvelos (2016)
Redução de <i>setup</i> (SMED)	Visa a redução de tempo de <i>setup</i> . É recomendado que esta prática seja executada no início do processo de implementação.	Singh <i>et al.</i> (2010); Matt e Rauch (2013); Das, Venkatadri e Pandey (2014)
Gestão visual	Tem a finalidade de fazer a comunicação visual e deve conter	Rose <i>et al.</i> (2011); Matt e Rauch (2013); Xiao <i>et al.</i> (2013)

(continuação)

Identificação da causa raiz dos problemas	É focado na definição do problema. É necessário que sejam identificadas e eliminadas as causas raízes dos problemas ocorridos na organização, bem como os parâmetros significativos que causam os problemas. Algumas práticas utilizadas são o 5 porquês, <i>brainstorming</i> e diagrama de causa e efeito.	Chen, Li e Shady (2010); Chen e Chen (2014); Bhamu e Sangwan (2016)
Balanceamento de linha	Os trabalhos não apresentaram uma descrição prática em detalhes.	Das, Venkatadri e Pandey (2014); Zahraee <i>et al.</i> (2014); Nalussamy e Ahamed (2017)
Alteração do <i>layout</i> (Manufatura celular)	Modificar o <i>layout</i> de modo a permitir que haja fluxo contínuo. Esta melhoria, na maioria dos casos, envolve a alteração para manufatura celular.	Das, Venkatadri e Pandey (2014); Nalussamy e Ahamed (2017)
Eventos <i>kaizen</i>	Método para implementar a melhoria contínua.	Chen, Li e Shady (2010); Matt e Rauch (2013); Chen e Chen (2014); Das, Venkatadri e Pandey (2014); Belhadi, Touriki e Fezazi (2016); Lacerda, Xambre e Alvelos (2016)

Fonte: Elaborado pelo autor

Como apresentado no Quadro 3, é possível notar que algumas práticas são mais recorrentes que outras. Por exemplo, o MFV foi a prática mais utilizada nos estudos, visto que para a maior parte dos autores essa ferramenta é essencial para o processo de implementação do *Lean Manufacturing*. Outras práticas de grande interesse foram: entendimento do contexto organizacional, comprometimento da alta direção e dos demais funcionários, formação de equipe multifuncional, metodologia 5S, produção puxada (*kanban*), melhoria contínua, eventos *kaizen*, redução de *setup* (SMED), trabalho padronizado, TPM e mudança cultural.

No entanto, também foi possível observar outras práticas utilizadas em menor proporção, atribuídas como possuindo menor importância, e aquelas que foram somente citadas, sem uma descrição mais específica. Segundo Karim e Zaman (2013) e Das, Venkatadri e Pandey (2014), a opção por algumas práticas mais específicas, tais como TPM, *poka-yoke*, *layout* celular e balanceamento de linha, vão depender da forma como foi realizada a identificação do problema, da sua causa raiz, do processo produtivo e do contexto organizacional. Em resumo, cada empresa possui suas próprias características, impossibilitando a reprodução da mesma estrutura de implementação de uma organização para a outra. Mostafa, Dumrak e Soltan (2013) recomendam que as práticas a serem utilizadas devem basear-se nos desperdícios e problemas identificados.

Com relação ao método de implementação, o primeiro destaque vai para os trabalhos onde trataram da implementação do *Lean* baseando-se no ciclo de melhoria proposto por Rother e Shook (2012) envolvendo a aplicação do MFV: Singh *et al.* (2006); Singh *et al.* (2010); Vinodh, Arvind e Somanaathan (2010); Das, Venkatadri e Pandey (2014); Zahraee *et al.* (2014); Chen, Li e Shady (2010); Vinodh, Somanaathan e Arvind (2013); Lacerda, Xambre e Alvelos (2016) e Nalussamy e Ahamed (2017). Este grupo de estudos resume a implementação do LM utilizando a elaboração do MFV atual, com o reflexo dos processos, problemas e desperdícios das empresas, com a posterior elaboração do MFV futuro, apresentando a situação ideal que a empresa necessita alcançar. Para que se chegue a situação futura ideal, alguns estudos indicam a utilização de práticas como 5S, *poka-yoke*, redução de estoque, alteração do *layout*, entre outras.

Em seguida, identificou-se trabalhos como os de: Dombrowski, Crespo e Zahn, (2010); Belhadi, Touriki e Fezazi (2016) e Bhamu e Sangwan (2016), que seguem uma sequência de atividades básicas de maneira estruturada, defendendo a ideia que é essencial ter um *framework* adequado para orientar os gestores na condução do processo de implementação do *Lean*. As estruturas consistem, basicamente, de uma mudança cultural, com treinamentos das ferramentas *Lean*, seguida de uma fase de implementação, onde ferramentas como 5S, VSM, *kaizen*, TPM, *kanban*, etc, são utilizadas, e uma fase final onde ocorrem os processos de melhoria contínua.

O terceiro grupo estudado composto pelos trabalhos de Karim e Zaman (2013), Xiao *et al.* (2013); Chen e Chen (2014) e Matt e Rauch (2013), propõe o processo de implementação do *Lean Manufacturing* em um ciclo de melhoria contínua de avaliar, planejar, identificar, modelar, melhorar e continuar. Este ciclo engloba atividades como conhecimento da empresa e processos, treinamentos, coleta de dados, identificação dos problemas e causas raízes, resolução de problemas, planos de ação e monitoramento para as atividades de melhoria contínua.

E por último, o trabalho de Rose *et al.* (2011), que aborda as principais práticas aplicáveis para a implementação do LM em pequenas e médias empresas. O trabalho dividiu as práticas em três principais categorias: menor investimento, viabilidade de aplicação em PME's e recomendação de outros pesquisadores. Entre as práticas que exigem menor investimento, os autores destacam o 5S, TPM, controle visual, padronização de operação, controle estatístico de processo (CEP) e ciclo de qualidade. No que diz respeito a viabilidade de aplicação em PME's, que sejam capazes de serem implementados com recursos já existentes na empresa, melhorando o desempenho. A recomendação é que sejam aplicadas

primeiramente essas ferramentas para partir para outras, como o *kanban*, pois estas possuem viabilidade de serem aplicadas em empresas de pequeno porte.

2.2.3 *Lean Manufacturing* nas pequenas e médias empresas

Existem práticas de implementação do *Lean Manufacturing* que exigem uma maior quantidade de recursos financeiros do que outras, podendo dificultar a implementação destas em empresas de pequeno porte que possuem menor capacidade de investimento (ROSE *et al.*, 2011). Assim, para que haja um maior suporte durante a implementação do *Lean*, os gestores tendem a selecionar um grupo de trabalho específico que direcione a implementação, desenvolvendo soluções de baixo custo, implementação rápida e que tenha impacto no desempenho da empresa (SINGH *et al.*, 2006; VINODH; ARVIND; SOMANAATHAN, 2010; KARIM; ZAMAN, 2013; CHEN; CHEN, 2014; DAS; VENKATADRI; PANDEY, 2014).

Assim, as principais práticas adequadas às PME's, identificadas nos trabalhos aplicados a estas empresas, encontrados na bibliografia e relacionados no Quadro 1, fez-se a relação apresentada no Quadro 4, onde estão relacionadas as práticas *Lean* com os respectivos trabalhos.

Quadro 4 – Análise dos resultados da revisão bibliográfica sobre implementação do *Lean Manufacturing* em PME's

Práticas <i>Lean</i>	Referências				
	Chen, Li e Shady (2010)	Dombrowski, Crespo e Zahn (2010)	Matt e Rauch (2013)	Xiao <i>et al.</i> (2013)	Belhadi, Touriki e Fezazi (2016)
MFV	X		X		X
5S		X	X	X	X
<i>Poka-yoke</i>			X		
Produção puxada (<i>kanban</i>)			X		X
Redução do tempo de <i>setup</i> (SMED)			X		
TPM		X			X
Gestão visual			X	X	
Padronização				X	
Eventos <i>kaizen</i>			X		X

Fonte: Elaborado pelo autor

No contexto de pequenas e médias empresas, uma das práticas mais utilizadas é o Programa 5S, pois é uma atividade que fomenta a melhoria contínua através de práticas

simples, que não necessita de grandes investimentos financeiros e é viável para implementação nas PME's (ROSE *et al.*, 2011).

Na sequência das práticas mais citadas está o mapeamento do fluxo de valor e a gestão visual. No que diz respeito a produção puxada, as pequenas e médias empresas geralmente não possuem grandes ambientes fabris, o que tende a restringir a disponibilidade de armazenamento. Portanto, a produção geralmente ocorre conforme a demanda, visto que o espaço disponível para manter estoques de matéria-prima e produtos acabados é restrito (CHEN; LI; SHADY, 2010; MATT; RAUCH, 2013; XIAO *et al.*, 2013).

O mapeamento do fluxo de valor aparece como uma ferramenta que auxilia o entendimento do valor do ponto de vista do cliente, o fluxo de valor interno, encontrando os desperdícios, fazendo o fluxo de material e informação ser puxado pelos clientes e estender o fluxo de valor aos fornecedores (XIAO *et al.*, 2013).

As práticas menos citadas, mas também importantes e que devem ser levadas em consideração são: TPM, padronização, eventos *kaizen*, produção puxada (*kanban*) e *poka-yoke*. A TPM (manutenção produtiva total) tem como objetivo a eliminação de perdas existentes no fluxo de produção, através da integração dos setores da manutenção e produção, prevenindo falhas durante os processos (DOMBROWSKI; CRESPO; ZAHN, 2010; ROSE *et al.*, 2011; BELHADI; TOURIKI; FEZAZI, 2016). A padronização auxilia na obtenção da melhoria contínua através do *kaizen*, implementado pelas equipes de trabalho (XIAO *et al.*, 2013). Todas essas práticas são aplicáveis no contexto das PME's, pois são sistemáticas e de fácil compreensão, com estrutura simples, apresentam aplicabilidade para diferentes contextos organizacionais, não necessitam de grandes investimentos e são recomendadas por pesquisadores (BELHADI; TOURIKI; FEZAZI, 2016; ROSE *et al.*, 2011).

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

Nesta seção, é apresentada a caracterização e o detalhamento da pesquisa, delimitação e as etapas para que seja possível responder a questão gerada e descrita no problema de pesquisa.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Este trabalho de pesquisa é classificado como sendo de natureza aplicada, pois possui como objetivo gerar conhecimento de aplicação prática para solucionar problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais (SILVA; MENEZES, 2001).

As análises dos dados serão realizadas de maneira tanto quantitativas quanto qualitativas, pois, de acordo com Marconi e Lakatos (2003) a descrição completa de um fenômeno, para realização de uma pesquisa futura, obtém descrições tanto quantitativas quanto qualitativas do objeto de estudo, ficando a critério do pesquisador conceituar o fato ou ambiente observado. Foram coletados dados de produção, tais como tempo de ciclo, tempo de troca de ferramenta, disponibilidade de máquina, para que seja possível identificar locais problemáticos e propor melhorias nos mesmos.

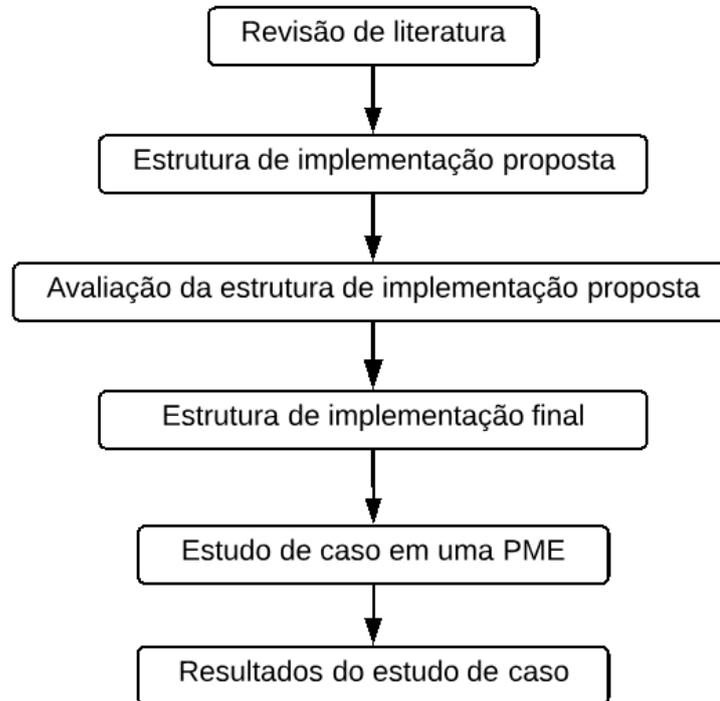
Quanto aos objetivos, a pesquisa caracteriza-se como sendo uma pesquisa exploratória, pois permite maior familiaridade do autor com o problema, envolve levantamento bibliográfico, entrevistas com indivíduos com experiências práticas do assunto (SILVA; MENEZES, 2001).

Em relação aos procedimentos técnicos, a pesquisa se enquadra como um estudo de caso, pois é um estudo de caráter empírico que investiga um fenômeno dentro de um contexto real, sendo uma abordagem metodológica muito utilizada na Engenharia de Produção (MIGUEL, 2012).

3.2 ESTRUTURA METODOLÓGICA

Nesta seção são apresentadas a caracterização e o detalhamento da estratégia de pesquisa e etapas para desenvolver e alcançar os objetivos propostos. Este trabalho visa estruturar a implementação do *Lean Manufacturing* em empresas de pequeno porte. A sequência metodológica para elaboração do mesmo foi realizada conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Etapas da metodologia de pesquisa do trabalho



Fonte: Elaborado pelo autor

O desenvolvimento seguirá as etapas apresentadas a seguir, compondo a estrutura metodológica do trabalho:

- a) Examinar a literatura buscando as principais características referentes à implementação *Lean Manufacturing* em empresas de pequeno porte;
- b) A partir da revisão de literatura criar uma estrutura proposta para sugerir uma sequência de ações para implementação, selecionar ferramentas mais apropriadas e avaliar potenciais melhorias que a empresa pode se beneficiar;
- c) Avaliar a aplicabilidade da estrutura proposta, que foi adaptada de Belhadi, Touriki e Fezazi (2016), por meio de entrevistas com especialistas da área *Lean*. Agregar as sugestões pertinentes ao trabalho realizadas pelos avaliadores, promovendo a aprovação ou correções necessárias, gerando maior segurança à proposição;
- d) Estrutura de implementação final, que consiste da estrutura de implementação após a avaliação de aplicabilidade, onde foram agregadas as contribuições dos especialistas;

- e) Estudo de caso em uma empresa de pequeno porte, do ramo metalmeccânico do sudoeste do Paraná, onde serão utilizados os dados de produção e verificadas as possibilidades de implantação e dificuldades na sua operacionalização;
- f) Resultados do estudo de caso e considerações.

3.2.1 Estrutura de implementação proposta

Foram estabelecidos, conforme a literatura, um conjunto de 11 práticas *Lean* apropriadas para o contexto de pequenas empresas (Quadro 2) baseadas nos estudos de Chen, Li e Shady (2010), Dombrowski, Crespo e Zahn (2010), Matt e Rauch (2013), Xiao *et al.* (2013) e Belhadi, Touriki e Fezazi (2016). Dentre essas, foram selecionadas algumas práticas, de acordo com as particularidades das PME's. Foi então elaborada uma estrutura de implementação proposta, em que a mesma está dividida em três fases: pré-implementação, implementação e pós implementação. Segue a apresentação das etapas e sua estrutura de implementação no Quadro 5, adaptadas do estudo de Belhadi, Touriki e Fezazi (2016):

Quadro 5 – Estrutura de implementação proposta (continua)

Fase	Passos	Ferramentas	Atividades
Pré-implementação	(I) Estabelecimento dos objetivos e política <i>lean</i>	<ul style="list-style-type: none"> Objetivos <i>Lean</i> (I) Política <i>Lean</i> (I) 	<ul style="list-style-type: none"> Envolvimento dos gestores e suporte (I) Alinhamento com as estratégias da empresa (I)
	(I) Formação da equipe <i>lean</i>	<ul style="list-style-type: none"> Equipe multifuncional (I) 	
	(I) Treinamento da equipe <i>lean</i>	<ul style="list-style-type: none"> Treinamento (I) 	<ul style="list-style-type: none"> Treinamento da equipe por especialista <i>Lean</i> (I)
	(I) Definição do local inicial de trabalho	<ul style="list-style-type: none"> Produto/matriz de processo (I) 	<ul style="list-style-type: none"> Seleção do perímetro de aplicação do <i>Lean</i> (I)

(continuação)

Implementação		<ul style="list-style-type: none"> • Treinamento em 5S (II) 	<ul style="list-style-type: none"> • Mudança cultural (I)
		<ul style="list-style-type: none"> • MFV (I) 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Kaizen</i> (I) • <i>Kanban</i> (II) • <i>Poka-yoke</i> (II) • TPM (I) • SMED (II) • Balanceamento de linha (II)
Pós-implementação		<ul style="list-style-type: none"> • Monitoramento (II) 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoramento de resultados (II)
		<ul style="list-style-type: none"> • Trabalho padronizado (I) • Gestão do conhecimento (I) 	<ul style="list-style-type: none"> • Padronização das melhores práticas (I)

(I) Itens pertencentes à estrutura original, proposta por Belhadi, Touriki e Fezazi (2016).

(II) Itens propostos pelo autor deste trabalho.

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

Pré-implementação: é a primeira fase da estrutura, podendo ser considerada a base para uma execução de sucesso. Exige que a empresa assegure que sejam realizadas todas as ações necessárias que permitam uma implementação bem-sucedida. A equipe deve compreender a abordagem *Lean*, demonstrando liderança e que está comprometida com o projeto, criando uma plataforma de implementação e ao mesmo tempo eliminando o ceticismo acerca do *Lean Manufacturing* e seus benefícios. Primeiramente ocorre a elaboração da política *Lean*, bem como os objetivos do projeto. Os objetivos devem estar de acordo com as estratégias de gestão adotadas pela organização. Em seguida, os gestores são responsáveis pela formação de uma equipe *Lean*, sendo esta multifuncional, incluindo membros da direção e operadores. Por se tratar de uma pequena empresa, não deve conter muitos indivíduos.

O passo seguinte é o treinamento da equipe, que deve ser coordenado por um especialista *Lean*, podendo ser realizada por um consultor externo ou por algum membro da equipe que já tenha domínio ou que tenha recebido treinamento para o mesmo, para introduzir e orientar sobre os conceitos e ferramentas no grupo, envolvendo desde a história e surgimento do *Lean Manufacturing*, ferramentas (5S, mapeamento do fluxo de valor, *kaizen*, *kanban*, TPM, produção puxada, trabalho padronizado), inclusive com as ferramentas identificadas na revisão bibliográfica (Quadro 4), aplicação e casos de sucesso e melhorias a partir da implementação. A primeira atividade da equipe *Lean* é a definição do local de ação de trabalho, que deve ser o local com fluxo de valor com prioridade maior. Com relação à estrutura original, proposta por Belhadi, Touriki e Fezazi (2016), na Fase 1 foram retirados os passos seguintes à definição do local inicial de trabalho, que são o estabelecimento do plano diretor de implementação enxuta e a definição e avaliação de indicadores enxutos, visto que a ideia é que a estrutura seja aplicável e de fácil compreensão, focados no ponto de vista da realidade vivida pelas empresas de pequeno porte.

Implementação: ocorre no segundo nível da estrutura, que se concentra na melhoria do desempenho em todos os níveis da organização. Inicia-se com a equipe *Lean* dedicando-se a compartilhar o conhecimento adquirido nos treinamentos com os demais colaboradores, em práticas e ferramentas *Lean*, a fim de familiarizá-las, preparando-as para as mudanças necessárias. Nesta etapa pode ser necessário o auxílio do consultor especialista para o treinamento do restante do grupo. A atualização da força de trabalho foi substituída pelo treinamento dos colaboradores, onde se torna mais explícita a importância do treinamento e do conhecimento obtido pelos colaboradores nesta etapa para que ocorra uma implementação mais consistente.

Em seguida, é necessário analisar a condição atual do processo, sendo feito por meio do mapeamento do fluxo de valor, para então identificar os desperdícios e oportunidades de melhorias. A partir da criação de um mapa futuro, é possível sugerir a implementação de projetos propostas utilizando ferramentas *Lean* (Quadro 3) para solucionar os problemas encontrados, levando em consideração os recursos e capacidades da empresa. Esta etapa, na estrutura desenvolvida por Belhadi, Touriki e Fezazi (2016), era chamada de modelagem e análise da situação, onde foi substituída pelo MFV, que reproduz a situação atual da organização e permite a visualização de uma situação futura.

Pós-implementação: é a última etapa, desempenhando um papel essencial na conclusão do projeto de implementação do *Lean Manufacturing* e garantia de obtenção de melhoria contínua. Primeiramente, são observados os resultados e todo o processo é

analisado, de acordo com os objetivos especificados na primeira etapa. Se os objetivos forem alcançados, é importante que as tarefas sejam padronizadas, dando sequência às ações de melhoria contínua (*kaizen*). Assim, é possível que a equipe atinja outros perímetros, para alcançar a implementação de uma forma mais completa. Caso haja alguma situação em que os objetivos não sejam atingidos, deve-se voltar a fase de implementação e modelar novamente o estado atual, de modo a identificar os problemas que não tenham sido identificados anteriormente.

3.2.2 Avaliação da estrutura de implementação proposta

Para que seja possível avaliar a aplicabilidade da estrutura final, foram selecionados especialistas, sendo eles professores e profissionais da indústria que atuam na área de *Lean Manufacturing* para revisar a mesma. A avaliação foi elaborada com base no trabalho de Scalco (2004), que propôs um modelo para gerenciar a qualidade, identificar problemas e elaborar planos de melhoria, e realizou a avaliação do mesmo.

Os avaliadores receberam a estrutura completa seguida de um questionário com perguntas de múltipla escolha e perguntas abertas, possibilitando a coleta de informações que possam auxiliar na validação. Os avaliadores examinaram a estrutura de implementação proposta e fizeram suas contribuições de melhorias na estrutura, de modo que essas foram integradas em uma nova versão (estrutura de implementação final).

Notas foram atribuídas as questões de múltipla escolha, onde foram observadas as médias e as amplitudes das respostas. Para avaliar a medida de tendência central, as médias das respostas para cada questão foram analisadas, bem como as amplitudes, permitindo visualizar as diferenças entre as maiores e as menores notas, indicando o quão distante essas respostas estão da média obtida.

3.2.3 Estrutura de implementação final

A estrutura de implementação final consiste da estrutura proposta após a avaliação de aplicabilidade realizada pelos especialistas. Essa nova estrutura deve seguir as contribuições pertinentes sugeridas pelos avaliadores, devendo ser a estrutura final, que será utilizada para a exemplificação do estudo de caso.

3.2.4 Estudo de caso em uma PME

O estudo de caso foi realizado em uma indústria de painéis de alumínio de pequeno porte da região sudoeste do Paraná. A empresa atua na fabricação de painéis comuns, painéis de pressão, assadeiras, bules, conjuntos para café e canecos, processando cerca de 10 toneladas de alumínio por mês. Foram realizadas visitas ao ambiente fabril, no período de maio de 2017 a novembro de 2018, onde foi possível ter um maior conhecimento do processo de fabricação, bem como os fluxos de informação e materiais.

Atualmente, a empresa tem capacidade disponível de produção em torno de 50 toneladas por mês. No entanto, a empresa processa apenas um valor em torno de 10 toneladas pois, trabalha com uma carta fechada de clientes e dificilmente recebe pedidos além destes. Funciona no regime de produção somente por encomenda, sendo os pedidos processados e entregues num prazo máximo de 20 dias, sendo a entrega é realizada por caminhão próprio da empresa.

A planta industrial contém três linhas de produção, sendo a primeira delas voltada para a produção de painéis de pressão, a segunda para os demais produtos de alumínio, e a terceira para utensílios que sejam pintados, tanto de painéis de pressão quanto outros. As linhas são específicas pois, a panela de pressão possui etapas distintas dos demais produtos. A linha separada para pintura é necessária pois não são todos os produtos que são pintados. A maior parte da demanda é de produtos de alumínio polidos.

Seu sistema de produção é gerido em lotes de 1000 peças, com uma produção empurrada, uma vez que são produzidas em grandes quantidades, mas por produzir um lote por dia, acaba tendo uma certa flexibilidade para atender a pedidos recebidos diariamente. Assim, por mais que a demanda dos clientes seja por encomenda, o processo produtivo é realizado em lotes e sua programação é empurrada.

Realizaram-se visitas ao setor/linha de produção de painéis de pressão, foco deste trabalho. A empresa produz três diferentes tamanhos de painéis de pressão, sendo que as análises foram todas realizadas apenas no mais produzido, que corresponde a 70% da produção mensal. Salienta-se que a variação dos tempos de produção entre um tamanho de panela de pressão e outro é pequeno.

A empresa possui 20 funcionários, sendo dois no setor administrativo, um encarregado do PCP, oito operadores de máquinas na linha de produção de painéis de pressão, dois no setor de manutenção, três na pintura e quatro que se revezam entre as atividades gerais das linhas de produção.

Foi acompanhado todo o processo de fabricação, desde o recebimento da matéria-prima até a embalagem do produto para entrega ao cliente. Em cada etapa de fabricação foram feitas observações para compreender melhor o processo. Os funcionários explicavam suas operações e também realizavam relatos de problemas existentes na linha de produção. Também foi verificado junto ao setor de Planejamento e Controle de Produção (PCP) como são feitos os pedidos, tanto dos clientes quanto dos fornecedores, e como ocorre efetivamente a programação de produção.

No estudo buscou-se observar o processo de fabricação como um todo, porém focou-se em uma linha de fabricação de painéis de pressão, uma vez que esta corresponde a 70% do volume da empresa. Com auxílio do responsável pelo Planejamento e Controle de Produção foram coletados dados de produção, consultados documentos, de modo a obter maior conhecimento sobre o funcionamento da empresa e sua forma de gestão e operação. Os dados coletados foram utilizados para a construção do mapa de fluxo de valor atual, sendo a linha de base para identificar os problemas na linha de produção e propor atividades de melhoria com o mapa de fluxo de valor futuro.

3.2.5 Resultados do estudo de caso

Os resultados do estudo de caso consistem da aplicação parcial da estrutura final, levando em conta o fato de que a implementação ocorreu de forma efetiva, onde apenas foram analisados os dados de produção da empresa, e efetuada a aplicação até onde foi possível, utilizando vários conceitos do *Lean Manufacturing* com o intuito de nortear mudanças necessárias na empresa em questão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo é apresentada a utilização dos conceitos do *Lean Manufacturing* expostos anteriormente, que foram utilizados em forma de uma estrutura para que seja possível aplicar a metodologia em indústrias de pequeno porte. Desta forma, os tópicos a seguir estão estruturados de forma a facilitar a compreensão e o desenvolvimento do estudo realizado, seguindo e atendendo às metas almejadas no objetivo geral e nos objetivos específicos.

O estudo elaborado neste trabalho propõe uma estrutura de implementação que tem como objetivo analisar e melhorar os processos produtivos de pequenas empresas do setor metalmeccânico, visando eliminar os desperdícios de produção com base nos fundamentos do *Lean Manufacturing*. A estrutura metodológica seguida é composta de 3 Fases (Quadro 5), adaptada do trabalho de Belhadi, Touriki e Fezazi (2016), com o intuito primeiramente de preparar e treinar todos os colaboradores para a aplicação dos princípios do *Lean*.

Se seguidas as fases da estrutura metodológica é possível identificar e observar o processo, e com isso os pontos de desperdício podem ser visualizados para então propor melhorias, por meio do replanejamento do processo e eliminação de práticas que não agregam valor. Feito isso, devem ser planejadas ações para aplicação dessas melhorias. Em seguida, através do acompanhamento, pode-se obter a prática de melhoria contínua.

4.1 AVALIAÇÃO DA ESTRUTURA

A estrutura proposta foi submetida a uma avaliação por profissionais atuantes na indústria, das PME's e do *Lean Manufacturing*, os quais já estão familiarizados com a metodologia *Lean* e sua aplicabilidade. Através desta avaliação, buscaram-se indícios sobre a estrutura proposta do presente estudo, bem como se os objetivos traçados foram atingidos. O perfil dos entrevistados pode ser observado no Quadro 6.

Quadro 6 – Especialistas consultados para análise da estrutura proposta

Tecnólogo em Eletromecânica Especialista em Engenharia de Produção Especialista em <i>Lean Manufacturing</i> Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas Doutorando em Engenharia de Produção e Sistemas	Consultoria em <i>Lean Manufacturing</i> e processos produtivos Professor Universitário em Engenharia de Produção
Bacharel em Engenharia de Produção Especialista em Engenharia de Produção Mestrando em Engenharia de Produção e Sistemas	<i>Lean manufacturing</i> ; gestão da produção na indústria moveleira Professor Universitário em Engenharia de Produção
Engenheiro Mecânico Especialista em Segurança do Trabalho Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas	Especialista <i>Lean manufacturing</i> Responsável pelo setor de Manutenção em Indústria de Eletrodomésticos Responsável pela Segurança do Trabalho em Indústria de Eletrodomésticos

Fonte: Elaborado pelo autor

Os especialistas contribuíram para a melhoria da estrutura, sugerindo algumas oportunidades de melhorias. A avaliação consistiu de um questionário enviado por meio eletrônico e está dividido em duas partes. A primeira parte da avaliação é um questionário fechado, onde é possível avaliar a estrutura, atribuindo notas às respostas dos avaliadores. O questionário possui 11 questões onde os avaliadores precisavam optar por 5 alternativas: (1) discordo totalmente, (2) discordo, (3) não concordo nem discordo, (4) concordo e (5) concordo totalmente. As questões específicas são agrupadas em sete critérios de avaliação:

- a) Propósito: diz respeito aos principais motivos que levam a utilização da estrutura, se a mesma é capaz de alcançar um resultado satisfatório;
- b) Nível de detalhamento: avalia se a estrutura possui o nível necessário de detalhes que possibilitem uma implementação de sucesso;
- c) Sistematização: avaliação das atividades propostas no modelo, sequência e lógica, se a estrutura está ordenada de forma coerente;
- d) Conteúdo: avaliação da estrutura em sua totalidade, se a mesma se encontra bem estruturada;
- e) Aplicabilidade: avaliação da aplicabilidade do modelo;
- f) Clareza: tem relação com o grau de facilidade de compreensão do modelo pelos usuários;
- g) Originalidade: avaliação da originalidade do modelo, em termos de contribuição para o gerenciamento de qualidade em PME's.

O modelo de avaliação proposto por Scalco (2004) foi adaptado para as necessidades deste trabalho, onde os critérios abrangência e adaptabilidade não foram considerados. Algumas questões, por não estarem relacionadas ao foco do trabalho não foram utilizadas.

Também foi alterada a forma de avaliação das perguntas fechadas, onde no questionário original possuíam apenas respostas/escalas que correspondiam a ruim, regular e bom.

As notas apresentadas pelos avaliadores, bem como as questões para cada critério de avaliação estão apresentadas no Quadro 7.

Quadro 7 – Avaliação da estrutura de implementação proposta

Propósito	Av. 1	Av. 2	Av. 3	Média	Amplitude
A implementação da estrutura contribui para a melhoria da qualidade do produto entregue ao consumidor final?	4	4	4	4	0
A implementação da estrutura contribui para a melhoria de processos produtivos?	4	4	5	4,3	1
A implementação da estrutura contribui para a redução de custos e desperdícios?	4	5	5	4,7	1
Nível de detalhamento					
A estrutura está apresentada com etapas de fácil aplicação?	4	3	4	3,7	1
A estrutura possui as etapas necessárias para a melhoria dos processos produtivos?	4	4	4	4	0
Sistematização					
A estrutura possui uma sequência lógica de atividades?	4	4	4	4	0
Conteúdo					
As fases da estrutura são condizentes com a implementação do <i>Lean Manufacturing</i> ?	4	5	5	4,7	1
Aplicabilidade					
A estrutura é adequada à realidade das PME's?	4	3	4	3,7	1
A linguagem e os termos utilizados são condizentes com a realidade das PME's?	4	5	4	4,3	1
Clareza					
A linguagem utilizada é de fácil compreensão pelos usuários?	4	4	4	4	0
Originalidade					
A estrutura traz uma contribuição original para a implementação do <i>Lean Manufacturing</i> em PME's?	4	4	4	4	0
Média total da avaliação				4,1	

Fonte: Elaborado pelo autor

A segunda parte da avaliação, com perguntas abertas, ilustrada no Quadro 8, são apresentadas as perguntas e as respostas dos avaliadores. Esta parte foi concebida para que os avaliadores expressassem mais abertamente suas opiniões sobre a estrutura, bem como propusessem melhorias para a mesma.

Quadro 8 – Avaliação da estrutura proposta (continua)

QUESTÕES	RESPOSTAS DOS AVALIADORES
Caso a estrutura seja implementada, em sua opinião, ela pode contribuir para a redução de custos, desperdícios e melhorar a qualidade dos produtos? Justifique.	Sim. Pois parte da preparação dos envolvidos no processo com treinamentos, o que é muito importante, pois com colaboradores treinados e aplicação das práticas <i>Lean</i> propostas é possível reduzir os desperdícios e melhorar a qualidade dos produtos.
	Sim, desde que feita com bastante critério através de um procedimento estruturado. Em alguns casos de aplicação mal feita, observa-se reduções momentâneas de custos diretos que afetam negativamente outras questões. Se bem feita, mensurando diversos indicadores, há possibilidade de ganhos em todas as esferas.
	Sim. Pelo formato da estruturação, que permite uma boa implantação.
A estrutura contém informações relevantes e adequadas para promoção de melhorias nos processos produtivos de PME's? Justifique.	Sim. Contém informações que são subsídio para as PME's iniciarem o caminho na implementação das práticas <i>Lean</i> .
	Sim, contudo, para a apresentação em pequenas empresas, há necessidade de explicar o significado de cada um dos termos, além de um detalhamento maior dos passos propostos, o que é facilitado pela metodologia simplificada.
	Sim, pois permite avaliar os resultados.
Dê a sua opinião sobre as fases e etapas da estrutura.	Considero muito pertinente as etapas propostas, a primeira etapa é fundamental para a implementação ter sucesso, pois é a preparação da base do <i>Lean Manufacturing</i> , é muito importante vender a ideia do <i>Lean</i> para a alta direção da empresa para que comprem a ideia, após isso fica mais fácil disseminar o conhecimento para o restante da organização.
	Apresentação bem dividida, simples e parecida com o PDCA (destacar isso ao apresentar) e talvez ajustar para ficar certo com o PDCA (mostrar como se dá a interação e retroalimentação - se necessário). Pensar em convencionar com o DMAIC que não tem retroalimentação e sim um fim.
	Bem estruturadas. Permite avaliar e reavaliar o processo para identificar falhas com intuito de solucioná-las.
Você incluiria ou mudaria algo no modelo? Justifique.	Criar um processo de auditoria ou propor alguns indicadores que monitorem a evolução da implementação.
	Convencionar exatamente com uma metodologia existente (PDCA/DMAIC), enumerar fases e as etapas para facilitar chamadas durante a dissertação e detalhar as etapas já que não são muitas. Como anexo, colocar um procedimento/instrução simplificada de implantação. A exigência de pessoa dedicada ou consultor pode criar uma restrição na apresentação em pequenas empresas.
	Não. A estrutura está de acordo com a final.

Fonte: Elaborado pelo autor

De forma geral, as respostas obtidas na avaliação demonstraram que a estrutura é aplicável e traz contribuições para a melhoria da qualidade e da produção de uma PME. Isto pode ser observado no Quadro 6, cuja média total da avaliação foi de 4,1, que corresponde, na

escala, entre concordo e concordo totalmente. As menores médias em relação aos critérios atribuídos foi vista no critério de “Nível de detalhamento” e “Aplicabilidade” onde a estrutura obteve a nota de 3,7, representando alguma fragilidade ou deficiência na estrutura, mas não necessariamente uma reprovação pelos critérios avaliados, visto que a nota está acima da média. Essa problemática pode ser solucionada através de um guia para auxiliar na aplicação e facilitar o entendimento, com utilização de exemplos de aplicação. As melhores notas foram atribuídas aos critérios de “Propósito” e “Conteúdo”, ambos com nota 4,7. Esses resultados indicam que a estrutura está coerente com os objetivos de uma implementação em PME’s e está estruturado com relação ao conteúdo, abrangendo pontos importantes para uma implementação do *Lean Manufacturing*. Com a amplitude é possível perceber que as respostas dos avaliadores possuem pouca variação, ou seja, as respostas se concentram em torno da média, havendo assim, pouca dispersão.

O avaliador 2 sugeriu que a estrutura seguisse a metodologia PDCA/DMAIC, pois esta é muito semelhante a estrutura que foi sugerida, mas que permite a obtenção dos processos de melhoria contínua. Também foi proposto enumerar as etapas e fases da estrutura, para facilitar a identificação das mesmas no texto. Observa-se algumas melhorias ou adequações que se fazem necessárias após a avaliação: reorganização da estrutura de acordo com a metodologia PDCA e simplificação das etapas, de modo a facilitar a aplicação.

4.2 ESTRUTURA DE IMPLEMENTAÇÃO FINAL

A Estrutura de implementação final tomou como base o trabalho realizado por Belhadi, Touriki e Fezazi (2016), a avaliação realizada pelos especialistas e a revisão de literatura, definindo, assim, uma estrutura nova e efetiva, para a implementação do *Lean Manufacturing* em pequenas e médias empresas. Modificações foram realizadas com base na literatura encontrada (Quadro 2). Esta estrutura, ao contrário de outras já existentes, deriva diretamente de experiências das PME’s, considerando suas características e especificidades.

Conforme proposto na avaliação realizada pelos especialistas, foi incorporada à estrutura de implementação da mesma, sob a ótica a metodologia PDCA (*plan, do, check, act*; que significa planejar, executar, checar e agir), que é amplamente utilizada para alcançar metas de melhoria, com a qual são identificados os problemas ou oportunidades de melhoria através de um ciclo de raciocínio estruturado de ferramentas de análise.

Assim, a estrutura passa a ser subdividida em 4 fases, ainda baseando-se no trabalho de Belhadi, Touriki e Fezazi (2016), mas seguindo o modelo PDCA. A estrutura precisou

sofrer alguns ajustes para incorporar o modelo PDCA. A fase de pré-implementação dividiu-se entre as etapas de planejamento e parte da execução, pois entende-se que os passos contidos nas mesmas referem-se a esta fase. Na implementação ficaram os passos específicos da execução, visto que consistem do envolvimento das pessoas e realização de atividades. A pós-implementação se decompôs nas etapas de checagem e ação, onde ocorrem as análises do que foi realizado e planejado, conferindo se o resultado ocorreu da maneira esperada, seguido do posterior compartilhamento do aprendizado e padronização dos processos. A apresentação de cada uma dessas fases é dada nas seções seguintes e, conforme ilustrada no Quadro 9.

Quadro 9 – Estrutura de implementação final – sugestões dos especialistas incorporadas

Etapas	PDCA	Passos	Ferramentas	Atividades
Pré-implementação	1 – Planejar	Estabelecimento dos objetivos e política <i>Lean</i>	<ul style="list-style-type: none"> Objetivos <i>Lean</i> Política <i>Lean</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Envolvimento dos gestores e suporte Alinhamento com as estratégias da empresa
		Formação da equipe <i>Lean</i>	<ul style="list-style-type: none"> Equipe multifuncional 	
Implementação	2 – Executar	Treinamento da equipe <i>Lean</i>	<ul style="list-style-type: none"> Treinamento 	<ul style="list-style-type: none"> Treinamento da equipe por especialista <i>Lean</i>
		Treinamento dos demais colaboradores pela equipe <i>Lean</i>	<ul style="list-style-type: none"> Treinamento em 5S 	<ul style="list-style-type: none"> Mudança cultural
		Elaboração do mapa do fluxo de valor atual	<ul style="list-style-type: none"> MFV 	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> <i>Kaizen</i> <i>Kanban</i> <i>Poka-yoke</i> TPM SMED Balanceamento de linha 	<ul style="list-style-type: none"> Formação de grupos <i>Kaizen</i> Melhoria com pequenos projetos propostas Alocação de tempo e recursos Envolvimento de todos os funcionários
		Implementação de projetos pilotos		
		Monitoramento dos resultados		
Pós-implementação	3 – Checar	Padronização das práticas <i>Lean</i>	<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento 	<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento de resultados Retroalimentação através do MFV
	4 – Agir	Processos de melhoria contínua	<ul style="list-style-type: none"> Trabalho padronizado Gestão do conhecimento 	<ul style="list-style-type: none"> Padronização das melhores práticas
		Extensão das práticas <i>Lean</i> para outros setores		

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

4.2.1 Fase 1 – Planejar

A implementação eficaz do *Lean* depende muito de uma fase inicial eficiente. Isso exigirá que a empresa certifique que todas as etapas necessárias sejam cumpridas para permitir uma execução de sucesso. Nesta fase, é necessário que haja um bom planejamento e que os funcionários sejam preparados para a aplicação dos princípios e ferramentas *Lean*, o que acontece com o apoio de toda a equipe de liderança, para que os demais funcionários estejam confiantes, adquirindo o conhecimento necessário para a aplicação da metodologia.

Os gestores devem demonstrar liderança, comprometimento e compreensão do projeto, estabelecendo os objetivos e elaborando a política *Lean*, sendo que estes devem estar alinhados com as políticas globais da empresa. Os objetivos de produtividade e qualidade devem ser afirmados e reforçados com a cultura de melhoria contínua.

Em seguida, forma-se a equipe *Lean*, que deve ser multidisciplinar e se tratando de uma pequena empresa, deve conter poucos indivíduos. De acordo com Liker (2005), é fundamental a formação de equipes de trabalho, pois estas são responsáveis por complementar as operações diárias e melhorar o desempenho continuamente, criando uma cultura de crescimento mútuo, onde todos trabalhem para atingir objetivos comuns. A confiança recíproca entre os membros da equipe e os líderes é fundamenta na implementação do *Lean*. A equipe fica responsável pelo gerenciamento das atividades, possuindo autoridade para tomada de decisões, tornando-se uma forma de desenvolver habilidades nos funcionários.

4.2.2 Fase 2 – Executar

Dentre os membros da equipe *Lean*, um líder (ou consultor *Lean*) será encarregado de ensinar e treinar os colaboradores que fazem parte dessa equipe, podendo este ser um funcionário que tenha recebido treinamento externo, ou um consultor especialista contratado. Os treinamentos devem ser realizados de uma forma completa, através de desafios e esforços conjuntos, levando em consideração o progresso dos funcionários, conhecendo profundamente os processos produtivos da empresa e garantindo que todos os trabalhadores tenham condições de realizar suas tarefas, oferecendo suporte em casos de dificuldade ou problemas (CLASSEN; NEUHAUS, 2013; BELHADI; TOURIKI; FEZAZI, 2016).

O treinamento deve seguir os seguintes temas:

- a) Mentalidade e cultura *Lean*: importância para a gestão, ganhos na produtividade e aumento da competitividade das empresas;

- b) Tipos de desperdícios e como identificá-los;
- c) Ferramentas *Lean*: mapeamento do fluxo de valor (MFV), 5S, trabalho padronizado, *kaizen*, *kanban*, manutenção produtiva total (TPM), troca rápida de ferramenta (SMED), *poka-yoke*, balanceamento de linha.

O treinamento deve basear-se em palestras, apresentando os conceitos, princípios e ferramentas *Lean*, destacando os benefícios e vantagens da sua utilização. Também faz parte do treinamento a realização de simulações, onde os colaboradores são estimulados a resolver uma situação-problema real no ambiente de trabalho, utilizando ferramentas do *Lean Manufacturing*. O objetivo é que sejam fornecidas as ferramentas, desde as mais simples até as mais elaboradas, para que os funcionários sejam capazes de desenvolver a capacidade de solucionar problemas cotidianos.

Nesta fase, o foco é na melhoria do desempenho em todos os níveis da organização. De início, a equipe *Lean* fica responsável pelo treinamento dos demais colaboradores, de modo a preparar a empresa como um todo para as mudanças necessárias. Este treinamento segue a mesma linha da etapa anterior, de modo que a equipe repasse os conhecimentos adquiridos aos demais colaboradores, onde uma mudança cultural das pessoas deve ocorrer. A equipe *Lean* precisa treinar os colaboradores, educando-os às suas ferramentas, a fim de que se obtenha uma força de trabalho familiarizada e preparada para a mudança.

A equipe *Lean* deve estar orientada para o chão de fábrica, a fim de que se construa o senso de propriedade e responsabilidade que são necessárias ao processo de melhoria. A primeira prática a ser efetivamente executada é um forte programa 5S, que é indicado por diversos pesquisadores como uma ferramenta consumidora de poucos recursos financeiros e eficiente o suficiente para ser benéfica durante a jornada de implementação do *Lean* (LEE, 2004). Todos os colaboradores devem passar por treinamentos, desde os níveis mais altos até os mais baixos da organização, facilitando os planos de melhorias (BELHADI; TOURIKI; FEZAZI, 2016).

O próximo passo na fase de implementação é fazer o mapeamento do fluxo de valor (atual e futuro), analisando o status atual do processo, identificando oportunidades de melhoria, onde exista a capacidade máxima de desempenho. Para ilustrar uma situação real, é apresentado um mapa do fluxo de valor atual e futuro para o estudo de caso, conforme exemplificado nas seções seguintes. A equipe *lean* deve identificar os locais passíveis de melhorias, ou seja, deve estar focada em encontrar os problemas existentes, identificando os que estejam causando impactos negativos nos resultados da empresa (perda de produção, alto

índice de refugo, qualidade, etc), seguido da análise do fenômeno, para que seja identificado onde o problema ocorre com maior frequência, qual o seu comportamento e se o mesmo é localizado (abrangência), definindo então, o local inicial de trabalho. Este deve ser o fluxo de valor de prioridade máxima, pois segundo Belhadi, Touriki e Fezazi (2016) a seleção do perímetro inicial de ação é crucial para concentrar os recursos e maximizar os ganhos da empresa.

Esta é a etapa de se colocar em prática e implementar as modificações levantadas pelos grupos de colaboradores. Trata-se de uma fase de aprendizado, inicialmente, e que deve ter apoio da gerência. As ações, num primeiro momento, devem ser as mais fáceis de serem implementadas e possíveis de obter bons resultados, para que haja o caráter motivador para a continuidade dos projetos. Os grupos devem ter autonomia para trabalhar, sugerir e definir soluções, por isso a necessidade da transparência, inclusive da gerência, para analisar e avaliar recursos, caso seja necessário. Grupos *kaizen* podem ser formados para auxiliar os processos.

Em seguida, é realizada a implementação de projetos pilotos, uma vez identificadas as oportunidades de melhorias, é imprescindível selecionar e implementar ferramentas *Lean*. Os projetos propostos devem garantir que qualquer expansão da implementação seja baseada na precisão, eficácia e eficiência (MOSTAFA; DUMRAK; SOLTAN, 2013).

Por último, devem ser observadas as métricas *Lean*, tais como tempo de ciclo, *lead time*, tempo de agregação de valor e indicadores de produção. Após identificadas as oportunidades de melhorias, são selecionadas ferramentas LM que possam ser aplicadas ao contexto da empresa. Através do mapa do fluxo de valor futuro, é possível vislumbrar um novo cenário para a organização, onde são organizados projetos propostos de implementação, para que seja garantida a expansão da implementação.

4.2.3 Fase 3 – Checar

A fase de pós-implementação possui papel fundamental na conclusão da implementação *Lean* e na garantia de melhoria contínua. Inicia-se com o monitoramento dos resultados obtidos, medindo o progresso que se está fazendo, de modo a comprovar ou não a efetividade dos trabalhos executados conforme os objetivos estabelecidos na etapa Planejar. Caso os objetivos não tenham sido alcançados, são necessários novos estudos, ações e treinamentos para que sejam reforçados os conhecimentos sobre o *Lean*. Uma vez que os objetivos tenham sido atingidos, as melhores práticas utilizadas devem ser capitalizadas, padronizadas e compartilhadas, de tal modo que sejam conduzidos a processos de melhoria

contínua. As métricas levantadas durante a fase da execução devem ser comparadas com as atuais para que se possa fazer um acompanhamento, visualizar as melhorias, pontos ainda problemáticos e estabelecer soluções.

4.2.4 Fase 4 – Agir

Para que esta fase seja efetiva e garanta o ciclo, devem ser realizadas as padronizações das práticas *Lean*, com os quais os colaboradores permaneçam engajados e mantenha a cultura de sempre buscar a melhoria contínua. Com a formação desses grupos *kaizen* os trabalhadores desenvolvem suas atividades sempre da melhor maneira possível, reduzindo custos, utilizando de alternativas inovadoras e sempre evoluindo os treinamentos, pois a ideia é sempre melhorar os processos, sem deixar que ocorram retrocessos no processo de implementação.

Para obtenção dos processos de melhoria contínua, o *kaizen* também faz uso de outras ferramentas *Lean*, tais como: *kanban*, *poka-yoke*, TPM, gestão visual, gestão do conhecimento, padronização. A melhoria contínua também desenvolve e envolve todos os colaboradores de uma organização para que juntos busquem o aperfeiçoamento dos produtos e processos, que resulta em uma melhor qualidade final dos produtos e maior satisfação dos clientes. As práticas bem-sucedidas devem ser aplicadas em outros setores, aumentando a implementação do *Lean* na empresa.

A gerência deve sempre apoiar as iniciativas, verificando se há a necessidade de aumentar os estímulos dos funcionários. Uma forma de se estimular, é a divulgação interna de resultados, dados e informações que tenham credibilidade para promover o ciclo de busca contínua pela melhoria/perfeição.

4.3 ESTUDO DE CASO EM UMA PME

O estudo realizado neste trabalho, propõe um modelo que tem como objetivo analisar, promover melhorias e eliminar os desperdícios de produção, baseado na metodologia *Lean Manufacturing*. Sendo assim, a estrutura final será parcialmente aplicada, ou mesmo indicada como deveria ser implementada no caso em questão, visto que não houve abertura por parte da empresa e tempo hábil para sua implementação efetiva da estrutura final. Foram utilizados dados de produção da empresa em questão, de modo a exemplificar parcialmente a

aplicação da estrutura final proposta neste trabalho, até onde foi possível, de acordo com as possibilidades ofertadas pela empresa.

Conforme exemplificado nas seções anteriores, a proposta de implementação consiste de uma estrutura, onde são seguidos os passos de três fases principais: pré-implementação, implementação e pós-implementação. Com a dificuldade de implementação efetiva, serão apenas utilizados os mapas do fluxo de valor atual e futuro, demonstrando as ações sugeridas, bem como a sugestão de ferramentas a serem utilizadas para resolver os problemas existentes na linha de produção e percebidos nas avaliações realizadas.

4.3.2 Resultados do estudo de caso

O estudo de caso foi utilizado para fazer a aplicação parcial da estrutura de implementação final, de modo a visualizar a realidade existente em uma empresa, aplicar alguns dos conceitos e testar os mesmos. O estudo de caso foi realizado somente como forma de uma exemplificação da implementação para a empresa em questão.

4.3.2.1 Planejar

No planejamento são definidos os objetivos, sendo a primeira fase do ciclo PDCA, onde deve-se estabelecer um plano baseado nas diretrizes da empresa, estabelecendo também os objetivos, caminhos e os métodos a serem seguidos. É caracterizada pelo estabelecimento de um plano de ações e está dividida em duas etapas: a primeira consiste na definição do que se quer, planejando o que será feito. Este planejamento envolve a definição dos objetivos, estratégias e ações, sendo que estes devem estar claramente quantificáveis (definir as metas) (PACHECO *et al.*, 2012).

A fase de planejamento ficou dividida da seguinte maneira:

- a) Estabelecimento dos objetivos e política *Lean*;
- b) Formação da equipe *Lean*.

Estabelecimento dos objetivos e política *Lean*

Em primeiro lugar, a administração deve demonstrar liderança e que está comprometida com o projeto de implementação, elaborando a política e estabelecendo os objetivos *Lean*, sendo que estes devem estar de acordo com a política global e estratégica da empresa. A empresa estudada já possui a motivação para as mudanças necessárias, onde seus

gestores vêm se preocupando com a qualidade dos produtos e a efetividade das suas linhas de produção.

A gestão da empresa deve estar envolvida para definir as ações que pretende apoiar, inclusive quais os incentivos financeiros serão aprovados. Ou seja, o objetivo com relação a implementação *Lean* na empresa seria a melhoria da qualidade dos seus produtos e a redução dos custos de fabricação. A política *Lean* deve seguir os interesses da empresa, que são: qualidade superior e satisfação do cliente. A empresa e os gestores devem estar envolvidos, priorizando ações que não necessitem de grandes investimentos financeiros, pois a empresa busca a redução de custos e a sua disponibilidade financeira é limitada.

Formação da equipe *Lean*

O responsável pelo PCP, que também atua como gestor da empresa, fica com a tarefa de indicar os integrantes da equipe *Lean* sendo o líder da mesma. Por se tratar de uma pequena empresa, esta não deve conter muitos indivíduos, no entanto, deve se tratar de um grupo multifuncional. Portanto, a equipe *Lean* deverá conter um membro da produção, um membro da expedição e um membro do setor de manutenção.

O encarregado do PCP por ocupar também um cargo de gestor, possui autonomia para avaliar investimentos financeiros, custos e realizar a aprovação de projetos. Portanto, deve estar diretamente ligado às atividades desenvolvidas pela equipe *Lean* durante todo o processo de implementação.

4.3.2.2 Executar

É a etapa de treinamento dos colaboradores e execução dos objetivos desenvolvidos durante o planejamento. Significa implementar os processos, ou seja, executar as atividades recomendadas na etapa anterior, sendo realizadas dentro de um cronograma determinado, onde todas as ações são registradas e supervisionadas (FORNARI, 2010).

A fase de execução ficou dividida da seguinte forma:

- a) Treinamento da equipe *Lean*;
- b) Treinamento dos demais colaboradores pela equipe *Lean*;
- c) Elaboração do mapa do fluxo de valor atual;
- d) Elaboração do mapa do fluxo de valor futuro;
- e) Implementação de projetos pilotos;
- f) Monitoramento dos resultados.

Treinamento da equipe *Lean*

Para um treinamento otimizado e efetivo da equipe *Lean*, é necessário que haja uma pessoa com o conhecimento necessário para realizá-lo. Sendo assim, o líder da equipe *Lean*, que é o responsável pelo PCP, deve participar de um curso sobre *Lean Manufacturing*, de modo a ser o consultor quem repassará os conhecimentos aos membros da equipe.

Feito isso, o líder realizará o treinamento do restante da equipe. Deve ser um treinamento a nível operacional e conter pelo menos os seguintes temas:

- a) Mentalidade e cultura *Lean*: importância para a gestão, ganhos na produtividade e aumento da competitividade das empresas;
- b) Tipos de desperdícios e como identificá-los;
- c) Ferramentas *Lean*: mapeamento do fluxo de valor (MFV), 5S, trabalho padronizado, *kaizen*, *kanban*, manutenção produtiva total (TPM), troca rápida de ferramenta (SMED), *poka-yoke*, balanceamento de linha.

O treinamento deve ocorrer por meio de palestras, onde apresentam-se os conceitos, princípios e ferramentas *Lean*, utilizando exemplos práticos para destacar os benefícios e vantagens da sua utilização. Também devem ser realizadas simulações, onde a equipe seja estimulada a resolver uma situação real no ambiente de trabalho, utilizando as ferramentas *Lean*, para que os mesmos sejam capazes de desenvolver a habilidade de solucionar problemas do cotidiano da empresa.

Treinamento dos demais colaboradores pela equipe *Lean*

Após o treinamento da equipe *Lean*, seus membros serão responsáveis pela multiplicação do conhecimento obtido e repassar para o restante da organização. Isso significa que a equipe será responsável por realizar o treinamento dessas pessoas, seguindo as mesmas etapas descritas no estágio anterior. É importante que os treinamentos sempre estejam sendo atualizados, de modo a manter o conhecimento sempre em alta, com ações e demais atividades realizadas de acordo com a metodologia *Lean*.

Também é necessário que hajam sempre treinamentos operacionais, focados na solução de problemas. Como já foi citado anteriormente, há um problema recorrente com os discos de alumínio que rompem durante a etapa da conformação na prensa. Portanto, é recomendado que se estabeleça um treinamento para inspeção dos discos de alumínio, para que se reduza o índice de refugo neste posto de trabalho.

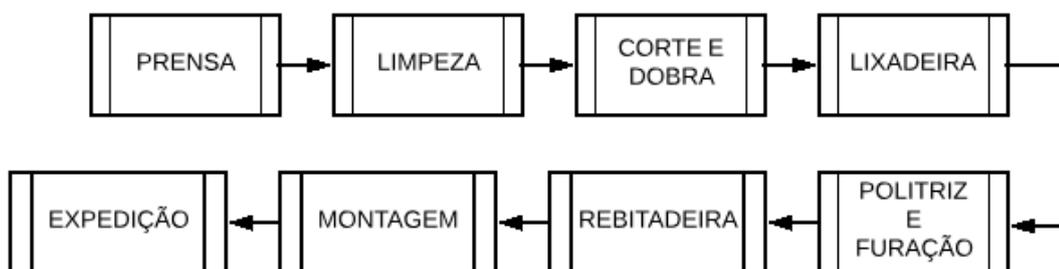
Elaboração do mapa do fluxo de valor atual

Segundo Rother e Shook (2012), O Mapeamento do Fluxo de Valor – MFV (*Value Stream Mapping – VSM*) é uma técnica de modelagem indispensável para identificar desperdícios, ou seja, as atividades que não agregam valor para o cliente, onde é possível visualizar o processo produtivo, que é representado por um fluxo de informações e materiais. O MFV pode então ser definido como uma ferramenta que dá suporte à implementação de um sistema *Lean*. A metodologia de mapeamento do fluxo de valor segue as seguintes etapas básicas:

- a) Selecionar uma família de produtos;
- b) Desenhar o mapa do estado atual;
- c) Desenhar o mapa do estado futuro;
- d) Criar plano de trabalho e implementação de melhorias.

Conforme indicado na fase de planejamento, o produto escolhido para realizar o estudo foi o das painéis de pressão de 4,5 litros, que é o produto com a maior demanda dessa família, levando-se em consideração o volume de vendas entre os meses de janeiro a novembro de 2017. Estas são responsáveis por pelo menos 70% da produção total de painéis de pressão. Elas passam por sete processos do sistema produtivo da empresa, conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3 – Estrutura da linha de produção



Fonte: Elaborado pelo autor.

- a) Prensa: tem a função de dar o formato ao disco de alumínio, adquirindo assim um formato volumétrico e oco, previamente definido. Os discos de alumínio são lubrificados e estampados (deformados a frio), de forma a obter-se o formato da panela. Após os discos passarem pela prensa, são armazenados em um estoque intermediário;

- b) Limpeza: limpeza da graxa utilizada na etapa de estampagem;
- c) Corte e dobra: destinado a fazer o acabamento em painéis de pressão de fechamento interno, faz a dobra interna e o corte ovalizado, onde posteriormente é feito o encaixe da tampa da panela.
- d) Lixadeira: faz a retirada de rebarbas interiores e exteriores que restaram do processo anterior.
- e) Politriz e furo: faz o acabamento final, polimento da superfície da panela e o furo para a fixação do cabo.
- f) Rebitadeira: coloca o rebite para fixação do cabo auxiliar da panela.
- g) Montagem: são fixados os cabos da panela.
- h) Expedição: montagem final e embalagem.

Para a elaboração do desenho do mapa do fluxo de valor do estado atual foram coletadas previamente informações que são essenciais sobre o produto analisado. A empresa trabalha em um turno, das 8h30min às 17h30min, com um intervalo de 1h30min de almoço e 5 minutos para trocas de lixas, ou seja, são cerca 26.700 segundos disponíveis para trabalho.

Seguindo a metodologia proposta por Rother e Shook (2012), o mapeamento do estado atual representa o fluxo de informações e materiais. Este deve ser fiel aos acontecimentos da empresa, apresentando o sequenciamento de processos, fluxos de informações e materiais, de modo a propiciar uma visão geral do estado da unidade produtiva. Na situação real de implementação na empresa, o MFV deveria ser realizado pela equipe *Lean*. A unidade de análise utilizada na pesquisa foi o processo de fabricação de painéis de pressão, sendo o mesmo mapeado do fornecedor até o cliente, incluindo os fluxos de material e informação, conforme ilustrado no Apêndice A. A família de produtos selecionada, a título de exemplo, ficou definida como sendo a linha de produção de painéis de pressão de 4,5 litros. Essa escolha se justifica por ser o principal produto produzido pela empresa, que representa pelo menos 70% de toda a produção. Por se tratar do produto com maior demanda da empresa, é também o que mais preocupa os gestores. A própria gestão da empresa aponta os problemas na prensa, onde os discos rompem durante a conformação, como o grande problema que ocorre nesta linha, que gera uma taxa alta de refugo.

Como é possível observar no Apêndice A, o fluxo de informações se inicia com os clientes realizando seus pedidos, diretamente com um representante comercial, sendo este responsável por passar os pedidos por meio eletrônico ao responsável pelo setor de

planejamento e controle de produção. Por se tratar de uma produção baseada na demanda do cliente, o PCP faz o planejamento diário, de acordo com os pedidos recebidos, para um período de aproximadamente 2 semanas.

O fluxo de materiais começa no estoque de matéria-prima, que é composto de discos de alumínio que são entregues pelo fornecedor, que faz entregas variadas, geralmente todos os dias da semana, dependendo da necessidade de produção. Nos quadros subsequentes são apresentadas as etapas do processo e algumas informações características, que foram levantadas diretamente do processo, como: tempo de ciclo, tempo de troca de ferramenta, disponibilidade do equipamento/processamento, tempo disponível de operação, turnos de funcionamento, quantidade de refugo e o número de colaboradores envolvidos no processo.

Também é possível visualizar no mapa os tempos de processamento de cada etapa do processo produtivo, sendo que o *lead time* de produção, ou tempo total de processamento é de 8 horas e 20 minutos, sendo, deste total, apenas 168 segundos de agregação de valor ao produto, ou seja, mais de 8 horas de tempo de não agregação de valor. Estas horas de não agregação de valor representam os recursos que são desperdiçados entre o pedido do cliente até a o produto acabado, sendo estes custos que o cliente não está disposto a pagar. No caso da implementação efetiva na empresa, deveria ser criado um grupo *kaizen*, para analisar a situação atual do mapa do fluxo de valor.

A equipe *Lean* juntamente com seu líder, deve avaliar a situação atual da empresa, de modo a identificar os problemas existentes. Esta etapa consiste em um *brainstorming*, onde todos devem destacar problemas identificados no ambiente de trabalho, como dificuldades e desperdícios encontrados na empresa de uma maneira geral. O objetivo principal é coletar e organizar ideias de todos os participantes da equipe, para que seja possível identificar as causas dos problemas, utilizando os conhecimentos dos participantes sobre o assunto. O exemplo de um *brainstorming* para a empresa é mostrado Quadro 10.

Quadro 10 – Exemplo de um *brainstorming* para identificar problemas na empresa (continua)

Passos do <i>brainstorming</i>	Descrição
1 – Definir um líder: o líder deve ser o direcionador do grupo. Como se trata de um grupo compartilhando ideias, é importante que haja um líder para organizar corretamente as etapas executadas, evitando conflitos.	O líder pode ser o próprio líder da equipe <i>Lean</i> .

(continuação)

2 – Colaboração dos membros: todos os membros da equipe devem colaborar com ideias. O líder deve incentivar os participantes a expor suas ideias, por mais que não sejam utilizadas, estimulando a criatividade das pessoas.	Todos os membros da equipe devem colaborar com ideias sobre os problemas enfrentados pela empresa. Exemplo: um problema que acontece na empresa são os rompimentos dos discos de alumínio na etapa da prensa.
3 – As ideias não devem ser criticadas: a quantidade de ideias é essencial para o processo de resolução de problemas.	Após todos os membros mostrarem suas ideias, as mesmas devem ser sintetizadas em categorias. Exemplo: um fator que pode ocasionar os rasgos nos discos é algum problema com a matéria-prima. Também pode haver problemas no equipamento, que fazem com que o disco rompa.
4 – Cronometrar o tempo para as anotações: ajuda a equipe a se manter focada.	Cada membro deve ter um período específico para fazer as anotações de suas ideias.
5 – Registro das ideias	Providenciar um quadro ou cartolina para anotar as ideias propostas, para que todos possam ver a construção das ideias.
6 – Não apontar culpados: a ideia é solucionar problemas e não encontrar culpados.	Focar na solução dos problemas encontrados na empresa. Exemplo: inserir algum tipo de verificação da qualidade dos discos antes de iniciar o processo na prensa.
7 – Selecionar as melhores ideias	Ainda com o grupo reunido, fazer uma análise crítica das ideias expostas e selecionar as melhores. Priorizar ideias que possam ser executadas. Exemplo: inspecionar os discos de modo a evitar que os mesmos gerem defeitos durante a conformação na prensa.

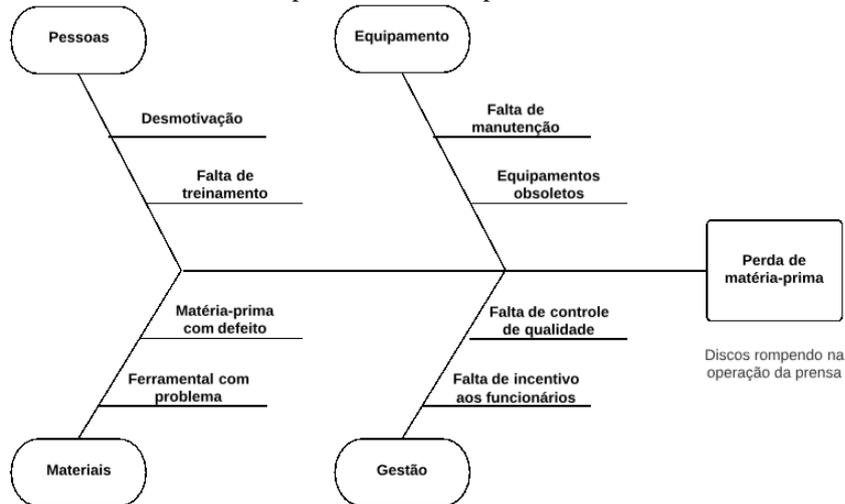
Fonte: Elaborado pelo autor.

Devem ser escolhidos problemas que venham impactando nos resultados da empresa, tais como perda de produção, alto índice de refugo, qualidade afetada. Os problemas são levantados, deve-se definir as prioridades e quais serão atacados inicialmente. Deve-se também analisar o histórico do problema, qual o seu comportamento ao longo dos anos, com qual frequência o mesmo ocorre. Por exemplo, o rompimento dos discos de alumínio durante a sua conformação na prensa é recorrente. Como os discos são deformados a frio, as suas propriedades mecânicas devem ser respeitadas para que o disco seja capaz de suportar o processo e dar forma à panela. A empresa tem o conhecimento de que os defeitos ocorrem quando os discos de alumínio não estão de acordo com essas características.

Para que haja foco nos esforços, é necessário e fundamental conhecer profundamente e estratificar o problema, ou seja, empenhar-se em desdobrá-lo em problemas prioritários mais simples, observando por diversos ângulos. Devem ser feitos alguns questionamentos, tais como: local e intensidade que o problema acontece; comportamento do indicador analisado; se há variabilidade; se o problema é localizado; se é possível priorizar alguma atividade.

Aqui pode ser utilizado um diagrama de causa-efeito, para auxiliar o processo de identificação dos problemas e suas causas, na tentativa de os eliminar. O diagrama de causa-efeito para a situação dos discos de alumínio no setor da prensa é apresentado na Figura 4.

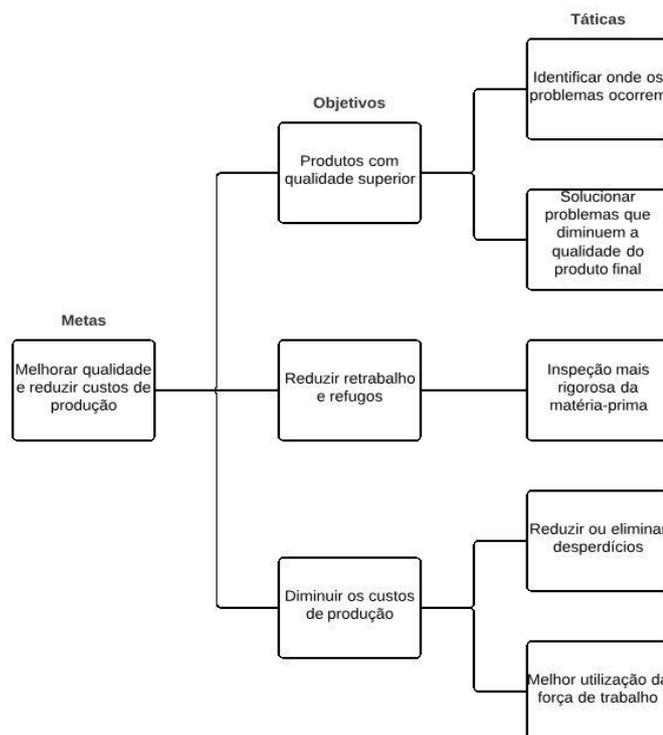
Figura 4 – Diagrama de causa-efeito – exemplo dos discos na prensa



Fonte: Elaborado pelo autor.

O diagrama de árvore serve para enunciar um problema ou questão e identificar as causas prováveis que contribuem para o problema. O diagrama de árvore para esta situação é apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Diagrama de árvore



Fonte: Elaborado pelo autor.

O sistema de produção do estado atual caracteriza-se pela produção sob encomenda e de forma empurrada, ou seja, o PCP envia as ordens de produção para a linha de produção e os postos de trabalho que produzem empurram a produção para os processos subsequentes. Durante a coleta de dados, foram observados, de forma geral, alguns problemas:

- a) O fato de o sistema ser empurrado, ou seja, produzindo e empurrando o produto de acordo com as programações recebidas do Controle de Produção, em vez de atender as necessidades reais dos processos seguintes, causando um acúmulo grande de estoques intermediários entre os postos de trabalho e gerando desperdício;
- b) O tamanho de lotes é grande (1000 peças), ocasionando superprodução e diminuindo a flexibilidade de produção, visto que o tempo de setup de máquina também é alto;
- c) A etapa de corte e dobra, lixadeira, politriz e furo causam um desbalanceamento da linha de produção, sendo identificados como os gargalos de produção;
- d) A empresa realiza a entrega das mercadorias com caminhão próprio, portanto é necessário que a carga do caminhão esteja completa para que o envio do produto seja liberado. Ou seja, a demanda de produção ocorre de acordo com a liberação do caminhão;
- e) Produtos prontos ficam aguardando a liberação do caminhão, gerando desperdício de espera;
- f) O potencial criativo e intelectual dos colaboradores não é utilizado, gerando perdas de tempo, habilidades e melhorias.

Analisando com mais detalhe, foram identificados alguns desperdícios decorrentes de cada etapa do processo de fabricação e que estão listados no Quadro 11.

Quadro 11 – Desperdícios identificados com o mapa do estado atual (continua)

Processo	Desperdícios identificados	Ocorrência
Prensa	<ul style="list-style-type: none"> • Excesso de processamento • Superprodução • Defeitos 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de padronização do processo de lubrificação do disco, que é realizado de forma manual e artesanal • Tempo de <i>setup</i> elevado por falta de organização • Processo com maior taxa de refugo, que gera sucata, sem condição de retrabalho

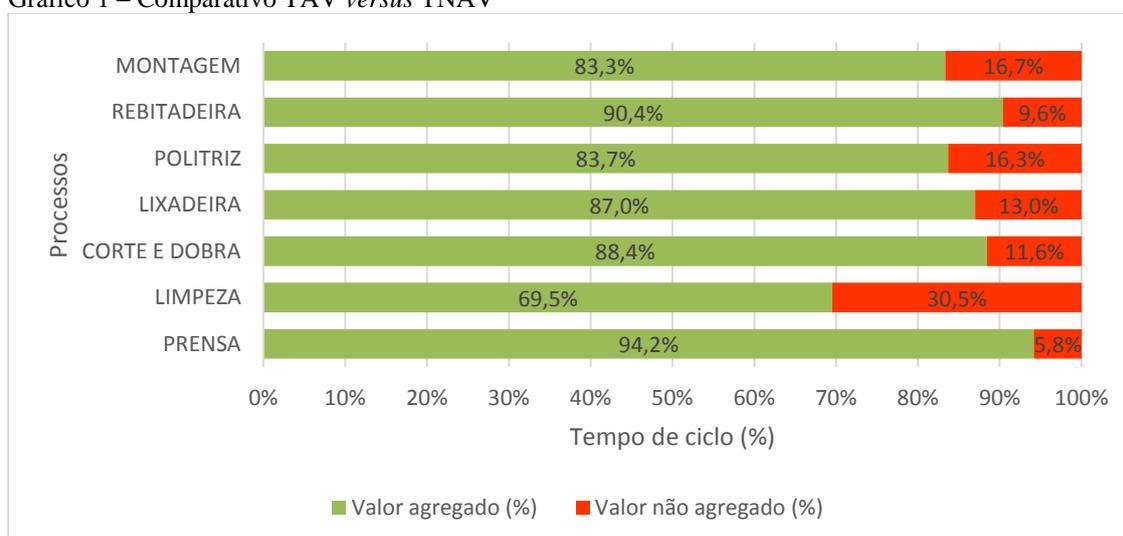
(continuação)

Limpeza	<ul style="list-style-type: none"> Excesso de processamento 	<ul style="list-style-type: none"> Falta de padronização no processo de limpeza, o que acarreta diferenças no tempo do processamento de uma peça e outra
Corte e dobra	<ul style="list-style-type: none"> Superprodução 	<ul style="list-style-type: none"> Tempo de <i>setup</i> elevado por falta de organização
Lixadeira	<ul style="list-style-type: none"> Defeitos 	<ul style="list-style-type: none"> Processo com segunda maior taxa de refugo, que gera retrabalho ou sucata
Politriz e furação	<ul style="list-style-type: none"> Superprodução 	<ul style="list-style-type: none"> Tempo de <i>setup</i> elevado por falta de organização
Rebitadeira	<ul style="list-style-type: none"> Espera 	<ul style="list-style-type: none"> Processo fica em espera de colaborador que está cumprindo outras funções. Muitas vezes é realizado após o término do lote nas etapas anteriores.
Montagem	<ul style="list-style-type: none"> Espera 	<ul style="list-style-type: none"> Processo fica em espera de colaborador que está cumprindo outras funções. Muitas vezes é realizado após o término do lote nas etapas anteriores.
Expedição	<ul style="list-style-type: none"> Espera 	<ul style="list-style-type: none"> Processo fica em espera de colaborador que está cumprindo outras funções. Muitas vezes é realizado após o término do lote nas etapas anteriores.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir da análise dos processos e da determinação dos desperdícios encontrados, foi possível identificar as atividades que agregam valor e as que não agregam valor algum ao produto. O Gráfico 1 mostra uma comparação do tempo de agregação de valor (TAV) e o tempo de não agregação de valor (TNAV) de cada processo produtivo. Os dados mostram que existem tempos consideráveis atualmente dispendidos nos processos e consumido por atividades que não agregam valor aos produtos, tais como movimentos desnecessários, que por sua vez, geram custos. Nota-se também, o desbalanceamento de algumas atividades.

Gráfico 1 – Comparativo TAV *versus* TNAV



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com todos os problemas e desperdícios identificados no mapa atual e após sua análise, atenta-se para a necessidade da construção de um mapa do estado futuro, onde estes sejam encarados como oportunidades de melhorias, otimizando o processo produtivo.

Elaboração do mapa do fluxo de valor futuro

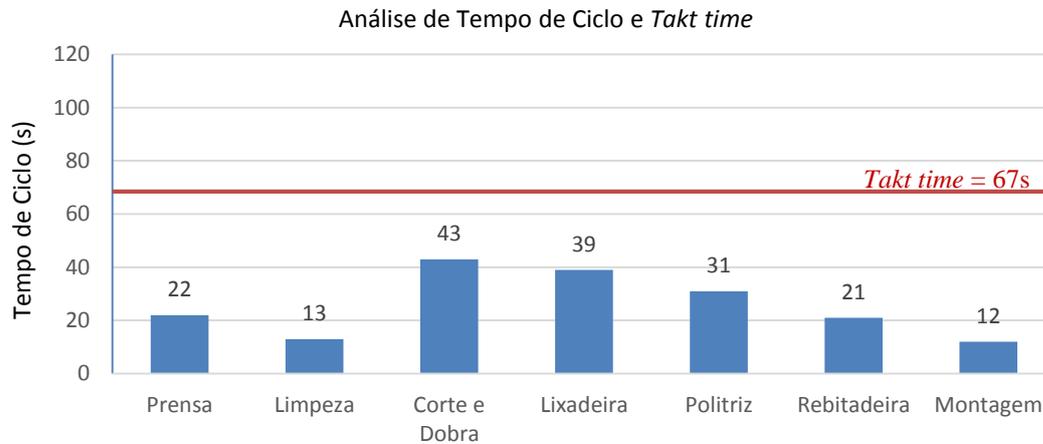
O propósito de mapear o fluxo de valor é encontrar as fontes de desperdício e eliminá-las através do mapa do fluxo de valor do estado futuro, o que pode ser uma realidade para a organização em um curto prazo de tempo. É necessário que os processos sejam voltados aos clientes, por meio de fluxo contínuo ou puxado, onde cada processo se aproxime o possível de produzir apenas o que é solicitado pelo cliente e quando for preciso (ROTHER; SHOOK, 2012).

Para a elaboração do desenho do mapa do fluxo de valor do estado futuro foram consideradas as informações coletadas no sistema produtivo, e foram então analisadas as perdas que poderiam ser eliminadas, afim de apresentar a situação futura desejável para o processo estudado. Para a elaboração do mapa do fluxo do estado futuro, algumas questões devem ser solucionadas:

Qual é o *takt time*? O *takt time* é a frequência com que deve-se produzir uma peça, baseado no ritmo de vendas para atender a demanda dos clientes. Calculou-se o *takt time* com base em uma demanda projetada de 400 painéis por turno (média de produção). Considerando o tempo disponível e a demanda diária, obteve-se um *takt time* de 67 segundos (1 minuto e 7 segundos), ou seja, para atender a demanda do cliente dentro do tempo de trabalho disponível, a empresa precisa produzir um painel a cada 67 segundos. Este número não inclui o tempo de paradas de equipamentos, mudanças entre os tamanhos de painéis ou para produzir refugos.

A produção será direcionada para um supermercado de produtos acabados ou diretamente para a expedição? Foi definido que a produção irá utilizar supermercados do sistema *kanban*, onde a produção do posto anterior fica com o produto aguardando ser retirado pelo processo subsequente, produzindo então outro contenedor.

Onde é possível a utilização de um fluxo contínuo? O processo segue um único fluxo. O Gráfico 2, mostrado a seguir, resume os tempos atuais totais dos ciclos para cada processo. Os ciclos de limpeza e montagem, são muito rápidos (13 e 12 segundos, respectivamente), e os restantes, também estão abaixo do *takt time*, o que, segundo Abdelhadi (2015) faz com que a produção esteja subutilizada, ou seja, está ocorrendo o excesso de produção, acarretando em um desperdício.

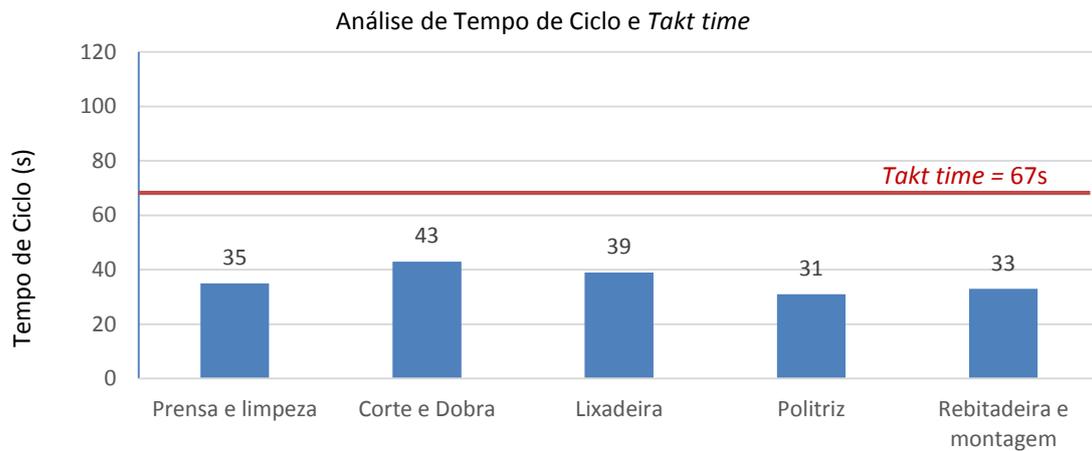
Gráfico 2 – Comparação entre o Tempo de Ciclo e o *Takt time* em cada processo

Fonte: Elaborado pelo autor.

Avaliando o gráfico é possível observar que existem desperdícios em todos os processos, pois estão abaixo do *takt time*, ou seja, os postos estão ociosos. Na situação mostrada é possível avaliar a quantidade de operadores necessários para atender a demanda, que é o número teórico de operadores (N), através da Equação 1:

$$N = \frac{\text{Tempo total de operações}}{\text{Takt time}} = \frac{168 \text{ segundos}}{67 \text{ segundos}} = 2,5 \text{ operadores} \quad (1)$$

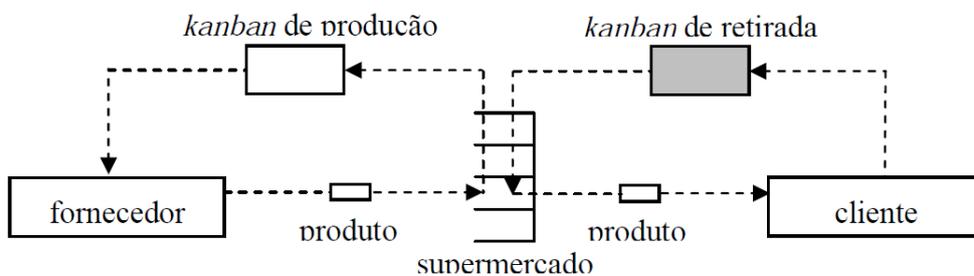
O resultado revela que aproximadamente três operadores seriam necessários para trabalhar nessa linha de montagem em um fluxo contínuo, se as atividades assim permitissem, os atuais oito operadores seriam subutilizados. No entanto, uma redistribuição dos elementos de trabalho não é suficiente para eliminar a necessidade dos oito operadores. Portanto, o ideal é que o tempo de ciclo e o *takt time* estejam com valores próximos. Uma solução para que se tenha um fluxo contínuo é integrar alguns processos, como: prensa e limpeza; e rebitadeira e montagem, onde têm-se uma produção mais nivelada, conforme mostrado no Gráfico 3. Por este gráfico pode-se verificar que a produção poderia ser maior, para isso necessitaria abrir outras frentes de vendas.

Gráfico 3 – Comparação entre o Tempo de Ciclo e o *Takt time* com a junção de processos

Fonte: Elaborado pelo autor.

Onde será necessário introduzir sistemas puxados com supermercados para controlar a produção dos processos? É necessário uma gestão onde o último posto seja o puxador que dita o ritmo. Embora deva-se sempre buscar pelo fluxo contínuo, em alguns pontos pode haver a necessidade da instalação de sistemas puxados com base em supermercados. A Figura 6 apresenta o sistema puxado com base em supermercado.

Figura 6 – Sistema puxado com base em supermercado



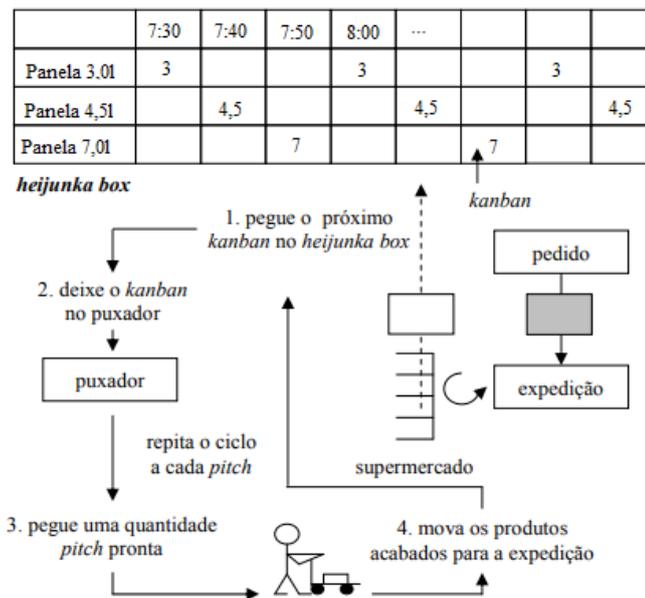
Fonte: Rother e Shook (2012)

Em que ponto único da cadeia de produção (“processo puxador”) será utilizado para programar a produção? A produção deverá deixar de obedecer as datas previstas de entrega conforme a limitação do caminhão de entrega. A montagem deve ser o processo puxador, e ditará o ritmo da rebitadeira, que é o processo precedente, e assim por diante. Porém, visualizando uma possível mudança, o indicado seria utilizar outra forma de entrega, que não dependa exclusivamente do caminhão próprio, o que limita a programação da produção. Verificar a viabilidade de despachar as encomendas por transportadora, por exemplo, pois assim o PCP poderia utilizar uma outra forma de planejamento.

Como será nivelado o mix de produção no processo puxador? Com o nivelamento dos postos de trabalho, conforme o Gráfico 3, as atividades ficam aproximadamente balanceadas. Porém para nivelar o mix dos produtos, deve-se diminuir os tempos de *setup*, para agilizar a produção dos diversos produtos, atendendo às solicitações dos clientes com um *lead time* curto e com pequeno estoque de produtos acabados. Para o nivelamento do volume e do mix de produção pode-se utilizar o *heijunka box*. A Figura 7 apresenta o nivelamento do volume de produção inserido no *heijunka box*.

Qual incremento de trabalho será liberado uniformemente do processo puxador? Novamente, o objetivo é atender às diferentes solicitações dos clientes com um *lead time* curto e com um estoque de produtos acabados pequeno. O nivelamento de produção consiste na liberada e retirada regular somente de uma pequena e consistente quantidade de trabalho e produto acabado no processo puxador.

Figura 7 – Mapa do fluxo de valor do estado atual



Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2012)

No *heijunka box* as linhas representam o tipo de produto e as colunas o incremento *pitch*. Um incremento natural de trabalho é calculado multiplicando-se o *takt time* de 107 segundos pela quantidade de transferência de produto acabado no processo puxador, 6 (cada fardo possui 6 painelas), que é igual a aproximadamente 10 minutos. Este é o *pitch* da pannela de pressão, correspondendo a um *kanban* para um fardo com 6 painelas. Esta é a quantidade de cada contenedor *kanban* e que define a passagem de produtos entre os postos.

Quais são as melhorias que permitem chegar ao estado futuro? Para atingir o estado futuro, é necessário primeiramente que seja feito um estudo para reduzir os tipos de perdas de produção. Seguindo o roteiro das questões anteriores, são apresentadas algumas sugestões de melhoria para as perdas identificadas, conforme descrito no Quadro 12.

Quadro 12 – Desperdícios identificados com o mapa do estado atual

Tipo de perda	Melhoria final
Excesso de processamento	<ul style="list-style-type: none"> • Padronização dos processos produtivos, pois existem etapas manuais que alteram o tempo de ciclo dos postos de trabalho • Diminuir o tempo de não agregação de valor. Exemplo: diminuindo tempos de paradas desnecessários, diminuir tempo de <i>setup</i> e redução do tamanho de lote • Realizar a junção dos processos: prensa e limpeza; rebidadeira e montagem, de modo a manter um fluxo mais contínuo, reduzir os lotes de produção ou estabelecer o <i>pitch</i>
Superprodução	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir o tempo de <i>setup</i>, através da ferramenta SMED, para deixar a produção mais flexível e uma resposta mais rápida às demandas. O tempo do <i>setup</i> deve ser reduzido para menos que 10 minutos. O <i>setup</i> deve ser programado, deve ser fornecido os materiais necessários com antecedência, para que ocorra mais rapidamente. • Reduzir o tamanho de lote com o objetivo de produzir “toda peça todo dia” e depois “toda peça todo turno” e que seja controlado pelo <i>takt time</i>.
Estoque	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminar estoques intermediários existentes entre todos os processos produtivos, verificando apenas se há necessidade de manter um estoque entre a limpeza e o corte e dobra com a utilização do <i>kanban</i> e manter o <i>just in time</i>
Defeitos	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecer uma rotina de verificação dos discos de alumínio na fase de recebimento, antes de serem utilizados na primeira etapa de processamento (prensa). Evitando desta forma que discos com potencial para falha não sejam utilizados. Podem ser utilizados dispositivos <i>poka-yoke</i> e eventos <i>kaizen</i>, ou seja, ocorrer um controle no recebimento de matéria-prima
Espera	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir o tempo de espera do caminhão para entrega, pois a entrega fica restrita ao caminhão, que precisa estar cheio para ser despachado.
Conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> • Utilização do potencial intelectual e criativo dos colaboradores deve ser incentivado com a utilização de um programa de gestão de competências. A ideia é incentivar os funcionários, através de reuniões, que os mesmos façam suas sugestões de melhorias para seu ambiente de trabalho e para a empresa como um todo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com as análises, apresentadas no Quadro 11, foi elaborado o mapa do fluxo de valor do estado futuro, como mostrado no Apêndice B. A elaboração do mapa do estado futuro foi realizada com base nos conhecimentos do *Lean Manufacturing*, que permitiram a identificação dos desperdícios no fluxo de valor da produção de painéis de pressão, possibilitando que fossem feitas sugestões de melhorias que resultem em um menor *lead time* de fabricação. Como não foi implementada nenhuma medida efetiva na empresa, alguns dados expostos no mapa do estado futuro são apenas estimativas, tais como os tempos de *setup* que foram estimados que sejam reduzidos para 10 minutos ou menos, nos postos da

prensa, corte e dobra e politriz. A quantidade de contenedores do supermercado deve ser definida conforme a dinâmica do processo. Os novos tempos apresentados são em função das etapas que foram agregadas, sendo também dados estimados.

Assim, um dentre os vários desperdícios identificados no mapa atual foi o excesso de materiais em processo, que ocorre por conta de um desnivelamento de produção. Sendo então recomendado um balanceamento de linha e a redução do tamanho de lotes de produção para que sejam reduzidos os estoques intermediários, bem como a produção ser puxada pelas necessidades do cliente. E ainda, implementar o FIFO (*first in first out*, que significa primeiro que entra primeiro que sai) para evitar a perda de matéria prima e materiais em processo por ficarem muito tempo estocadas.

Com relação a matéria prima, existe uma taxa de refugo alta no setor da prensa, no mapa do fluxo de valor atual é possível observar que é a taxa mais alta entre todos os postos de trabalho. Isso acontece quando os discos de alumínio sofrem alguma alteração durante a sua produção, os mesmos rompem durante a etapa da prensa, gerando refugo e sem a condição de retrabalho. Aqui, é recomendada que haja uma maior inspeção no recebimento dos discos, de forma a padronizar os mesmos, evitando a sua perda nesse processo.

Na etapa da prensa, é realizada uma lubrificação dos discos, onde a mesma é feita manualmente e de forma artesanal, onde não há nenhum tipo de controle ou padronização do processo. A padronização garante maior qualidade da realização da tarefa e um maior nivelamento do tempo de produção, visto que este possui grande variação por conta disso. Anteriormente, no estado atual, a prensa e limpeza da peça produzida compunham duas etapas de processamento distintas, de tal forma que havia a necessidade de um colaborador a mais, resultando em ociosidade e desperdício de recursos. Porém, os tempos operacionais destes postos eram bastante baixos, foi sugerido, conforme a literatura, a junção dessas duas etapas, de modo a obter-se um fluxo mais contínuo de produção. Desta forma, a junção destes dois postos de trabalho permite que este colaborador seja utilizado em outras funções ou processos.

O processo de corte e dobra possui o maior tempo de ciclo na linha, sendo então considerado o gargalo de produção. Portanto, deve ser considerada a alocação de um supermercado entre esta etapa e a lixadeira, de modo que supra suas necessidades e mantenha-se o fluxo contínuo. E também pode ser avaliada uma possível redução do tempo de ciclo, através de mudanças no equipamento que realiza a tarefa.

Na etapa da montagem dos produtos semiacabados, há uma série de movimentos desnecessários, pois como este colaborador não fica fixo nesta posição, quando o mesmo é

solicitado, ele precisa procurar os produtos que serão montados. Desta forma, identificou-se a oportunidade de melhoria, por meio de uma maior organização do posto de trabalho, bem como a manutenção fixa deste colaborador no posto, até que seja finalizado o lote de produção.

No que diz respeito às trocas de ferramentas, ou *setup* é necessária a intervenção para que esses tempos sejam reduzidos. Atualmente não há nenhum procedimento padrão para a troca de ferramenta. Portanto, através da ferramenta SMED, é possível que se reduzam os tempos de *setup*, dando mais flexibilidade à linha de produção.

Quanto à manutenção das máquinas e equipamentos, a mesma somente é realizada quando da quebra e parada da linha de produção. Aqui, o programa TPM deve ser fortemente utilizado, de modo a reduzir ao máximo os tempos de parada por quebra de máquina e a eliminação das causas de quebras e defeitos, garantindo que a manutenção ocorra de forma planejada e programada.

Também foi verificado o desperdício intelectual dos colaboradores, pois não há nenhum tipo de incentivo ou atividades que fomentem essa melhoria. Neste caso, a gestão por competências pode ser uma maneira eficaz para que se aloquem adequadamente a mão de obra aos objetivos estratégicos da organização. Para evitar a ocorrência desse desperdício, é necessário que haja fortes programas de treinamentos e motivação dos funcionários, tal como premiações para grupos de melhorias, sugestões na empresa, reuniões que abram espaço a opiniões e sugestões para melhoria dos processos e do ambiente de trabalho.

Deste modo, finalizando as propostas possíveis para o mapa futuro, pois é importante ressaltar que são apenas sugestões, visto que não houve oportunidade e tempo hábil para fazer a implementação da estrutura. Assim, não foi possível obter novos tempos no mapa futuro, pois não existiram mudanças efetivas no processo produtivo.

Implementação de projetos pilotos

Após a confecção do mapa do estado futuro, é necessário criar um plano de trabalho e implementação de projetos propostas, para que o estado futuro possa ser realmente atingido. A metodologia do MFV pressupõe a criação de planos de trabalho, seguindo procedimentos semelhantes aos utilizados em planos de ação feitos com a ferramenta 5W1H, muito utilizada em programas de gestão de qualidade. Para facilitar o processo de implementação, Rother e Shook (2012) sugerem que o mapa do estado futuro seja dividido em partes do fluxo mapeado, divisões essas que os autores denominam “*loops* do fluxo de valor”. Dessa maneira, a implementação se dá por etapas ordenadas de acordo com a prioridade de cada *loop*:

Loop Puxador – Objetivos:

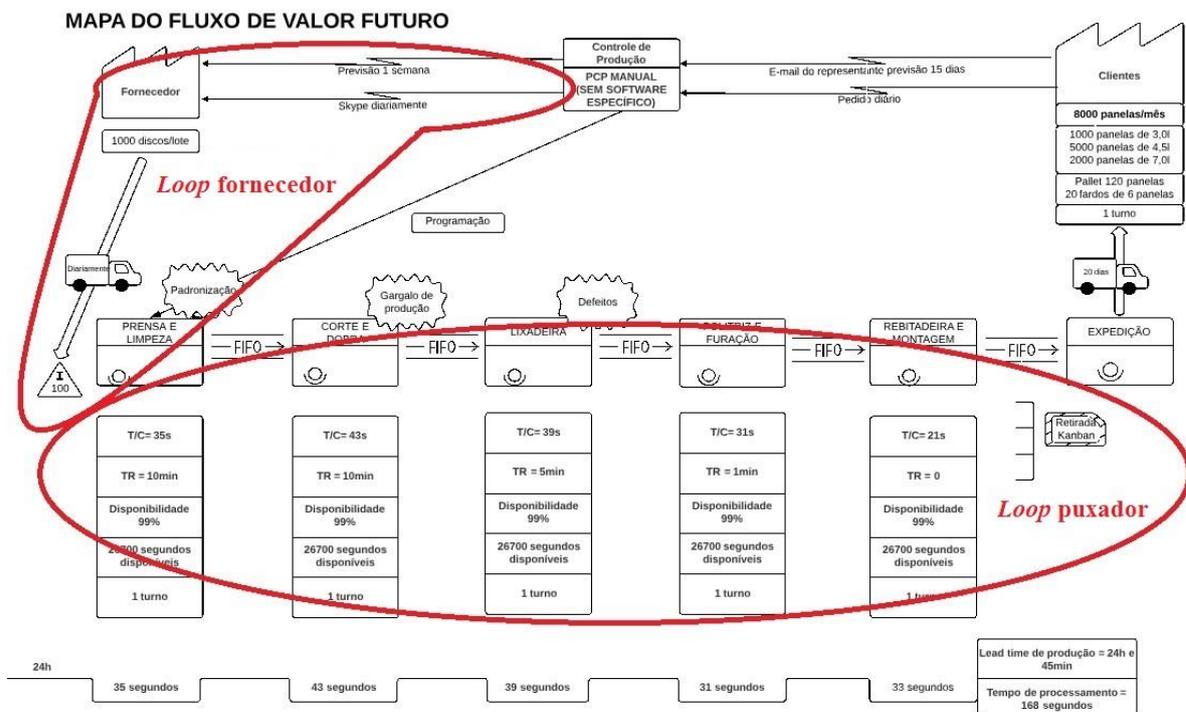
- Desenvolver um fluxo contínuo desde a prensa até a montagem;
- Realizar o *kaizen* para que seja possível a redução do tempo de ciclo total para um valor menor que os 168 segundos;
- Desenvolver um sistema puxado;
- Reduzir os tamanhos de lotes;
- Reduzir os tempos de troca para menos de 10 minutos;
- Acabar com os estoques intermediários de produtos em processo entre as estações de trabalho.

Loop Fornecedor – Objetivos:

- Desenvolver um sistema puxado;
- Aumentar a inspeção dos discos de alumínio para evitar problemas na prensa;
- Diminuir os estoques de matéria-prima.

A figura 8 exemplifica a aplicação do sistema de *loops*:

Figura 8 – Divisão da implementação



Fonte: Elaborado pelo autor.

Estabelecidos os objetivos, é necessário criar uma estratégia, através de um documento, que englobe o que deseja realizar, e quando, com todas as etapas; a definição de metas a serem cumpridas, mas que sejam quantificáveis e os pontos de checagem com os prazos. Uma vez que a situação já tenha sido analisada utilizando-se as ferramentas de *brainstorming*, diagrama de causa-efeito e diagrama de árvore, deve ser montado um plano de ação para corrigir os problemas e levantar as possibilidades de melhorias. Um exemplo da utilização da ferramenta 5W1H é mostrado no Quadro 13.

Quadro 13 – Desperdícios identificados com o mapa do estado atual

<i>What?</i>	O que será feito?
<i>When?</i>	Quando será feito?
<i>Where?</i>	Onde será feito?
<i>Why?</i>	Por que será feito?
<i>Who?</i>	Quem o fará?
<i>How?</i>	Como será feito?

Fonte: Elaborado pelo autor.

Monitoramento dos resultados

O processo de monitoramento dos resultados possui grande importância no processo de implementação, visto que é através dele que é possível visualizar os resultados obtidos durante a implementação, tanto positivos quanto negativos, de forma a solucionar possíveis problemas que ainda venham ocorrendo. Ou seja, a ideia aqui é manter a qualidade obtida durante a implementação, ou até melhorá-la. As métricas estabelecidas na etapa de execução (MFV atual) devem ser comparadas com as novas, obtidas após uma implementação efetiva, para que se possa realizar um acompanhamento e visualizar as melhorias e locais que ainda necessitam melhorias, norteados ações de solução de problemas. Indicadores como TNAV, *setup*, número de peças por hora, refugo de matéria-prima, podem ser exemplos a serem considerados.

Dentre as ferramentas de qualidade existentes, a folha de verificação é uma das mais simples, sendo então indicada para uma empresa de pequeno porte. Ela se apresenta de uma maneira onde é possível organizar e expressar os dados em forma de quadro, tabela ou planilha, o que facilita a coleta e a análise dos dados. A folha de verificação permite uma economia de tempo, onde não há nenhum tipo de comprometimento à análise dos dados (RODRIGUES, 2013). Um exemplo de lista de verificação é mostrado na Figura 9.

Figura 9 – Exemplo de lista de verificação

Eventos	Dias						Total
	1	2	3	4	...	30	
Evento A							
Evento B							
...							
Total							

Fonte: Rodrigues (2013).

4.3.2.3 Checar

Durante a checagem deve-se executar a verificação da eficácia das ações efetuadas nos projetos da etapa anterior, bem como com os objetivos que foram estabelecidos no planejamento, com a finalidade de verificar se os resultados estão sendo atingidos conforme o que foi planejado. A diferença entre o que foi planejado e o resultado real alcançado compõe um problema a ser resolvido. Desta forma, esta etapa envolve a coleta de dados do processo e a comparação destes com os planejados e a análise dos dados do processo fornece recursos relevantes para a próxima etapa (WERKEMA, 2013).

4.3.2.4 Agir

Na ação são realizadas as correções necessárias com o intuito de evitar que um determinado problema volte a ocorrer. Podem ser ações corretivas ou de melhoria que tenham sido constatadas como necessárias na etapa anterior. Compreende a busca por melhoria contínua até que seja atingido o padrão, ou seja, devem-se padronizar as ações, transformando-as em procedimentos padrão. Para que isso seja possível, é feita a elaboração ou alteração do padrão, comunicação, treinamento e acompanhamento da utilização do padrão. Também pode-se utilizar do conceito de gestão do conhecimento, utilizando as competências dos funcionários para ajudar nos processos de melhoria contínua. A conclusão da implementação também ocorre aqui, porém, podem ser estipuladas novas metas futuras para que o processo de melhoria contínua seja desencadeado.

A fase de ação ficou dividida da seguinte maneira:

- a) Padronização das práticas *Lean*;
- b) Processos de melhoria contínua;

- c) Extensão das práticas *Lean* para outros setores.

Padronização das práticas *Lean*

O *Lean Manufacturing* possui a padronização como prioridade, pois se trata de um aspecto fundamental para o sucesso, pois através dela é possível analisar, propor melhorias ao sistema e principalmente, possibilitar o fluxo eficaz da cadeia de valor. A padronização é essencial para manter a estabilidade e o fluxo contínuo de uma linha de produção (RODRIGUES, 2013). Sendo assim, a padronização deve dar ênfase aos seguintes aspectos:

- a) Padronização do *lead time*, que é o tempo em que o produto completa o ciclo de produção, para garantir estabilidade nos processos, fazendo com que as atividades sejam sempre realizadas numa determinada sequência e num mesmo intervalo de tempo, com o menor nível de desperdício e com qualidade e produtividade elevada;
- b) Padronização dos processos, que é a definição da forma de trabalhar e as especificações técnicas, garantindo que os colaboradores trabalhem todos da mesma maneira, que pode ser realizado através de treinamentos e da inserção de *checklists* ou formulários para que os procedimentos de operação sejam visíveis a cada operador e não sejam esquecidos;
- c) Padronização dos estoques nos processos.

A partir da ênfase nos aspectos anteriores, algumas melhorias são esperadas:

- a) Redução de falhas;
- b) Maior estabilidade na linha de produção;
- c) Produção em pequenos lotes;
- d) Melhorias nos processos das funções;
- e) Valorização, participação e autocontrole dos colaboradores.

Processos de melhoria contínua

Para dar suporte ao processo de implementação, bem como sua manutenção, deve ser estruturado um processo de melhoria contínua, no qual sejam definidos coordenadores *kaizen* para fornecer o devido auxílio. Para isso, devem ser observados todos os problemas que ainda possam existir, e encontrar maneiras de solucioná-los, pensando também em como evitar que os mesmos ocorram novamente. Para que os projetos *kaizen* sejam colocados em prática, são necessárias algumas atividades, conforme descrito no Quadro 14.

Quadro 14 – Atividades *kaizen*

Passos	Atividades
Escolher onde aplicar	<ul style="list-style-type: none"> • Entender os gargalos • Onde a qualidade não é satisfatória • Disponibilidade de máquina baixa • <i>Setup</i> demorado • Problemas com funcionários
Selecionar pessoas e estar alinhado a alta gerência	<ul style="list-style-type: none"> • Formar grupo multifuncional de colaboradores que possam agregar e contribuir nas melhorias • Envolver a alta gerência • Preparar projeto que esteja de acordo com os objetivos da organização
Cronogramas e treinamento	<ul style="list-style-type: none"> • Organizar cronograma de atividades • Delegar funções e capacitar todos os envolvidos • Reapresentar conceitos <i>Lean</i> • Envolver toda a equipe nos objetivos • Estabelecer prazos
Fazer diagnóstico e propor melhorias	<ul style="list-style-type: none"> • Entender onde estão as falhas nos processos • Avaliar o que pode ser melhorado sem demandar grandes custos • Ser claro e mostrar informações através de planilhas ou apresentações
Implementar mudanças com a alta gerência	<ul style="list-style-type: none"> • Foco na coletividade, envolver o grupo para iniciar as mudanças sempre de comum acordo com a gerência
Registrar e acompanhar os resultados	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar ferramentas de análise • Fazer registros antes e após a implementação das mudanças sugeridas pelo grupo • Acompanhar resultados por meio da gestão visual utilizando planilhas, painéis e murais, utilizando dados reais e não distorcidos • Fazer com que a informação seja acessível a todos, com dados atualizados das evoluções
Dar <i>feedback</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Garantir que o grupo entenda quais os resultados foram obtidos e quais podem ser melhorados

Fonte: Elaborado pelo autor.

O processo deve ocorrer de acordo com algumas premissas:

- a) Aprender na prática;
- b) Eliminar os desperdícios;
- c) Envolvimento de todos os colaboradores;
- d) Não se deve fazer altos investimentos para aumentar a produtividade;
- e) Comunicação deve ser transparente e mostrar as melhorias;
- f) O foco das ações deve ser em locais que possuam maior necessidade;
- g) O objetivo deve ser a melhoria dos processos;
- h) As pessoas devem ser priorizadas.

Extensão das práticas *Lean* para outros setores

Após uma implementação bem sucedida, pode-se iniciar os processos de extensão das práticas *Lean* para outros setores, o que significa difundir os conhecimentos adquiridos e começar um processo de implementação em outros setores que ainda não tenham sido afetados pelas mudanças. Como os colaboradores e a alta direção aqui já possuem um bom conhecimento sobre o *Lean*, a disseminação das práticas se torna mais simples.

Como na empresa o processo inicial foi a panela de pressão de 4,5l, todas as medidas tomadas podem ser facilmente repassadas às produções das panelas de pressão de 3,0l e 7,0l, visto que são produzidas na mesma linha de produção.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo foi realizada a identificação de um portfólio de trabalhos que possuem relevância e reconhecimento científico para o tema em questão. Através da análise desse portfólio, foi possível afirmar que o *Lean Manufacturing* vem sendo amplamente utilizado em vários setores, com aplicações diversas, podendo ser uma ferramenta de transformação das empresas, visto que possui como seu principal objetivo a criação de um fluxo de valor e na redução e eliminação dos desperdícios de produção.

A pesquisa demonstrou que a aplicação do *Lean Manufacturing* também é pertinente às indústrias de pequeno porte, desde que a realidade das mesmas seja respeitada, e que o processo ocorra com a utilização das ferramentas mais adequadas e apropriadas, podendo torná-las mais competitivas, obtendo melhorias dos processos produtivos, além do impacto cultural entre os seus colaboradores.

A estrutura de implementação proposta foi dividida em três fases principais: pré-implementação, implementação e pós-implementação. Após a elaboração da estrutura houve um processo de avaliação da mesma por especialistas, para que fosse possível avaliar a sua aplicabilidade. Sendo assim, segundo as sugestões apresentadas pelos especialistas, obteve-se uma nova estrutura, agora convencionada como a metodologia PDCA. Esta nova estrutura, denominada estrutura final ainda possui as etapas de pré-implementação, implementação e pós-implementação; no entanto, se subdivide nas etapas do PDCA, que são: planejar, executar, checar e agir.

A primeira fase consiste no processo de mudança cultural, onde alguns funcionários vão receber treinamentos sobre a metodologia *Lean* e repassar os mesmos para o restante dos colaboradores. A fase 2 da estrutura consiste da implementação em si, onde, através do mapa de fluxo de valor, são identificadas as oportunidades de melhorias e criação de projetos propostas. Na última fase da estrutura acontecem os eventos de melhoria contínua, de modo a expandir as práticas para outros setores da empresa, bem como a padronização das melhores práticas realizadas.

Os objetivos foram definidos como sendo o desenvolvimento de uma estrutura para implementação do *Lean Manufacturing* em empresas de pequeno porte, onde iniciou-se buscando pelos principais métodos de implementação com base na literatura existente. Em seguida, foram identificadas as abordagens e ferramentas que são apropriadas para PME's. Por fim, utilizando uma empresa de pequeno porte como estudo de caso, foi apresentada uma estrutura de implementação, que contém um conjunto de medidas e atividades a serem

seguidas no caso de uma implementação. Sendo assim, é possível afirmar que os objetivos específicos foram atingidos.

De forma geral, o estudo de caso permitiu a visualização de uma situação real, podendo ser realizadas a identificação de desperdícios, oportunidades de melhorias, apresentando o mapeamento do fluxo de valor como uma ferramenta essencial. Com o mapeamento do fluxo atual e projetando um estado futuro para a empresa em questão, pôde-se observar um grande potencial de melhoria que as práticas *Lean* podem proporcionar ao processo. Os resultados preliminares demonstram que a estrutura final possui viabilidade de implantação na empresa, sendo que a esta, se implementada, pode colaborar para o desenvolvimento de uma cultura *Lean* na empresa, melhorando de forma geral suas operações.

O presente trabalho possui contribuições teóricas e práticas, sendo as teóricas a apresentação de artigos reconhecidos cientificamente, que foram utilizados como base para o desenvolvimento do estudo. Nas contribuições práticas, foi evidenciado um conjunto de conceitos e referências que auxiliam na compreensão da realidade de uma empresa de pequeno porte, onde a estrutura pode ser utilizada como apoio para outras organizações semelhantes que desejam obter melhorias nos processos produtivos e diminuir os desperdícios.

Por fim é importante salientar que o trabalho foi limitado pelo curto tempo para efetuar uma implementação e pela dificuldade da empresa do estudo de caso em realizar mudanças. Objetivando aumentar a compreensão dos resultados que foram apresentados nesta pesquisa, sugerem-se para trabalhos futuros, conforme segue:

- a) A aplicação da estrutura de implementação final em uma PME, onde seja possível avaliar os resultados práticos e verificar possíveis ajustes necessários;
- b) Aplicação da estrutura de implementação final em outros segmentos da indústria, ainda dentro do contexto das PME's;
- c) Realizar uma avaliação mais ampla da estrutura, com maior número de especialistas, de modo a agregar maior confiabilidade a mesma;
- d) Analisar diretamente com empresários e colaboradores as dificuldades da implementação do *Lean Manufacturing*;
- e) Aprofundar o estudo da utilização das ferramentas *Lean* no sentido de identificar indicadores para monitorar os resultados obtidos através da sua utilização;
- f) Avaliar o impacto financeiro nos resultados das empresas a partir da implementação da estrutura.

REFERÊNCIAS

ABDELHADI, A. International Journal of Health Care Quality Assurance Article information : **International Journal of Health Care Quality Assurance**, v. 28, n. 5, p. 510–519, 2015.

AHMAD, S. A. S. Culture and *Lean Manufacturing*: Towards a Holistic Framework. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, 2013.

AHUJA, I. P. S.; KHAMBA, J. S. Total productive maintenance : literature review and directions. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 25, n. 7, p. 709–756, 2008.

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.

BHAMU, J.; SANGWAN, K. S. *Lean Manufacturing* : literature review and research issues. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 34, n. 7, p. 876–940, 2014.

BHAMU, J.; SANGWAN, K. S. A framework for *Lean Manufacturing* implementation. **International Journal of Services and Operations Management**, v. 25, n. 3, p. 313–333, 2016.

BHAMU, J.; SHAIENDRA KUMAR, J. V; SANGWAN, K. S. Productivity and quality improvement through value stream mapping: a case study of Indian automotive industry. **International Journal of Productivity and Quality Management**, v. 10, n. 3, p. 288–306, 2012.

CARREIRA, B. ***Lean Manufacturing that works: powerful tools for dramatically reducing waste and maximizing profits***. [s.l.] AMACOM Div American Mgmt Assn, 2005.

CHEN, J. C.; CHEN, K. Application of ORFPM system for *Lean* implementation : an industrial case study. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 72, p. 839–852, 2014.

CHEN, J. C.; LI, Y.; SHADY, B. D. From value stream mapping toward a *Lean/sigma* continuous improvement process: an industrial case study. **International Journal of Production Research**, v. 48, n. 4, p. 1069–1086, 2010.

CLASSEN, H. J.; NEUHAUS, R. Problem and learning culture–leadership as a key factor of the toyota production system. original citation: Fehler-und Lernkultur- Führung als Schlüsselfaktor des Toyota-Produktionssystems. **Industrial Engineering**, v. 1, p. 22–25,

2013.

COSTA, L. B. M.; GODINHO FILHO, M. *Lean* healthcare: review, classification and analysis of literature. **Production Planning & Control**, v. 27, n. 10, p. 823–836, 2016.

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.

DOMBROWSKI, U.; CRESPO, I.; ZAHN, T. Adaptive configuration of a *Lean* production system in small and medium-sized enterprises. **Production Engineering**, v. 4, n. 4, p. 341–348, 2010.

EHRET, O.; COOKE, P. Conceptualising aerospace outsourcing: Airbus UK and the *Lean* supply approach. **International Journal of Technology Management**, v. 50, n. 3/4, p. 300–317, 2010.

FIEP. **PANORAMA INDUSTRIAL DO PARANÁ**. Curitiba: [s.n.].

FIEP. **APL de utensílios domésticos e produtos em alumínio do sudoeste do Paraná**. Disponível em: <<http://www.fiepr.org.br/sindicatos/sindimetalso/aplaluminiosudoeste/FreeComponent8097content47507.shtml>>. Acesso em: 13 Ago. 2018.

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.

FORNARI, C. C. M. J. Aplicação da ferramenta da qualidade (diagrama de Ishikawa) e do PDCA no desenvolvimento de pesquisa para a reutilização dos resíduos sólidos de coco verde. **INGEPRO: Inovação, Gestão e Produção**, v. 2, n. 9, 2010.

GHARAKHANI, D.; MOUSAKHANI, M. Knowledge management capabilities and SMEs' organizational performance. **Journal of Chinese Entrepreneurship**, v. 4, n. 1, p. 35–49, 2012.

GODINHO FILHO, M.; BARCO, C. F. A framework for choosing among different *Lean*-based improvement programs. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 81, p. 183–197, 2015.

HENRIQUE, D. B. et al. A new value stream mapping approach for healthcare environments. **Production Planning & Control**, v. 27, n. 1, p. 24–48, 2016.

HINES, P. et al. **Staying Lean: thriving, not just surviving**. [s.l.] CRC Press, 2010.

IMAI, M. KAIZEN, A Estratégia para sucesso competitivo. **Instituto IMAM, São Paulo**, 1990.

INTRA, C.; ZAHN, T. Transformation-waves—a brick for a powerful and holistic continuous improvement process of a *Lean* production system. **Procedia CIRP**, v. 17, p. 582–587, 2014.

KARIM, A.; ZAMAN, K. A. U. A methodology for effective implementation of *Lean* strategies and its performance evaluation in *Manufacturing* organizations. **Business Process Management Journal**, v. 19, n. 1, p. 169–196, 2013.

KRAFCEK, J. F. Triumph of the *Lean* production system. **MIT Sloan Management Review**, v. 30, n. 1, p. 41, 1988.

KUMAR BR, R.; SHARMA, M. K.; AGARWAL, A. An experimental investigation of *Lean* management in aviation: Avoiding unforced errors for better supply chain. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 26, n. 2, p. 231–260, 2015.

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.

LEE, C. Y. TQM in small manufacturers: An exploratory study in China. **International Journal of Quality and Reliability Management**, v. 21, n. 2, p. 175–197, 2004.

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.

MARCONI, M. DE A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MATT, D. T.; RAUCH, E. Implementation of *Lean* Production in small sized Enterprises. **Procedia CIRP**, v. 12, p. 420–425, 2013.

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

MIGUEL, P. A. C. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

MIRALLES, C. et al. Universal design of workplaces through the use of Poka- Yokes : Case

study and implications. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 4, n. 3, p. 436–452, 2013.

MOSTAFA, S.; DUMRAK, J.; SOLTAN, H. A framework for *Lean Manufacturing* implementation. **Production & Manufacturing Research**, v. 1, n. 1, p. 44–64, 2013.

NAKAJIMA, S. **Introduction to TPM: Total Productive Maintenance**. [s.l.: s.n.].

NALLUSAMY, S.; AHAMED, A. Implementation of *Lean* tools in an automotive industry for productivity enhancement - A case study. **International Journal of Engineering Research in Africa**, v. 29, p. 175–185, 2017.

NETO, W. M.; BARBOSA, A. DE F. B. Mudança de Cultura Organizacional : Introdução do *Lean Manufacturing* numa Indústria Naval Brasileira Instalada no Estado de Pernambuco. **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada**, v. 2, n. 2, p. 78–85, 2017.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção além da produção**. [s.l.] Bookman, 1997.

ORTIZ, C. A. **Kaizen assembly: designing, constructing, and managing a *Lean* assembly line**. [s.l.] CRC Press, 2006.

PACHECO, A. P. R. et al. O ciclo PDCA na gestão do conhecimento: uma abordagem sistêmica. **PPGEGC–Universidade Federal de Santa Catarina–Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento–apostila**, v. 2, 2012.

PARMAR, M. N.; THANKI, S. J. Implementation of *Lean Manufacturing* in Indian dairy industry: A case study. **International Journal of Applied Engineering Research**, v. 9, n. 7 SPEC. ISSUE, p. 773–782, 2014.

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

PIPLANI, R.; ANG, A. W. H. Performance comparison of multiple product kanban control systems. **International Journal of Production Research**, v. 56, n. 3, p. 1299–1312, 2017.

RODRIGUES, M. V. **Entendendo, Aprendendo e Desenvolvendo o Sistema de Produção *Lean Manufacturing***. [s.l.] Elsevier Brasil, 2013.

ROSE, A. M. N. et al. ***Lean Manufacturing* best practices in SMEs**. Proceedings of the 2011 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management. **Anais...**Kuala Lumpur: 2011

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício: manual de trabalho de uma ferramenta enxuta**.

[s.l.] *Lean* Institute Brasil, 2012.

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

SAURIN, T. A.; RIBEIRO, J. L. D.; MARODIN, G. A. Identificação de oportunidades de pesquisa a partir de um levantamento da implantação da produção enxuta em empresas do Brasil e do exterior. **Gestão & Produção**, v. 17, n. 4, p. 829–841, 2010.

SCALCO, A. R. **Proposição de um modelo de referência para gestão da qualidade na cadeia de produção de leite e de derivados**. [s.l.] Universidade Federal de São Carlos, 2004.

SEBRAE. **Taxa de Sobrevivência das Empresas no Brasil** Rio de Janeiro SEBRAE, , 2011.

SEBRAE. **Participação das micro e pequenas empresas na economia brasileira** SEBRAE Brasília, 2014.

SHAH, R.; WARD, P. T. Defining and developing measures of *Lean* production. **Journal of operations management**, v. 25, n. 4, p. 785–805, 2007.

SHARMA, V. et al. Modeling *Lean* implementation for *Manufacturing* sector. **Journal of Modelling in Management**, v. 11, n. 2, p. 405–426, 2016.

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

SINGH, B. et al. *Lean* implementation and its benefits to production industry. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 1, n. 2, p. 157–168, 2010.

SINGH, R. K. et al. **An integrated fuzzy-based decision support system for the selection of *Lean* tools: A case study from the steel industry**. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part B Journal of Engineering Manufacture. **Anais...**2006

SUKWADI, R.; WEE, H.; YANG, C. Supply chain performance based on the *Lean*-agile operations and supplier-firm partnership: An empirical study on the garment industry in Indonesia. **Journal of Small Business Management**, v. 51, n. 2, p. 297–311, 2013.

THÜRER, M. et al. Competitive priorities of small manufacturers in Brazil. **Industrial Management & Data Systems**, v. 113, n. 6, p. 856–874, 2013.

VINODH, S.; ARVIND, K. R.; SOMANAATHAN, M. Application of value stream mapping in an Indian camshaft *Manufacturing* organisation. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 17, n. 1, p. 46–64, 2010.

VINODH, S.; SOMANAATHAN, M.; ARVIND, K. R. Development of value stream map for achieving *Leanness* in a *Manufacturing* organization. **Journal of Engineering, Design and Technology**, v. 11, n. 2, p. 129–141, 2013.

WANG, B.-J. . B C. Analysis of efficiency of *Lean* production implemented in multi-national optic enterprises. **International Journal of Technology Management**, v. 43, n. 4, p. 304–319, 2008.

WERKEMA, C. **Métodos PDCA e Demaic e Suas Ferramentas Analíticas**. [s.l.] Elsevier Brasil, 2013. v. 1

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation**. New Edition., London: Free Press Business, , 2004.

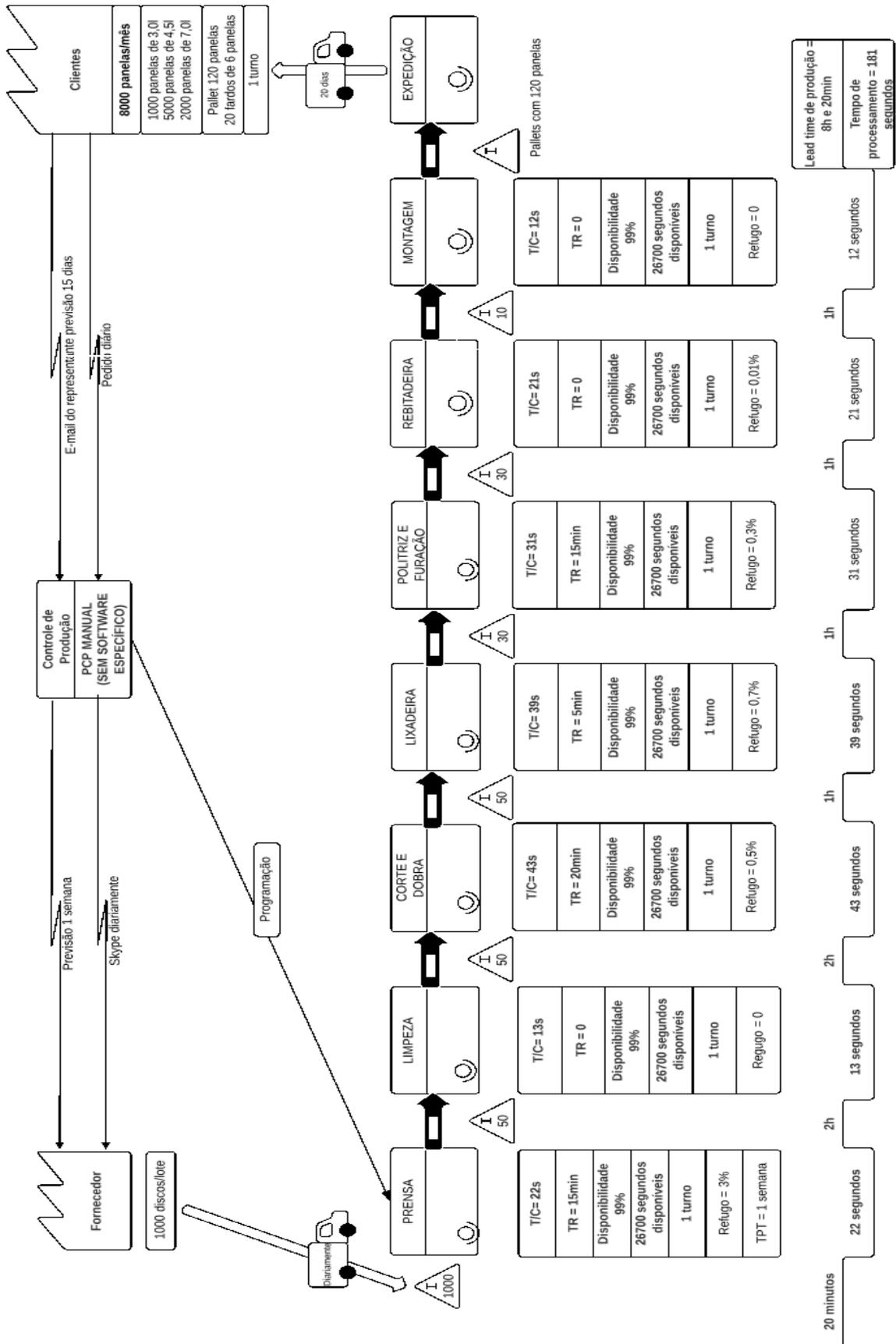
WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **The Machine that changed the World**. [s.l.] Simon and Schuster, 1990.

XIAO, L. et al. *Lean* Implementation in Small and Medium Enterprises – a Singapore Context. **Industrial Engineering and Engineering Management**, p. 1592–1596, 2013.

ZAHRAEE, S. M. et al. *Lean Manufacturing* Implementation Through Value Stream Mapping : A Case Study. **Jurnal Teknologi**, v. 68, p. 119–124, 2014.

ZUPAN, H.; HERAKOVIC, N. Production line balancing with discrete event simulation: A case study. **IFAC-PapersOnLine**, v. 28, n. 3, p. 2305–2311, 2015.

APÊNDICE A – Mapa do Fluxo de Valor Atual



APÊNDICE B – Mapa do Fluxo de Valor Futuro

