



FACULDADES
DOM BOSCO

ANA TAYNARA ALVES HENRIQUE
RAMON CARVALHO SANTOS

**Proposta de Otimização do Processo Produtivo Utilizando a Filosofia Lean
Manufacturing: Um estudo de Caso em uma Indústria de Embalagens
Metálicas.**

Resende - RJ
2022

**ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL DOM BOSCO
FACULDADE DE ENGENHARIA DE RESENDE**

Ana Taynara Alves Henrique

Ramon Carvalho Santos

**Proposta de Otimização do Processo Produtivo Utilizando a Filosofia Lean
Manufacturing: Um estudo de Caso em uma Indústria de Embalagens
Metálicas.**

Trabalho de Graduação apresentado à Associação Educacional Dom Bosco, Faculdade de Engenharia de Resende, Curso de Engenharia Mecânica, como requisito parcial para obtenção do diploma de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Resende - RJ
2022

Catálogo na fonte
Biblioteca Central da Associação Educacional Dom Bosco – Resende-RJ

H519	<p>Henrique, Ana Taynara Alves Proposta de otimização do processo produtivo utilizando a filosofia <i>Lean Manufacturing</i>: um estudo de caso em uma indústria de embalagens metálicas / Ana Taynara Alves Henrique; Ramon Carvalho Santos - 2022. 66f.</p> <p>Orientador: Anderson Fernandes de Barros Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial à finalização do curso de Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia de Resende da Associação Educacional Dom Bosco.</p> <p>1. Engenharia. 2. Gestão da produção. 3. Manufatura enxuta. 4. Litografia. 5. Qualidade. I. Santos, Ramon Carvalho. II. Barros, Anderson Fernandes de. III. Faculdade de Engenharia de Resende. IV. Associação Educacional Dom Bosco. V. Título.</p> <p>CDU 658.56(043)</p>
------	---



**ANA TAYNARA ALVES HENRIQUE
RAMON CARVALHO SANTOS**

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
“GRADUADO EM ENGENHARIA MECÂNICA”

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELA BANCA EXAMINADORA

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Esp. Anderson Fernandes de Barros
Professor Orientador

Prof. Me. Carlos Augusto Gabriel Menezes
Membro da Banca

Prof. Dr. Rafael Corrêa Gama de Oliveira
Membro da Banca

Dezembro de 2022

Dedicamos este trabalho, de modo especial, à nossa família, amigos, professores e a todos aqueles que acreditaram e incentivaram o nosso crescimento pessoal, profissional e acadêmico. Que, por meio de nossas vidas, possamos influenciar nossos semelhantes.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradecemos a Deus, fonte da vida e da graça. Agradecemos pela nossa vida, nossa inteligência, nossa família e nossos amigos;

Ao nosso orientador, Prof. Esp. Anderson Fernandes Barros que jamais deixou de nos incentivar. Sem a sua orientação, dedicação e auxílio, o estudo aqui apresentado seria praticamente impossível;

A nossa família, Marcos Henrique e Isabel Gouveia Alves; Flademir Moura Santos, Jane Silva de Carvalho, Camila Carvalho Santos e Bárbara de Araújo da Silva Santos, que apesar das dificuldades enfrentadas, sempre incentivaram nossos estudos;

Aos funcionários da empresa estudada, pela dedicação, presteza e principalmente pela vontade de ajudar;

Aos funcionários das Faculdades Dom Bosco pela dedicação e alegria no atendimento.

“E Deus limpará de seus olhos toda a lágrima; e não haverá mais morte, nem pranto, nem clamor, nem dor; porque já as primeiras coisas são passadas.”

Apocalipse 21:4”

RESUMO

Com o advento da tecnologia, foi possível construir evoluções na esfera produtiva. Muitas empresas se fortaleceram ao longo das chamadas Revoluções Industriais e dos novos conceitos de gestão da produção que evoluíram junto a elas, porém, na contramão a esta realidade, uma empresa de embalagens metálicas não tem aproveitado de tais disponibilidades em sua linha de produção. Visto isso, este trabalho tem como objetivo realizar um estudo de caso para levantar as principais oportunidades de melhoria desta companhia e propor soluções de otimização no processo, utilizando-se dos conceitos de *Lean Manufacturing*. A metodologia de pesquisa aplicada neste trabalho baseou-se em um estudo de caso e, para tal aquisição dos dados, foram realizadas entrevistas aos colaboradores, análise de indicadores internos e o Mapeamento de Fluxo de Valor - MFV que contribuíram para localizar os pontos mais críticos da cadeia produtiva. Com o resultado da coleta de dados, foi possível levantar as oportunidades de melhoria nas áreas produtivas da companhia, explorar as possibilidades de aprimoramento interno e verificar os principais gargalos no sistema produtivo. Deste modo, foi realizado o entendimento sobre o processo, a montagem do mapeamento do estado futuro e as recomendações das ferramentas *Lean* que melhor contribuem para a redução de desperdícios na empresa, sendo localizado uma potencial redução de 70% no setup no setor de litografia e 50% no setor de estamperia e montagem, um potencial aumento de 10% na disponibilidade de equipamentos, uma potencial redução nos postos de trabalho e, também, uma potencial redução de aproximadamente 32% no excesso de materiais em estoque, promovendo, dessa forma, uma possível redução percentual no Lead Time atual da empresa em 12,5%.

PALAVRAS-CHAVE: *Lean Manufacturing*. MFV. Otimização de processo. Litografia.

ABSTRACT

With the advent of technology, it was possible to build evolutions in the productive sphere. Many companies were strengthened during the so-called Industrial Revolutions and the new production management concepts that evolved along with them, however, contrary to this reality, a metal packaging company has not taken advantage of such availability in its production line. Given this, this work aims to carry out a case study to raise the main opportunities for improvement of this company and propose solutions for optimization in the process, using the concepts of Lean Manufacturing. The research methodology applied in this work was based on a case study and, for such data acquisition, interviews were carried out with employees, analysis of internal indicators and Value Stream Mapping - MFV that contributed to locate the most critical points of the production chain. With the result of data collection, it was possible to identify opportunities for improvement in the company's production areas, explore possibilities for internal improvement and verify the main bottlenecks in the production system. In this way, an understanding of the process was carried out, the mapping of the future state was set up and the recommendations of the Lean tools that best contribute to the reduction of waste in the company were located, with a potential reduction of 70% in the setup in the lithography sector and 50% in the stamping and assembly sector, a potential 10% increase in equipment availability, a potential reduction in jobs and also a potential reduction of approximately 32% in excess materials in stock, thus promoting a possible percentage reduction in the company's current Lead Time of 12.5%.

KEYWORDS: Lean Manufacturing. VSM. Production Optimization. Lithograph.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Representação Gráfica de uma Impressão Litográfica	19
Figura 2: Exemplo de Processo em "U" em Arranjo de Celular	22
Figura 3: Produção com Fluxo em Sistema Empurrado x Fluxo em Sistema Puxado.....	23
Figura 4: Pilares do Sistema Toyota de Produção	24
Figura 5: Atividades do Sistema de Produção <i>Lean</i>	24
Figura 6: Conceito de <i>Just In Time</i>	26
Figura 7: Representação do Ciclo <i>Jidoka</i>	27
Figura 8: Resumo dos 8 Tipos de Desperdícios	29
Figura 9: Ciclo com Etapa de Aplicação do MFV.	35
Figura 10: Lata de 5 Litros	39
Figura 11: Fluxo de Desenvolvimento de Atividades.....	40
Figura 12: Mapeamento de Fluxo de Valor Atual - Linha 5 Litros	41
Figura 13: Layout da Linha 5 Litros.....	42
Figura 14: Disposição das máquinas entre as áreas.....	42
Figura 15: Proposta de Layout.....	45
Figura 16: Compilado dos resultados obtidos com as fórmulas apresentadas	48
Figura 17: Mapeamento de Fluxo de Valor Futuro - Linha 5 Litros	53

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Principais Ferramentas da Filosofia <i>Lean Manufacturing</i> (continua).....	32
Quadro 2: Ícones Representativos do Fluxo de Informações do MFV	36
Quadro 3: Ícones Representativos do Fluxo de Materiais do MFV	36
Quadro 4: Ícones Representativos Gerais do MFV	37
Quadro 5: Avaliação do Estado Atual da Empresa - Amostra de 47 Colaboradores	43

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Principais Problemas Relatados Pelos Colaboradores	44
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

5S	Cinco Esses / Cinco Sensores
FIFO	<i>First in, First out</i>
MFV	Mapeamento de Fluxo de Valor
SMED	<i>Single Minute Exchange of Dies</i>
STP	Sistema Toyota de Produção
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1 JUSTIFICATIVA.....	17
1.2 OBJETIVO GERAL	17
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1 LITOGRAFIA - EMPRESA DO RAMO DE EMBALAGENS METÁLICAS	19
2.2 GESTÃO DE PRODUÇÃO.....	20
2.3 <i>LEAN MANUFACTURING</i>	20
2.3.1 PRINCÍPIOS DO <i>LEAN MANUFACTURING</i>	21
2.3.1.1 VALOR.....	21
2.3.1.2 IDENTIFICAR O FLUXO DE VALOR.....	21
2.3.1.3 GARANTIR O FLUXO CONTÍNUO	22
2.3.1.4 PRODUÇÃO PUXADA	23
2.3.1.5 BUSCA DA PERFEIÇÃO	23
2.3.2 PILARES DO <i>LEAN MANUFACTURING</i>	24
2.3.2.1 FOCO NO CLIENTE.....	25
2.3.2.2 <i>JUST IN TIME</i>	25
2.3.2.3 <i>JIDOKA</i>	26
2.3.2.4 ENVOLVIMENTO.....	28
2.3.2.5 PADRONIZAÇÃO	28
2.3.2.6 ESTABILIDADE.....	28
2.3.3 PRINCIPAIS OBJETIVOS DO <i>LEAN MANUFACTURING</i>	28
2.3.3.1 DESPERDÍCIO DE TRANSPORTE.....	29
2.3.3.2 DESPERDÍCIO DE INVENTÁRIO	30
2.3.3.3 DESPERDÍCIO DE MOVIMENTO.....	30
2.3.3.4 DESPERDÍCIO DE ESPERA.....	30
2.3.3.5 DESPERDÍCIO DE PROCESSAMENTO IMPRÓPRIO.....	30

2.3.3.6	DESPERDÍCIO DE SUPERPRODUÇÃO	31
2.3.3.7	DESPERDÍCIO DE DEFEITOS.....	31
2.3.3.8	DESPERDÍCIO DE INTELECTUAL	31
2.3.4	PRINCIPAIS FERRAMENTAS DO <i>LEAN MANUFACTURING</i>	32
2.3.4.1	FERRAMENTAS.....	32
2.3.4.2	MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR - MFV	35
3.	METODOLOGIA DE PESQUISA	39
3.1.	ESTUDO DE CASO	39
3.2.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	39
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
4.1.	FORMULÁRIO DE PESQUISA	43
4.2.	<i>LAYOUT</i>	44
4.3.	<i>SETUP</i>	45
4.4.	ESTOQUE.....	47
4.5.	5S, <i>KAIZEN</i> E SEGURANÇA.....	50
4.6.	MANUTENÇÃO	51
4.7.	MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR - ESTADO FUTURO	52
5.	CONCLUSÃO	54
5.1.	INDICAÇÃO PARA TRABALHOS FUTUROS	55
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
	ANEXO A - MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR ATUAL.....	61
	ANEXO B - MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR FUTURO	62
	ANEXO C - FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO - ESTADO ATUAL DA EMPRESA	63

1. INTRODUÇÃO

A série de mudanças na forma de produção e no modelo de negócios das empresas vem tornando o mercado cada vez mais competitivo. Dessa forma, tornou-se inequívoco a necessidade do aprimoramento dos processos produtivos. A eficiência desses processos deve estar alinhada com a redução no tempo de execução das atividades e com as práticas de eliminação e diminuição de desperdícios. Então, muitas empresas têm utilizado a metodologia *Lean Manufacturing* para atingir esses objetivos.

Os conceitos de Manufatura Enxuta – ou *Lean Manufacturing* – podem ser sintetizados em um conjunto de práticas provenientes do Sistema Toyota de Produção - STP. Para Tubino (2017), essa filosofia utiliza a aplicação de ferramentas e técnicas para eliminar os desperdícios que podem ser observados na cadeia de valor, como: super processamento, excesso de estoque, movimentos desnecessários, transportes excessivos, tempo de espera, produtos defeituosos e superprodução.

É válido pontuar, ainda, que a utilização de ferramentas enxutas para o planejamento e gerenciamento de processos possibilita examinar o cenário atual da empresa, auxiliando na definição de melhorias ou na implantação de novas estruturas (JOHANSSON ET AL.,1995). Além disso, com processos bem ordenados é possível aumentar a produtividade e entregar produtos com menos recursos sem comprometer a qualidade.

Já para Pinto (2006), o *Lean* trata-se de uma mentalidade inovadora às práticas de gestão, buscando direcionar as ações para a eliminação progressiva de fontes de desperdício, por meio de abordagens e procedimentos simples. Visto isso, a metodologia *Lean* deve ser encarada como um pensamento e não apenas como um programa ou ferramenta, pois muitas empresas ficam focadas em processos já existentes e acabam perdendo a habilidade de inovar.

Considerando as premissas elencadas, o devido estudo de caso está sendo aplicado numa indústria de embalagens metálicas localizada no interior do Estado do Rio de Janeiro. O objetivo é estudar e elaborar propostas de melhoria para a otimização da produção industrial, utilizando como pressuposto a aplicação de *Lean Manufacturing*, demonstrando, dessa forma, os possíveis ganhos com a implementação dessa filosofia na fábrica.

1.1 JUSTIFICATIVA

Na indústria de embalagens metálicas analisada neste trabalho, pôde-se perceber que, atualmente, pouco é aplicado o conceito da produção enxuta em sua linha produtiva resultando em altos índices de desperdícios e, conseqüentemente, danos econômicos para a empresa. Diante das situações apresentadas, este estudo de caso justifica-se pela precária situação de maquinários, ferramentas, ambiente de trabalho e modelo de gestão de linha existente nesta indústria, sendo necessário a realização de uma análise das potencialidades de evolução pela perspectiva do Sistema Toyota de Produção.

1.2 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo geral apresentar propostas de melhoria para otimização da produção por meio de conceitos de *Lean Manufacturing* em uma indústria de embalagens metálicas. Esse estudo possui como propósito a otimização de recursos, redução de perdas, aumento da produtividade e, conseqüentemente, da melhoria da qualidade dos produtos.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Mapear o processo produtivo atual da empresa;
- Construir o Mapeamento de Fluxo de Valor - MFV atual e futuro da empresa;
- Compreender o processo produtivo e identificar atividades que não agregam valor ao produto;
- Com base no *Lean Manufacturing*, propor alterações de processo e mensurar o antes e depois das melhorias levantadas.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Para o melhor entendimento do desenvolvimento deste estudo, o trabalho progrediu da seguinte forma:

O primeiro Capítulo trata da demonstração da introdução do conteúdo, das justificativas pelas quais o tema proposto foi escolhido para ser explorado e dos objetivos gerais e específicos que compõem a finalidade da construção deste material.

No segundo Capítulo, foi apresentado o referencial teórico, representando as pesquisas realizadas para validar o conteúdo contido no trabalho por meio da afirmação e citação de autores expressivos conhecedores dos conceitos apresentados neste estudo de caso. Neste capítulo foram abordadas referências sobre a definição de litografia, os conceitos de gestão de produção e as exploratórias da filosofia *Lean Manufacturing*, apresentando seus princípios, pilares, objetivos e ferramentas.

O terceiro Capítulo abordará os materiais e métodos de pesquisa utilizados para obtenção de dados. Neste trabalho foram realizadas pesquisas bibliográficas, pesquisas exploratórias, pesquisas descritivas e mapeamento de fluxo. Desta forma foi possível garantir todos os indicadores disponíveis para análise, possibilitando utilizar ferramentas do *Lean Manufacturing* para propor melhorias de utilização de processo.

O quarto Capítulo apresentará os resultados e discussão realizados após a obtenção dos dados resultantes dos métodos de pesquisa utilizados. Neste capítulo, serão apresentadas as propostas de melhoria relacionada ao layout da empresa estudada, setup de produção, estoque, 5S, Kaizen, manutenção e no fluxo de processos, por meio do MFV.

Por fim, os demais Capítulos, conclusão, indicação para trabalhos futuros, referências e anexos finalizarão o trabalho realizado. Neles estarão respectivamente, a percepção da dupla ao finalizar o estudo de caso, a sugestão aos leitores para a realização de trabalhos futuros que possam complementar os conteúdos aqui abordados, os artigos e sites consultados para compor o estudo e explanação dos itens abordados e a melhor visualização do MFV atual e futuro.

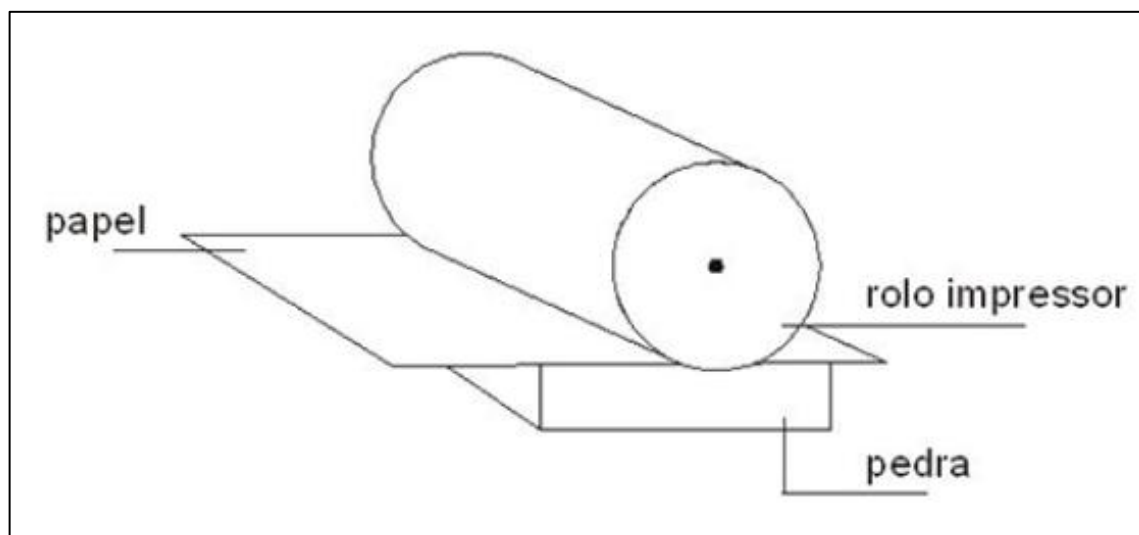
2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para melhor exposição da temática, vale destacar as definições dos principais conceitos abordados ao longo deste trabalho e as validações por diversos autores especialistas que concedem o embasamento teórico da proposta sugerida ao final deste estudo de caso. Sendo assim, neste capítulo será abordado sobre o que é uma litografia, a relação da gestão da produção com a produção estratégica e competitividade da empresa, *Lean Manufacturing* e sua filosofia, seus pilares, valores, ferramentas e principais objetivos. Desta forma será possível compreender a importância da aplicação das práticas do Sistema Toyota de Produção no fluxo produtivo.

2.1 LITOGRAFIA - EMPRESA DO RAMO DE EMBALAGENS METÁLICAS

A litografia é um método de impressão que tem base originária na imiscibilidade do óleo e da água. Este tipo de impressão provém de uma pedra (pedra calcária litográfica) ou de uma placa de metal prensada a uma superfície lisa. Este procedimento foi apresentado em 1796 por Alois Senefelder (HISOUR ARTE CULTURA EXPOSIÇÃO, 2018). Este foi um passo muito importante que deu origem a diversos outros modelos de impressão, como por exemplo, a impressão offset demonstrado na Figura 1.

Figura 1: Representação Gráfica de uma Impressão Litográfica



Fonte: Site Futura Express (2019).

O princípio apresentado se estende a empresa de embalagens metálicas estudada, que tem a premissa de realizar a impressão de imagens em lâminas metálicas. Esta empresa será melhor explorada ao longo do estudo de caso apresentado.

2.2 GESTÃO DE PRODUÇÃO

A gestão da produção é responsável pelo planejamento de processo em uma cadeia produtiva, é de suma importância que uma empresa realize um levantamento de questões inerentes a tendência de mercado e mapeie as suas necessidades e possibilidades de negócio.

Quando uma empresa propõe sua estratégia, ela define um conjunto de ações que a compromete com determinado objetivo. Logo, estratégia é um compromisso com a ação e o padrão global de decisões visando à criação de uma vantagem competitiva, que permita atingir seus objetivos de curtos e longos prazos (CAVENAGHI, 2001).

Entre as diversas possibilidades de melhoria em um fluxo de produção, é possível citar que a estratégia competitiva pode ser desenvolvida por meio de ações direcionadas para a otimização da manufatura. A estratégia de manufatura de uma empresa deve definir suas tecnologias, recursos humanos, organização, capacidade, interfaces e infraestrutura, pois esta é o último elo que conecta a estratégia global de negócios de uma organização às ações de seus recursos individuais (SLACK *et al*, 2002).

Em meio as estratégias competitivas, a utilização de novas tecnologias e conceitos de manufatura apresentam enorme impacto nos resultados das companhias, dentre elas é possível citar o *Just in Time*, estoque zero, gestão da qualidade total, sistemas de manufatura enxuta, manufatura integrada por computador, entre outros (GUNASEKARAN *et. al*. 1994).

Tais afirmações, citadas em diferentes épocas e por diferentes autores, exprimem a correlação entre gestão da produção, competitividade e resultados financeiros. Em conjunto, tais referenciais reforçam ainda mais a efetividade que a filosofia *Lean* tem diante das estratégias de produção industrial, desenvolvendo ações ligadas diretamente para a melhoria da manufatura, reduzindo desperdícios e aumentando o lucro da empresa.

2.3 LEAN MANUFACTURING

Lean Manufacturing é uma filosofia desenvolvida pela *Toyota Motor Company*, mais especificamente pelo engenheiro Taiichi Ohno, após o fim da Segunda Guerra Mundial. Este novo conceito preza pela produção enxuta que tem como objetivo a eliminação de desperdícios, a produção em um ambiente organizado, a gestão da qualidade através da melhoria contínua e a eliminação de atividades que não agregam valor (MOREIRA; FERNANDES, 2001).

Desperdícios são todos os procedimentos que estão sendo realizados desnecessariamente, gerando custos e não agregam valor (GHINATO, 2002). Estas atividades estão presentes

no processo de produção, mas não agregam valor ao produto no ponto de vista do cliente (SALGADO *et al*, 2009). Em uma cadeia produtiva, o produto final deve ser entregue ao consumidor junto a um valor agregado, este valor é o que chama atenção do cliente e faz com o que o mesmo esteja disposto a pagar pelo produto ou serviço. O tempo de espera é algo de extremo incômodo no ponto de vista do cliente, visto que há um valor financeiro investido no produto, sem o devido retorno. Este conceito se expande quando também existe a relação de produtor e cliente nos setores primários e secundários da produção, ou seja, o tempo de espera também não agrega valor no custo investido na relação entre fornecedores e subfornecedores e postos e entrepostos do fluxo produtivo.

A filosofia *Lean Manufacturing* objetiva uma produção em que o mínimo de recursos é utilizado e apenas o que é necessário deve ser produzido, buscando a eficiência do processo em geral (OHNO, 1997). Para atingir esta finalidade, o STP baseou-se em alguns princípios, pilares e ferramentas para que a manufatura enxuta de fato funcione.

2.3.1 PRINCÍPIOS DO *LEAN MANUFACTURING*

O livro "*Lean Thinking*", traduzido em português para "A Mentalidade Enxuta nas Empresas", escrito por James P. Womack e Daniel T. Jones, considerado o livro mestre da filosofia de gestão *Lean*, descreve os cinco princípios *Lean* que constituem a essência das empresas que aderem ao STP. São eles:

2.3.1.1 VALOR

Fase de identificação das necessidades do cliente que devem ser atendidas. O cliente define valor e este deve ser expresso em bens ou serviços específicos que atendam suas necessidades. Além disso, a tarefa da empresa é atender as solicitações de seus clientes cobrando um preço justo, mas também de forma que ela possa continuar a fazer negócios, aumentar os lucros através da melhoria constante dos processos, reduzir custos e melhorar a qualidade de seus produtos.

2.3.1.2 IDENTIFICAR O FLUXO DE VALOR

Etapa que consiste em avaliar toda cadeia produtiva, desde a extração da matéria-prima até a venda e pós-venda do produto. Todo produto ou serviço acompanha consigo uma cadeia de valor, e a análise deste fluxo deve distinguir três tipos de atividades. São elas: atividades que agregam valor ao produto, atividades sem adição de valor, mas são importantes para manter o

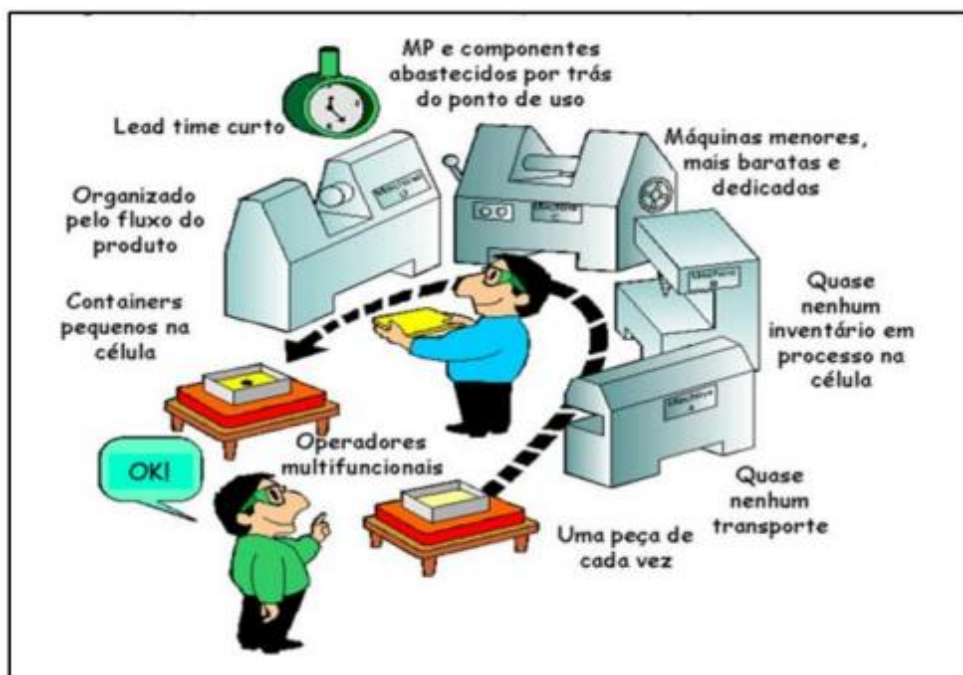
fluxo produtivo e a qualidade do produto final e atividades sem adição de valor que devem ser eliminadas.

2.3.1.3 GARANTIR O FLUXO CONTÍNUO

Após a análise do fluxo de valor, torna-se possível enxergar os pontos do processo produtivo que proporcionam maiores desperdícios e não agregam valor ao produto final. Desta forma, a etapa do fluxo contínuo é o momento da mudança de pensamento e organização dos departamentos. É com este princípio que se dá a organização dos postos de montagem na sequência de produção, de forma que o produto seja fabricado de forma rápida, com o menor tempo de processo possível e com o menor número de paradas por estoques intermediários.

Ademais, em concordância com James P. Womack e Daniel T. Jones, Silva (2007) afirma que células em fluxo contínuo exercem o controle de qualidade de forma mais rápida, visto que o consumo das peças na etapa seguinte é quase instantâneo. Rother e Harris (2001) diz que, neste fluxo contínuo, o objetivo é que cada peça percorra um caminho de fabricação sem interrupções e/ou esperas e a orientação é que as máquinas fiquem alocadas geralmente em formato de “U”, sendo conhecidas como “cédulas de produção”, reduzindo a área física de movimentação, conforme demonstrado na Figura 2.

Figura 2: Exemplo de Processo em "U" em Arranjo de Celular



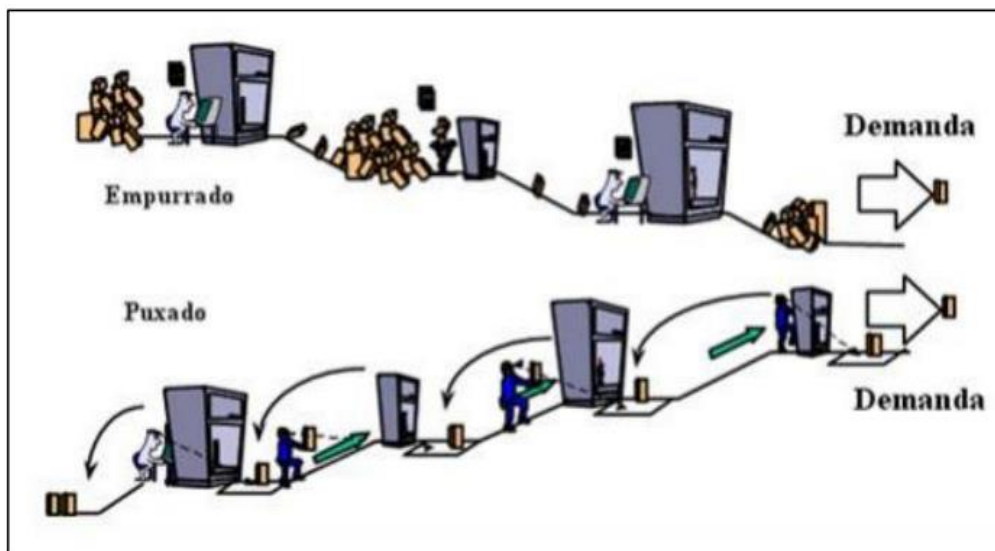
Fonte: Rother e Harris (2001).

2.3.1.4 PRODUÇÃO PUXADA

O fluxo de produção puxada baseia-se em um processo produtivo cuja demanda provém por meio das solicitações de clientes, ao contrário do chamado fluxo empurrado, no qual a demanda dá-se por meio da criação de estoques, produzindo além do necessário e estimulando a venda por meio desta necessidade.

Em concordância com as considerações do livro "*Lean Thinking*", Womack e Jones (1998) afirmam que produção puxada significa que um processo inicial não deve produzir um bem ou serviço sem que o cliente o solicite. Ou seja, o fluxo de informações tratadas neste princípio ocorre em sentido contrário ao da produção, a demanda se inicia do cliente e finaliza ao chegar no fornecedor de matérias-primas, conforme demonstrado na Figura 3.

Figura 3: Produção com Fluxo em Sistema Empurrado x Fluxo em Sistema Puxado



Fonte: Corrêa e Corrêa (2004).

2.3.1.5 BUSCA DA PERFEIÇÃO

A busca pela perfeição está ligada diretamente ao conceito de melhoria contínua, um objetivo constante que contemplam o fluxo de valor e devem ser cultivados em todas as etapas do processo (fornecedores, colaboradores, fabricantes, montadores, revendedores, entre outros).

Visto isso, dentro de um processo produtivo, quanto mais ágil é o sistema em busca pela perfeição, mais fácil a percepção de pontos críticos no fluxo, a observação dos obstáculos da produção e as fontes de desperdícios que precisam ser eliminadas.

2.3.2 PILARES DO *LEAN MANUFACTURING*

Assim como a consolidação dos valores apresentados anteriormente, a filosofia *Lean* também se estabelece por meio de pilares pautados na melhoria contínua e na redução de desperdícios. Sua representação assemelha-se a estrutura de uma casa, conforme demonstrado na Figura 4, e, nesta casa, cada parte da estrutura - pilares, bases, telhado - possuem funções específicas para manter sua construção.

Figura 4: Pilares do Sistema Toyota de Produção



Fonte: Ghinato (2000).

Assim, seguindo a analogia mencionada, dentro da estrutura *Lean* existem atividades que contemplam e garantem a efetividade dos pilares, mantendo a aplicação do STP de forma sólida em um sistema de produção, conforme demonstrado na Figura 5.

Figura 5: Atividades do Sistema de Produção *Lean*



Fonte: Dennis (2008).

Vale destacar que para o sistema fluir da forma correta, a cultura *Lean* deve ser reforçada e difundida em todas as camadas do fluxo produtivo e, além disso, o cenário industrial que será aplicado deve ser devidamente estudado para aproveitar o máximo possível das potencialidades do STP.

Dennis (2008) afirma que a representação usual da produção *Lean Manufacturing* é feita na forma de uma “casa”, onde a base do sistema é a estabilidade e a padronização. Para melhor compreensão deste sistema, cabe expor as definições dos principais itens dos pilares *Lean*, são eles: foco no cliente; *Just in Time*; *Jidoka*; envolvimento; padronização e estabilidade. Para esta exposição, foi tomado como base os descritos do livro “O Sistema Toyota de Produção Além da Produção em Larga Escala”, de Taiichi Ohno, o criador do *Just in Time*, junto as adaptações de autores especialistas que reafirmam as definições dos principais pilares que constituem a filosofia *Lean*.

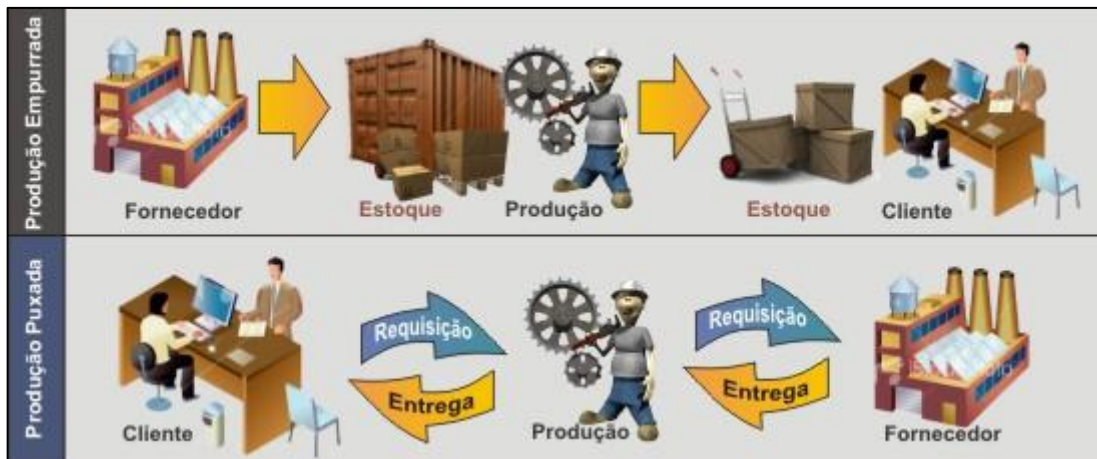
2.3.2.1 FOCO NO CLIENTE

Conforme visto nas imagens anteriores, o cliente está no “telhado” da “casa”, pois ele é o objetivo principal de entrega do produto, os demais pilares o sustentam e trabalham em prol desta finalidade. Ao encontro das menções do livro de Ohno, no sistema *Lean* o cliente é quem puxa a demanda, compondo o sistema de fluxo puxado. Desta forma, por causa do cliente que o fluxo se comporta utilizando-se do *Just in Time*, da melhoria contínua, da redução de desperdício, na preocupação com a qualidade do produto e na busca pela perfeição desembolsando o menor custo e atingindo o menor *lead time* possível.

2.3.2.2 JUST IN TIME

Na tradução literal, *Just in Time* pode ser definido como “apenas na hora” ou “na hora certa”. Para Taiichi Ohno (1997), “*Just in Time*” significa que, em um processo de fluxo, as partes necessárias para a montagem alcança a linha de montagem somente quando são necessárias e apenas na quantidade correta, desta forma, uma empresa que estabelecer este fluxo, pode chegar ao estoque zero.

Correlacionando a definição literal e o conceito estabelecido por Taiichi Ohno, é possível compreender que o sistema de gestão da produção atendida pelo *Just in Time* preocupa-se instintivamente com a importância do estoque zero e redução completa de desperdícios atendendo apenas o necessário nas etapas do fluxo produtivo, conforme demonstrado na Figura 6 e, também, no livro de Ohno.

Figura 6: Conceito de *Just In Time*

Fonte: Site Redação Indústria Hoje (2012).

2.3.2.3 JIDOKA

De acordo com Ohno (1997), no STP o conceito de automação não é aplicado apenas para máquinas e robôs, mas também para os colaboradores humanos. Em uma linha automatizada os principais objetivos são evitar desperdícios, melhorar os resultados da produção e garantir maior produtividade na indústria. Sendo assim, quando há a aplicação do conceito de automação humana, ou *Jidoka*, as linhas manuais de produção são preparadas e treinadas para identificar itens defeituosos e, assim, atingir os mesmos objetivos de uma linha de robôs automatizados.

Segundo Moden (1984), a palavra "*Jidoka*" significa automação, sendo "*ninben no aru jidoka*" a expressão que dá o verdadeiro significado do conceito. De acordo com Monden (1984), Ohno (1997) e Shingo (1996), *Jidoka* também tem seu significado completo como "automação com a mente humana" ou então "automação com um toque humano".

Conforme mencionado, no sistema *Jidoka* os colaboradores são instruídos a solicitar parada de linha de produção quando uma anormalidade do produto é identificada. Desta forma, se torna possível evitar uma cadeia de produtos defeituosos e criar um movimento para correção do item, e assim, continuar apenas o fluxo de produtos com a correta normalidade.

Visto isso, no STP, as etapas básicas de *Jidoka* podem ser descritas como:

1. Detectar o Problema;
2. Parar o Processo;
3. Restaurar o Processo para a Função Adequada;
4. Investigar a Causa Raiz do Problema e Instalar Contramedidas.

Estas etapas mencionadas também são chamadas de Ciclo Jidoka, conforme representado na Figura 7.

Figura 7: Representação do Ciclo *Jidoka*



Fonte: *Blog Leanked*. Consultoria em Operações (2021).

O *Jidoka* é um sistema muito produtivo, pois conforme mencionado por Grout e Toussaint (2010), paradas levam para resolução de problemas e, com o passar do tempo, a linha produtiva terá menos interrupções e melhor qualidade em comparação com uma linha em que os trabalhadores não têm o poder de criar paralisações.

Entre as vantagens da aplicação do *Jidoka*, estão:

- i. Rapidez na detecção de problemas já nas fases iniciais;
- ii. Redução de custos de materiais ao evitar a produção com falhas;
- iii. Redução de custos com pessoas, pela automação de processos;
- iv. Menor desgaste de equipamentos com a parada automática em casos de anormalidade;
- v. Mais autonomia no chão de fábrica, já que os operadores devem ser orientados para resolver os problemas encontrados;
- vi. Como uma das bases do *Lean*, ajuda a disseminar a cultura de melhoria contínua, mudando padrões de comportamento;
- vii. Tem menor custo que a automação total de processos, além de atender a situações em que a automação total não pode ser aplicada.

Desta forma, os principais objetivos do *Jidoka* são:

- i. A redução de custo através da redução da força de trabalho;
- ii. Flexibilidade na produção para alterações na demanda;
- iii. Qualidade assegurada;
- iv. Aumento do respeito à condição humana.

2.3.2.4 ENVOLVIMENTO

Conforme mencionado por Ohno (1997), em seu livro, para a melhor execução da filosofia *Lean Manufacturing*, é de suma importância o envolvimento de todo o fluxo produtivo na execução de cada um dos itens abordados. Sem o envolvimento de toda a cadeia, desde os compradores da matéria-prima, dos montadores na produção em linha e na gerência do pós-vendas, o STP aplicado na indústria será apenas um conceito sem resultados apropriados. Para obter um resultado satisfatório, cabe realizar o devido treinamento em cada etapa do processo e, assim, promover a redução de desperdício, aumentar a qualidade do produto, reduzir custos e obter maior retorno financeiro sobre o produto vendido.

2.3.2.5 PADRONIZAÇÃO

O principal objetivo da manutenção enxuta é o aumento da produtividade, alta qualidade e redução de desperdícios, conforme mencionado por Ohno (1997). Para isso ser possível cabe a necessidade da realização de um estudo do trabalho e da função de cada colaborador dentro de seu posto de trabalho. Para uma padronização bem executada, cabe entender o tempo gasto em cada etapa do processo: o tempo de entrega de um produto, o tempo cíclico em cada montagem, o tempo de chegada de peças, entre outros que envolvam todo o fluxo de produção.

2.3.2.6 ESTABILIDADE

Segundo Ohno (1997), para obter uma qualidade assegurada do fluxo produtivo, faz-se necessário o desenvolvimento contínuo da estabilidade no processo. Esta estabilidade é fundamental para manter a produção sem variações, com entregas constantes, com menor erro possível, combinando um ambiente de regularidade e competitividade.

2.3.3 PRINCIPAIS OBJETIVOS DO *LEAN MANUFACTURING*

Com a aplicação dos valores, pilares e ferramentas desenvolvidos pelo STP, torna-se possível conduzir o fluxo produtivo de uma empresa objetivando uma meta de custo zero. O

Lean Manufacturing tem como foco a produção enxuta, ou seja, a eliminação sistemática dos desperdícios (SHINGO, 1996).

Assim como citado por Shingo (1996), o principal objetivo do *Lean Manufacturing* é obter lucro por meio da redução e possível eliminação de desperdícios, desde a solicitação do cliente até a entrega do produto em que “perda” é toda e qualquer atividade que não contribui para as operações e, portanto, não agregam valor.

Pela perspectiva de Ohno (1997), produzir de maneira enxuta é o resultado da eliminação dos sete tipos de desperdícios existentes nas organizações. Dentre os 7 principais desperdícios, ou perdas, citados por Ohno (1997) e Shingo (1996), é possível destacar os desperdícios em: transporte; inventário; movimento; espera; processamento impróprio; superprodução; defeitos. Recentemente, também foi incluído a perda intelectual, um item de grande valia, conforme demonstrado na Figura 8.

Figura 8: Resumo dos 8 Tipos de Desperdícios



Fonte: Site Voitto (2020).

2.3.3.1 DESPERDÍCIO DE TRANSPORTE

Segundo Liker (2006) desperdício de transporte ou movimentação desnecessária é o movimento de estoque em processo por longas distâncias, criação de transporte ineficiente ou movimentação de materiais, peças ou produtos acabados para dentro e fora do estoque e entre processos. Este fator está ligado diretamente ao layout disposto na empresa e a relação de transporte existente entre postos e/ou colaboradores. Bornia (1995) e Shingo (1996a; 1996b) afirmam que quando esgotadas as possibilidades de melhoria do processo, as atenções podem voltar-se para a melhoria das operações, como aplicação de esteiras rolantes, braços mecânicos etc. (BORNIA, 1995; SHINGO, 1996a; 1996b).

2.3.3.2 DESPERDÍCIO DE INVENTÁRIO

Também segundo Liker (2006), desperdício de inventário é o excesso de estoque em processo ou de produtos acabados, causando lead times mais longos, obsolescência, produtos danificados, custos de transporte e de armazenagem e atrasos. Este tipo de desperdício, junto ao desperdício de superprodução, é considerado um dos piores, sendo assim precisam ser priorizados e eliminados. O estoque gera custos financeiros para sua manutenção, custos pela obsolescência dos produtos e custos de oportunidade de mercado em relação à concorrência que tiver menor lead time (BORNIA, 1995). Neste caso, é necessário utilizar as ferramentas de gestão para identificar o principal problema que desencadeia um alto índice de estoque para, assim, resolvê-lo.

2.3.3.3 DESPERDÍCIO DE MOVIMENTO

Para Liker (2006) desperdício de movimento é qualquer movimentação inútil que os funcionários precisam fazer durante o trabalho, tais como procurar, pegar ou empilhar peças, ferramentas, caminhar etc. Estes desperdícios são ações que não contribuem para o fluxo e não aumentam a produtividade da empresa. É um tipo de desperdício que precisa de muita atenção para ser perceptivo e, também, assim como no desperdício de transporte, cabe o estudo de layout das disposições dos postos de montagem para uma melhor execução da atividade sem tempo perdido.

2.3.3.4 DESPERDÍCIO DE ESPERA

Segundo Liker (2006), desperdício de espera dá-se quando há funcionários dedicados apenas para vigiar uma máquina automática ou quando há profissionais que ficam esperando pelo próximo passo no processamento, ferramenta, suprimento e peças. Para Shingo (1996b) as esperas podem ser necessárias ou desnecessárias à estabilização de um processo e podem ser causadas por capacidade excedente ou pela programação de produção. Neste caso, cabe o estudo e entendimento do fluxo de produção utilizando-se das ferramentas de gestão para alinhar a cadeia produtiva com os objetivos da empresa e, assim, minimizar o tempo de espera o máximo possível para reduzir os custos perdidos nesta atividade.

2.3.3.5 DESPERDÍCIO DE PROCESSAMENTO IMPRÓPRIO

Para Liker (2006) o desperdício de processamento impróprio acontece quando há um processamento ineficiente por uma ferramenta ou u, projeto de baixa qualidade do produto,

causando movimento desnecessário e produzindo defeitos. Na perspectiva de Shingo (1996a), o primeiro estágio na melhoria de processo é a Engenharia de Valor, em resumo, trata-se da tentativa de redesenhar o produto mantendo a qualidade e a funcionalidade do mesmo, mas reduzindo custos. Para Bornia (1995), o segundo estágio dá-se pela busca pela melhoria da fabricação do produto por meio da avaliação e seleção de tecnologias, ferramentas e procedimentos de fabricação.

2.3.3.6 DESPERDÍCIO DE SUPERPRODUÇÃO

Segundo Liker (2006), desperdício de superprodução envolve a produção de itens para os quais não há demanda, ocasionando perdas com excesso e de estoque e, conseqüentemente, com os custos de transporte. Junto ao desperdício de estoque, este é um dos tipos mais importantes que devem ser observados, pois com a existência dele, é possível desencadear os demais tipos de desperdícios existentes, como por exemplo: desperdício de estoque, de espera, de transporte, movimentação, entre outros.

2.3.3.7 DESPERDÍCIO DE DEFEITOS

Este tipo de desperdício está relacionado diretamente com montagem de peças de baixa qualidade ou defeituosas. Para Bornia (1995), a minimização desta perda depende da confiabilidade do processo e da rápida detecção e solução de problemas. Esta colocação reafirma ainda mais a necessidade da aplicação dos conceitos da *Jidoka* no meio produtivo, dando a possibilidade da identificação dos problemas de qualidade de peças ainda no fluxo produtivo, podendo evitar uma seqüência de peças defeituosas. Desta forma, será possível diminuir os custos e eliminar os desperdícios que estariam para acontecer.

2.3.3.8 DESPERDÍCIO DE INTELLECTUAL

Para Liker (2006), o desperdício intelectual é a perda de tempo, ideias, habilidades, melhorias e oportunidades de aprendizagem por não envolver ou ouvir os colaboradores em uma determinada ação no fluxo produtivo. Este item compreende também o sentimento e satisfação do funcionário perante a empresa e, dependendo de como o mesmo se sente, há possibilidades de um desligamento e os altos índices de conhecimento passarão a ser aplicados em outras companhias, gerando mais lucro para os concorrentes. Ao resolver este tipo de desperdício, as ações vão diretamente ao encontro de um dos valores do *Lean Manufacturing*, a chamada

“Estabilidade na Mão-de-obra”. Como já visto, este item possibilita que o gestor tenha o conhecimento sobre seus colaboradores e possam aplicar treinamentos ou realocar seus funcionários conforme suas devidas potencialidades. Para esta atividade acontecer, apenas será possível quando o colaborador for ouvido pelo seu superior.

2.3.4 PRINCIPAIS FERRAMENTAS DO *LEAN MANUFACTURING*

Para a filosofia *Lean* ser muito bem executada, cabe a necessidade da aplicação de ferramentas para auxiliar na identificação e resolução de problemas, mapeamento dos principais pontos de desperdício na cadeia produtiva, controle de gestão visual, análise situacional da produção, acompanhamento da evolução profissional dos colaboradores, resolução de problemas, entre outros.

Dentre as diversas possibilidades à disposição, 25 principais itens serão resumidos a seguir, com dados adaptados retirados do Site QSERP - QS Consultoria e Sistemas de Gestão ERP (2017) que resumiu muito bem cada uma das ferramentas, apresentando suas definições e suas utilidades.

2.3.4.1 FERRAMENTAS

Quadro 1: Principais Ferramentas da Filosofia *Lean Manufacturing* (continua)

FERRAMENTAS DO LEAN MANUFACTURING		
FERRAMENTA	O QUE É?	COMO AJUDA?
5S	Seiri (Utilização) - Separa o necessário do desnecessário;	Seiri (Utilização) - Eliminar do espaço de trabalho o que seja inútil;
	Seiton (Organização) - Colocar cada coisa em seu lugar;	Seiton (Organização) - Organizar o espaço de trabalho de forma eficaz;
	Seiso (Limpeza) - Limpar e cuidar do ambiente;	Seiso (Limpeza) - Melhorar o nível de limpeza;
	Seiketsu (Higiene) - Criar normas e padrões;	Seiketsu (Higiene) - Criar normas claras para triagem, arrumação e limpeza;
	Shitsuke (Disciplina) - Todos ajudam.	Shitsuke (Disciplina) - Incentivar melhoria contínua.
ADON	Sistema de gestão visual para o chão de fábrica que indica o status da produção e gera alertas quando é necessário algum tipo de assistência em uma estação de trabalho. Capacita os operadores para parar o processo de produção.	Atua como uma ferramenta de comunicação em tempo real para o chão de fábrica, e traz atenção imediata aos problemas à medida que eles ocorrem - para que eles possam ser abordados instantaneamente.
Análise de Gargalos	Identificar qual parte do processo de fabricação limita o fluxo geral (onde existe gargalos) e melhorar o desempenho desta parte do processo.	Melhora o rendimento ao fortalecer o elo mais fraco no processo de fabricação.

Fonte: Adaptado Pelo Autor do Site QSERP (2017).

Quadro1: Principais Ferramentas da Filosofia *Lean Manufacturing* (continuação)

FERRAMENTAS DO LEAN MANUFACTURING		
FERRAMENTA	O QUE É?	COMO AJUDA?
Fluxo Contínuo	Um fábrica onde o processo flui constantemente, sem paradas entre as etapas do processo de fabricação.	Elimina muitas formas de desperdício como: inventário, tempo de espera e transporte.
Gemba Walk	Uma filosofia que nos lembra de sair de nossos escritórios e passar mais tempo no chão da fábrica – o lugar onde acontece a ação real.	Promove uma compreensão profunda e completa das questões de fabricação do mundo real – por observação de primeira mão e conversando com funcionários da produção
Heijunka (Programação de Nível)	Uma forma de programação de produção que fabrica propositadamente em lotes muito menores por sequenciação e mix de produtos dentro de processos similares.	Reduz os prazos de entrega (uma vez que cada produto ou variante é fabricado com mais frequência) e inventário (uma vez que os lotes são menores).
Hoshin Kanri (Implementação de Políticas)	Alinhar os objetivos da empresa (Estratégia), com os planos de gestão intermediária (Tactics) e o trabalho realizado no chão da planta (Ação).	Garante que o progresso em direção aos objetivos estratégicos seja consistente e completo – eliminando o desperdício que vem de uma comunicação deficiente e direção inconsistente.
Jidoka (Autonomização)	Projetar equipamentos para automatizar parcialmente o processo de fabricação (a automação parcial geralmente é muito menos dispendiosa do que a automação completa) e para parar automaticamente quando os defeitos são detectados.	Após a Jidoka, os trabalhadores podem freqüentemente monitorar várias estações (reduzindo os custos trabalhistas) e muitos problemas de qualidade podem ser detectados imediatamente (melhorando a qualidade).
Just-in-time (JIT)	Puxar a produção de peças com base na demanda do cliente em vez de empurrar a produção com base na demanda projetada. Depende de muitas outras ferramentas como: fluxo contínuo, Heijunka, Kanban, trabalho padronizado e tempo Takt.	Altamente eficaz na redução dos níveis de inventário. Melhora o fluxo de caixa e reduz os requisitos de espaço.
Kaizen (Continuous Improvement)	Uma estratégia em que os funcionários trabalham de forma pró ativa para obter melhorias periódicas e incrementais no processo de fabricação.	Combina os talentos coletivos de uma empresa para criar um mecanismo para eliminar continuamente os desperdícios nos processos de fabricação.
Kanban (Sistema de Tração)	Um método de regulamentação do fluxo de mercadorias tanto na fábrica quanto em fornecedores externos e clientes. Com base na reposição automática através de cartões de sinal que indicam quando são necessários mais produtos.	Elimina os desperdícios do inventário e da superprodução. Pode eliminar a necessidade de inventários físicos (em vez disso, depender de cartões de sinal para indicar quando mais produtos precisam ser solicitados).
KPIs (Key Performance Indicators)	Métricas definidas com o objetivo de acompanhar o andamento em direção à determinada meta.	Estão alinhados com os objetivos estratégicos de alto nível. São eficazes para expor e quantificar desperdícios (OEE é um bom exemplo)
Muda (Waste)	Qualquer coisa no processo de fabricação que não agrega valor da perspectiva do cliente.	Muda significa “desperdício”. A eliminação de muda é o principal foco de fabricação enxuta
Eficiência Geral do Equipamento (OEE)	Estrutura para medir a perda de produtividade para um determinado processo de fabricação. Três categorias:	Fornece uma referência para acompanhar a eficiência do processo de fabricação. 100% OEE significa produção perfeita (fabricando apenas peças boas, o mais rápido possível, sem tempo de inatividade).
	Disponibilidade	
	Performance	
PDCA (Plano, Do, Check, Act)	Qualidade	
	Uma metodologia iterativa para implementar melhorias:	Aplica uma abordagem científica para fazer melhorias:
	Planejar (plano estabelecido e resultados esperados)	Planejar (desenvolver uma hipótese)
	Fazer (plano implementado)	Fazer (executar experimento)
Poka-Yoke (Teste de Erro)	Verificar (verifique os resultados esperados alcançados)	Verificar (avaliar resultados)
	Agir (revise e avalie, faça novamente)	Atualizar (refine seu experimento, tente novamente)
	Deteccção de erros de projeto e prevenção em processos de produção com o objetivo de alcançar zero defeitos.	É difícil (e caro) encontrar todos os defeitos através da inspeção, e corrigir defeitos geralmente é significativamente mais caro em cada estágio de produção.

Fonte: Adaptado Pelo Autor do Site QSERP (2017).

Quadro 1: Principais Ferramentas da Filosofia *Lean Manufacturing* (conclusão)

FERRAMENTAS DO LEAN MANUFACTURING		
FERRAMENTA	O QUE É?	COMO AJUDA?
Análise de Causa Raiz	Uma metodologia de resolução de problemas que se concentra na resolução do problema subjacente ao invés de aplicar soluções rápidas que tratam apenas sintomas imediatos do problema. Uma abordagem comum é perguntar por que cinco vezes – cada vez que se aproxima um passo para descobrir o verdadeiro problema.	Ajuda a garantir que um problema seja realmente eliminado aplicando ações corretivas à “causa raiz” do problema.
Redução de Tempo de Setup (SMED)	Reduzir o tempo de setup para menos de 10 minutos. As técnicas incluem: Converta etapas de setup para ser externa (executada enquanto o processo está sendo executado) Simplifique o setup interno (por exemplo, substitua os parafusos com botões e alavancas) Elimine operações não essenciais Crie instruções de trabalho padronizadas	Permite a fabricação em lotes menores, reduz o inventário e melhora a capacidade de resposta do cliente.
Seis Grandes Perdas	Seis categorias de perda de produtividade que são quase universalmente experientes na fabricação: Quebras Setup Pequenas Paradas Velocidade reduzida Rejeição de Inicialização Rejeição de Produção	Fornecer uma estrutura para atacar as causas mais comuns de resíduos na fabricação.
Objetivos SMART	Objetivos que são: Específicos, mensuráveis, atingíveis, relevantes e específicos do tempo.	Ajuda a garantir que os objetivos sejam efetivos.
Trabalho Padronizado	Procedimentos documentados para a fabricação que capturam as melhores práticas (incluindo o tempo para completar cada tarefa). Deve ser documentação dinâmica que seja fácil de mudar.	Elimina o desperdício aplicando consistentemente as melhores práticas. Forma uma linha de base para atividades de melhoria futura.
Tempo de Ciclo	O ritmo de produção (por exemplo, fabricação de uma peça a cada 34 segundos) que alinha a produção com a demanda do cliente. Calculado como Tempo de Produção Planejado / Demanda do Cliente.	Fornecer um método simples, consistente e intuitivo de produção de estimulação. É facilmente estendido para fornecer um objetivo de eficiência para o chão de fábrica (Peças reais / Peças alvo).
Manutenção Produtiva Total (TPM)	Uma abordagem holística da manutenção que se concentra na manutenção pró ativa e preventiva para maximizar o tempo de operação do equipamento. O TPM desfragmenta a distinção entre manutenção e produção ao colocar uma ênfase forte na capacitação de operadores para ajudar a manter seus equipamentos.	Cria uma responsabilidade compartilhada por equipamentos que incentivam um maior envolvimento dos trabalhadores da fábrica. No ambiente certo, isso pode ser muito eficaz para melhorar a produtividade (aumento do tempo, redução de tempos de ciclo e eliminação de defeitos).
Mapeamento de Fluxo de Valor - MFV	Uma ferramenta usada para mapear visualmente o fluxo de produção. Mostra o estado atual e futuro dos processos de uma forma que destaca as oportunidades de melhoria.	Expõe o desperdício nos processos atuais e fornece um roteiro para melhoria através de uma visão da situação futura.
Método FIFO	FIFO quer dizer “First In, First Out”, ou, em português, “primeiro a entrar, primeiro a sair”.	Essa estratégia organiza os itens de um estoque em filas de espera, de modo que os produtos recém-chegados sejam sempre colocados no final da fila. Dessa forma, os produtos são utilizados por ordem de chegada.
Visual Factory	Indicadores, displays e controles visuais utilizados em todas as fábricas para melhorar a comunicação de informações.	Faz com que o estado e a condição dos processos de fabricação sejam facilmente acessíveis e muito claros – para todos.

Fonte: Adaptado Pelo Autor do Site QSERP (2017).

Dentre as diversas ferramentas *Lean* disponíveis, para a execução deste estudo de caso a principal ferramenta de gestão utilizada foi o “Mapeamento de Fluxo de Valor”, também conhecido como “MFV”. Somente após a análise de toda a cadeia produtiva foi possível encontrar os maiores pontos de desperdícios desta indústria do ramo de embalagens metálicas e propor opções de melhorias para o processo. Visto isso, dentre as 25 ferramentas apresentadas anteriormente, o MFV será mais explorado para melhor compreensão do trabalho realizado.

2.3.4.2 MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR - MFV

O fluxo de valor é definido como a coleção de todas as atividades, na qual agregam ou não valor e são necessárias para levar um produto ou um grupo de produtos que se utilizam dos mesmos recursos por meio dos principais fluxos de matéria-prima para os consumidores finais (ROTHER; SHOOT, 1999). Semelhante a Rother e Shoot (1999), Jones e Womack (2004) define o Mapeamento de Fluxo de Valor como um simples processo de observação de um fluxo de informação e de materiais, resumindo-os visualmente e propondo um estado futuro com melhor desempenho.

Em suma, o Mapeamento de Fluxo de Valor - MFV, em inglês conhecida como *Value Stream Mapping* – VSM, é uma ferramenta pertencente ao *Lean Manufacturing* que tem como objetivo mapear visualmente todo o processo produtivo de uma linha de montagem, representando a cadeia de valor de uma família de produtos, com o objetivo de localizar o tempo gasto de produção em cada processo junto com a disponibilidade das máquinas e evidenciar os principais problemas no fluxo de valor. Desta forma, entendendo os principais pontos de desperdícios no fluxo produtivo, será possível elaborar propostas de melhoria e obter lucros de processo/materiais para a empresa. Rother e Shook (2003) elaboraram um ciclo com as etapas de aplicação do MFV, apresentadas conforme a Figura 9.

Figura 9: Ciclo com Etapa de Aplicação do MFV.









Fonte: Adaptado Pelo Autor de Rother e Shook (2003)

Para o desenvolvimento do MFV é utilizado um conjunto de ícones com representações do fluxo de informações, fluxo de materiais e ícones gerais que se complementam e formam, em conjunto, o desenho de estado atual do processo e o desenho de estado futuro contemplando as propostas de melhoria sugeridas, conforme demonstrados nas Tabelas 1, 2 e 3.

Ícones Representativos do Fluxo de Informações







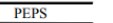
Quadro 2: Ícones Representativos do Fluxo de Informações do MFV

Ícones	Representação	Descrição
	Fluxo de Informação Manual	Por exemplo: -Programação da produção -Programação da Expedição
	Fluxo de informação Eletrônica	EDI, FAX, etc.
	Programação	Descreve o conteúdo do fluxo de informação
	Kanban de Produção	Diz a um processo o que e quanto deve ser produzido e dá autorização para o fazer. A linha tracejada indica o fluxo do Kanban
	Kanban de Retirada	Diz quanto e o que pode ser retirado e dá autorização para o fazer. (Produção de um processo de lote; ex.: estampagem).
	Kanban de sinalização	Instrução de produção que sinaliza a produção de um lote em um processo (ex. estampagem)

Fonte: Pizzol e Maestrelli (2004).

Ícones Representativos do Fluxo de Materiais

Quadro 3: Ícones Representativos do Fluxo de Materiais do MFV

Ícones	Representação	Descrição
	Movimento de material de produção Empurrado	Identifica os movimentos de material que são empurrados pelo produtor e não puxados pelo cliente (processo seguinte).
	Movimento da produção acabado para o cliente	Também mostra movimento de matéria prima e componentes dos fornecedores que não são empurrados
	Inventário	Quantidade e tempo deve ser anotado.
	Supermercado	Processos seguintes vão até o processo anterior e retiram o que precisam quando precisam. Controle de produção entre fluxos.
	(Pulmão)	Estoque de Segurança ou Pulmão.
	Puxada física	Representa a movimentos de material que são puxados pelo cliente (processo seguinte) com base nos pedidos atuais.
	Transporte	Anotar a frequência dos envios e quantidade enviada. Outros modelos transportados devem ser representados de um modo similar.
	Primeiro que Entra, Primeiro que Sai (FIFO)	Dispositivo para assegurar o fluxo PEPS e limitar a quantidade entre processos.

Fonte: Pizzol e Maestrelli (2004).

Ícones Representativos Gerais do Fluxo

Quadro 4: Ícones Representativos Gerais do MFV

Ícones	Representação	Descrição
	Processo de Manufatura	Todos os processos devem ser representados. Também usado para departamentos. Cada caixa e representa parte do processo.
	Fontes Exteriores	Usado para mostrar clientes, fornecedores e processos exteriores ao processo de manufatura.
	Caixa de Informação	Usado para registrar informação relevante de um processo de manufatura, departamento, etc. Deve ser representado logo abaixo da caixa do processo de manufatura..
	Posicionamento do Kanban	Colocar onde os kanban são recolhidos e mantidos para serem transportados
	Caixa de Nivelamento de Carga	Ferramenta para nivelar o volume e o "mix" dos kanbans de produção dentro de um período de tempo específico
	Painel Kanban	Por processos de produção junto uns dos outros onde haja acumulação de kanbans. (ex.: Painel de Pull Vermelho- Amarelo- Verde)
	"Kaizen Lightning Burst"	Realça melhorias críticas necessárias em processos específicos. Pode ser utilizado para planejar os Workshops Kaizen
	Nivelamento	Distribui a variedade de itens a serem produzidos durante um certo período de tempo para eliminar os lot

Fonte: Pizzol e Maestrelli (2004).

A construção do MFV dá-se da seguinte forma:

- 1º Compreensão dos componentes da família de produto já existentes na empresa e coleta de informações dos produtos, dos pré-requisitos de processo e do número de pessoas necessárias para execução da operação;
- 2º Nivelamento dos envolvidos nas práticas da empresa, obtendo informações da política de inventários, formas de abastecimentos entre outras.
- 3º Descrever o Fluxo de Processo:
 - Cliente que receberá o produto final;
 - A demanda contratada;
 - Turnos diários de trabalho;
 - *Tempo de Ciclo*;
 - Sequência de postos;
 - Capacidade por hora em cada posto;
 - Eficiência;
 - Capacidade efetiva;

- Inventário em processo e
- Estoque de matéria prima, descrevendo o mínimo e o máximo que estarão disponíveis.

4º Descrever o Fluxo de Material:

- Meio de transporte de entrega do produto finalizado;
- Quantidade prevista por entrega e frequência;
- Movimentação dos componentes para os processos posteriores junto a quantidade e a frequência;
- Matérias-primas que serão abastecidas para os processos junto a quantidade e frequência e
- Planejamento para utilização de materiais entre processos, junto quantidade.

5º Descrever o Fluxo de Informação:

- Fluxo de informações entre o cliente e a empresa (Sistemas eletrônicos) junto a frequência da transmissão da informação e
- Frequência de transmissão de informações entre cada processos baseando-se nas práticas atuais.

Visto isso, após análise de estado atual e a elaboração da proposta futura, cabe ao gestor avaliar e acompanhar o plano de ação necessário para melhoria do processo.

Esta ferramenta permite eliminar diversos desperdícios, como por exemplo, de estoque, de espera, de movimentação, de inventário, de tempo, entre outros e, por este motivo, foi o principal meio para execução deste estudo de caso. Posteriormente, será demonstrado um exemplo prático da utilização do MFV complementando as informações apresentadas.

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

O presente trabalho trata-se de um estudo de caso que possui como objetivo o desenvolvimento de propostas de melhoria em uma empresa do ramo de embalagens metálicas. O ambiente da organização foi utilizado como fonte de observação para a coleta e análise de dados durante o estudo.

3.1. ESTUDO DE CASO

A empresa foco deste estudo foi fundada em 1998. É uma empresa de fabricação de embalagens metálicas e atua no mercado de indústrias químicas e alimentícias. Distribuída em três unidades no estado do Rio de Janeiro, essa empresa emprega aproximadamente 700 funcionários divididos entre a sede e as duas filiais.

A unidade estudada possui estrutura com processos de produção gráfica com formulação de tintas *in loco*, linhas de litografia, estamperia e montagem. O portfólio de produtos da empresa é muito extenso e inclui latas de diversos tamanhos.

Para o desenvolvimento do presente trabalho, estudou-se mais a fundo o setor de fabricação de latas de 5 Litros. Essa escolha deve-se pelas oportunidades de melhoria que visualmente eram identificáveis e também por ser um dos produtos com maior demanda. Trata-se de uma linha que produz latas de aço laminado a frio, de categoria química. A Figura 10 apresenta o modelo do produto.

Figura 10: Lata de 5 Litros

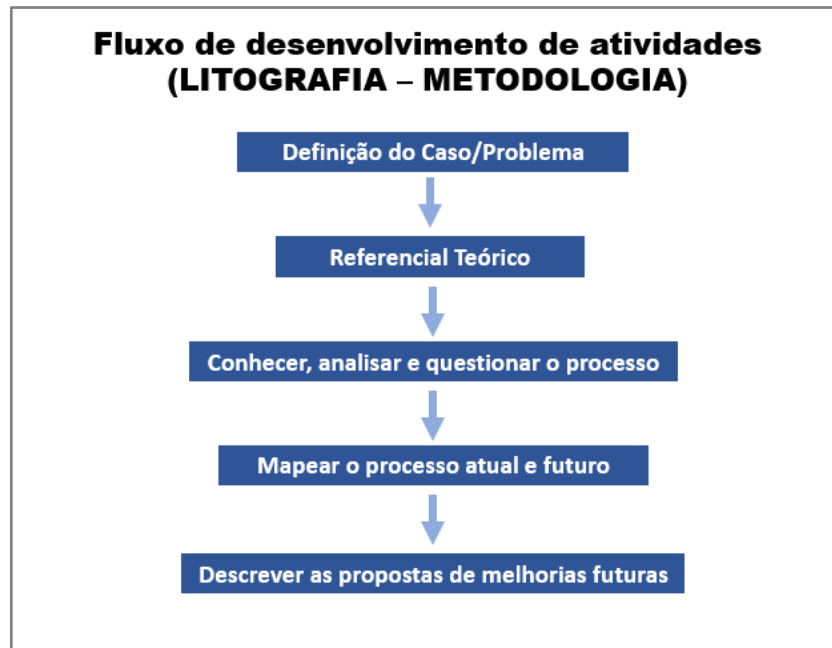


Fonte: Site Lojaerdobrasil (2019).

3.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As técnicas e métodos de pesquisa utilizados estão estruturados baseados em: Pesquisa bibliográfica, pesquisa de campo, mapeamento do fluxo de valor do processo de produção e análise de possíveis melhorias. Os procedimentos metodológicos utilizados podem ser sintetizados através da Figura 11:

Figura 11: Fluxo de Desenvolvimento de Atividades



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

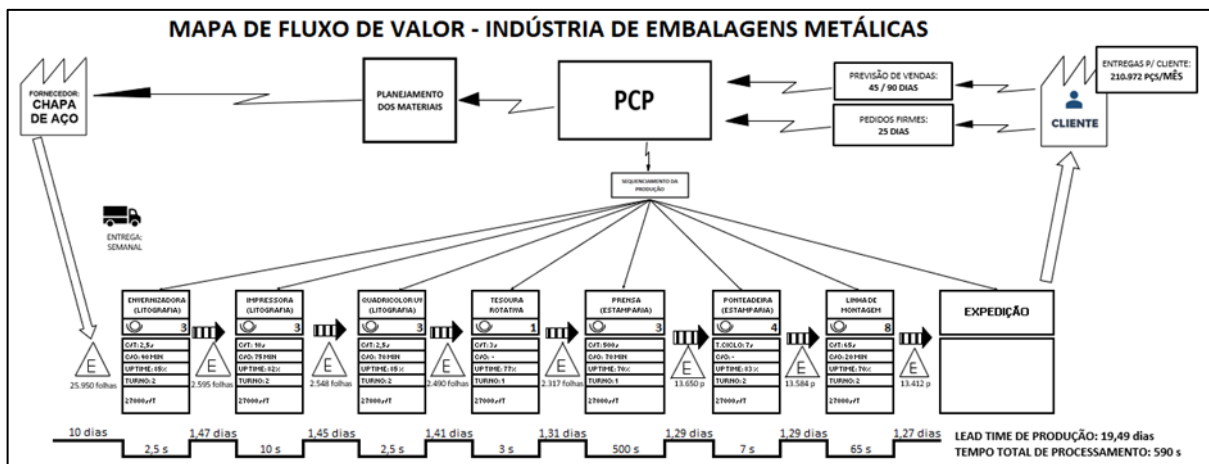
Como ponto inicial, foi feita uma pesquisa bibliográfica exploratória por intermédio de sites eletrônicos, livros e relatórios de trabalhos acadêmicos, tendo como finalidade proporcionar familiaridade com o tema em estudo. Segundo Severino (2007, p. 123-4), “a pesquisa exploratória busca apenas levantar informações sobre um determinado objeto, delimitando assim um campo de trabalho e mapeando as condições de manifestação desse objeto.”. Além disso, também foi feita uma pesquisa a respeito das ferramentas *Lean* que melhor se aplicariam para resolução dos desafios atuais da empresa. Portanto, dentre as ferramentas estudadas, foi considerado os seguintes métodos: *Single Minute Exchange of Dies* (SMED), equações de cálculo de estoque mínimo, inventário rotativo, método FIFO, 5S e *Kaizen*.

Para a coleta de dados, o trabalho implicou-se na obtenção de dados descritivos sobre o processo produtivo por meio da observação direta dos estudantes com o campo, pois é fundamental conhecer os processos e as operações existentes, sendo analisados os métodos de trabalho, arranjo físico, assim como as atividades que não agregam valor ao produto. Também foi feita uma pesquisa com 47 pessoas, dentre uma população de 159 funcionários do 1º Turno, que trabalham em diferentes departamentos para coletar as principais dificuldades da empresa no ponto de vista deles. Para realizar essa coleta de dados, foram criados formulários e colocados estrategicamente em locais de grande fluxo de pessoas, o modelo do formulário distribuído pode ser visto no Anexo C. A pesquisa foi realizada anonimamente, para que os funcionários não precisassem se identificar e pudessem compartilhar respostas mais honestas

sem o risco de vigilância. Ainda, a coleta de dados foi realizada no período entre os dias 13 a 17 de junho de 2022. Esse tipo de investigação se integra com as informações obtidas na pesquisa bibliográfica. Seu principal objetivo é a observação real de fatos e fenômenos que o pesquisador deseja analisar. É válido ressaltar que algumas regras de informação e confidencialidade foram respeitadas e ajustadas para o uso acadêmico.

Diante dos dados disponibilizados através da observação do processo junto a aplicação do Mapeamento do Fluxo de Valor - MFV, tornou-se possível destacar que, atualmente, a empresa possui grande dificuldade em gerenciar o estoque de produção e realizar o controle de manutenção das máquinas. Em análise, a meta de entrega diária final no processo atual corresponde a 13.412 peças – a demanda diária do cliente é de 10.549 latas produzidas –, indicando claramente que há cerca de 21% de peças acabadas sobrando em pedidos pendentes devido a gargalos intermitentes causados pela falta de gestão de estoque e/ou paradas desordenadas de maquinários. Estes fatos relacionam-se diretamente a prejuízos financeiros, visto que o excesso dos produtos não finalizados pode prejudicar as propriedades do material envolvido, seja por uma localização indevida do item dentro da fábrica e/ou pela validade do componente, sendo necessário se desfazer dos produtos obsoletos ou danificados. A Figura 12 apresenta a situação do mapa do estado atual da empresa (este mapa também pode ser visualizado ao fim do trabalho, no Anexo A - Mapeamento de Fluxo de Valor Atual):

Figura 12: Mapeamento de Fluxo de Valor Atual - Linha 5 Litros

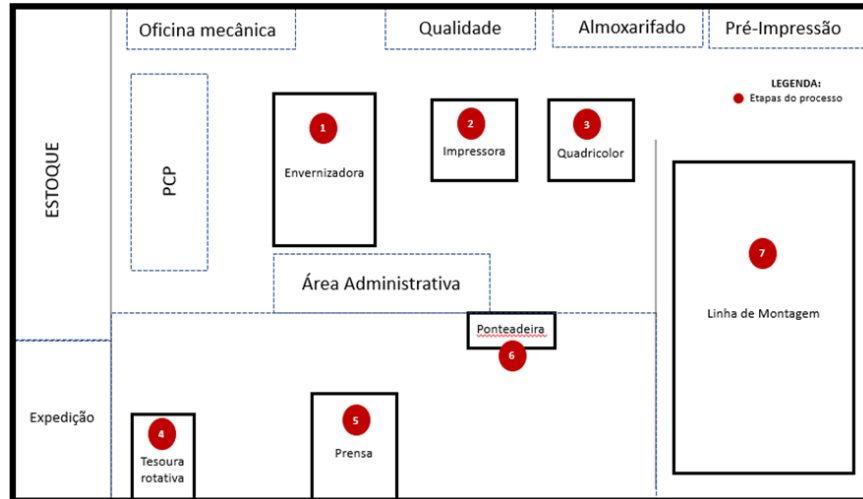


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Para alcançar maior produtividade é necessário atentar-se também a maneira como as máquinas e equipamentos estão dispostos dentro da empresa. Para dar continuidade à investigação, também foi criada uma representação do arranjo físico atual da linha de 5 Litros,

a fim de analisar e reduzir o tempo de deslocamento nas atividades de transporte, conforme apresentado na Figura 13.

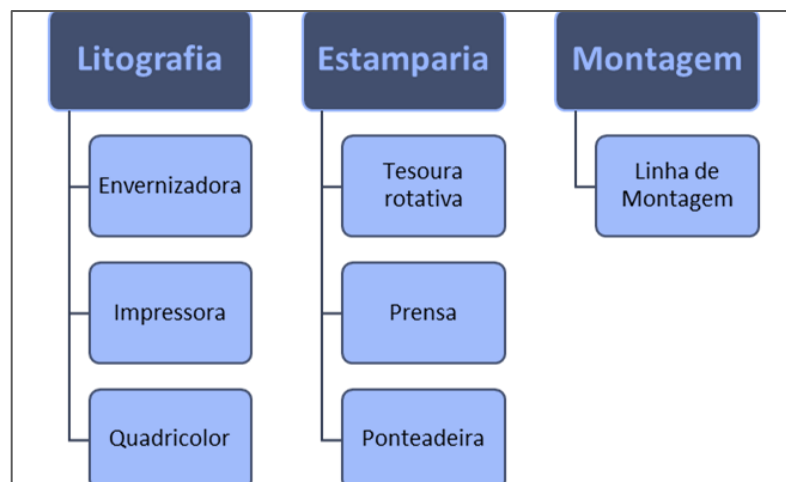
Figura 13: Layout da Linha 5 Litros



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

De acordo com o arranjo apresentado, os maquinários estão divididos por setores e ficam alocados juntos com as máquinas da mesma área. Tal disposição pode ser vista na Figura 14:

Figura 14: Disposição das máquinas entre as áreas



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Por fim, com a aplicação do MFV será possível melhorar os processos e identificar os principais gargalos de produção. Dessa forma, determina-se quais atividades dentro da empresa precisam ser melhorados ou ajustados estrategicamente para atingir os objetivos da pesquisa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. FORMULÁRIO DE PESQUISA

Através de um formulário foi feita uma pesquisa com os funcionários da empresa para esclarecer o caminho a ser seguido pelos pesquisadores, desde os caminhos teóricos até as propostas de melhorias a serem apresentadas. Ao todo existem 159 funcionários atuando no 1º Turno, sendo que 47 responderam à pesquisa, ou seja, 29,5% dos funcionários se dispuseram a contribuir com o estudo. Essa porcentagem não é tão expressiva quanto estimava-se, porém considera-se que ela representa um retrato justo da situação organizacional da empresa, visto que os pesquisadores estavam inseridos no contexto e já havia sido feito observações a respeito das problemáticas levantadas no processo. O Quadro 4 resume os resultados alcançados com a pesquisa.

Quadro 5: Avaliação do Estado Atual da Empresa - Amostra de 47 Colaboradores

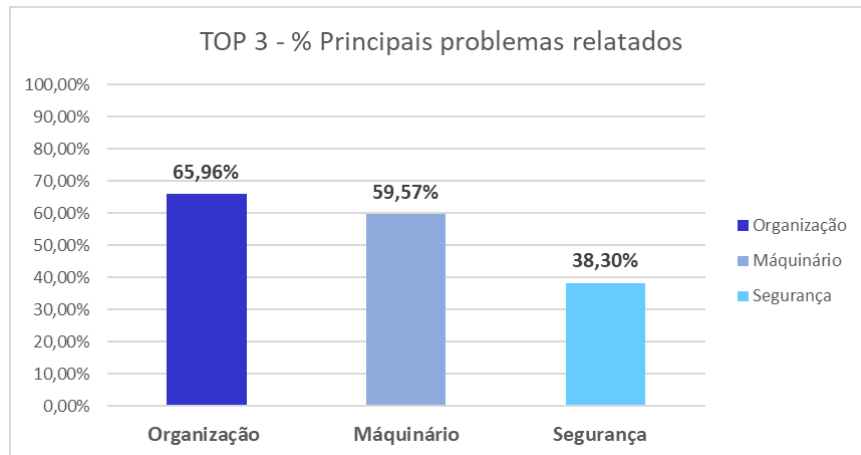
AVALIAÇÃO DO ESTADO ATUAL DA EMPRESA - AMOSTRA DE 47 COLABORADORES -

Critérios	Respostas (Por funcionário)		Total de pesquisados
	Concordo	Discordo	
Máquinário	19	28	47
Organização	16	31	47
Políticas & Procedimentos	34	13	47
Recursos	31	16	47
Segurança	29	18	47
Outros	-	-	47

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Através dos resultados obtidos no Quadro 4 foi possível evidenciar que na visão dos funcionários os três principais problemas da empresa são atribuídos a: Organização, Maquinário e Segurança. Conforme o Gráfico 1, especificamente 65, 96% dos funcionários acreditam que a limpeza e organização do ambiente deve ser melhorado. Ainda, 59,57% se opõem ao fato de as máquinas estarem conservadas. E 38,30% afirmam que a empresa não possui um ambiente seguro.

Gráfico 1: Principais Problemas Relatados Pelos Colaboradores



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

4.2.LAYOUT

Conforme o mapa do estado atual da empresa, é possível observar que o processo de produção é realizado em um arranjo físico limitado devido ao pouco espaço do galpão. Por esta razão, as linhas foram planejadas sem estarem interligadas. Esse tipo de posicionamento dificulta a comunicação entre os setores e torna o processo mais propenso a erros.

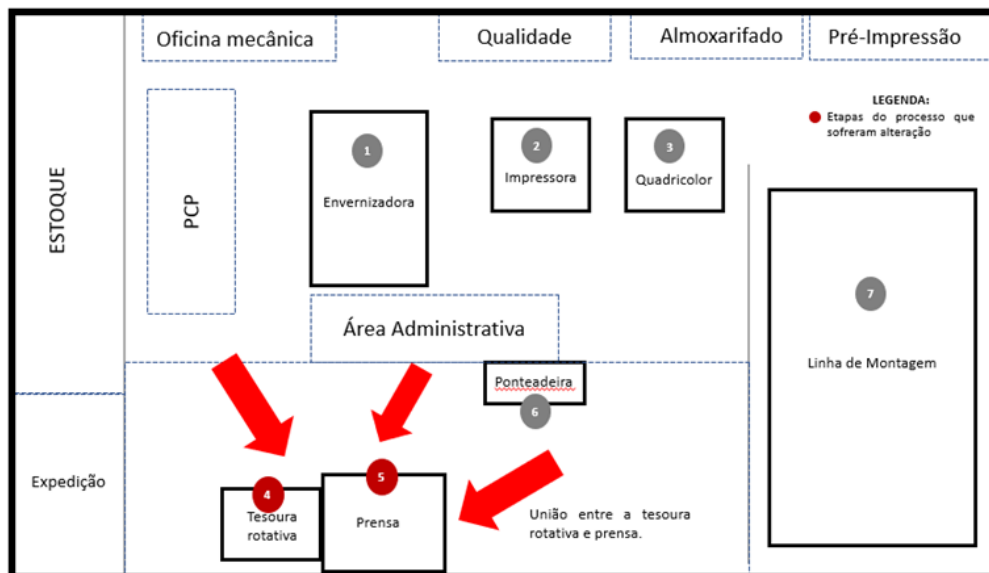
Pode-se destacar como primeira proposta de melhoria a elaboração de um arranjo físico eficiente, que diminua as distâncias a serem percorridas dentro da empresa e elimine movimentações desnecessárias de materiais, alcançando assim uma diminuição no tempo de operação. Para solucionar essa questão, considerou-se a alteração no layout das células de produção da Estamparia, onde ocorrerá a conexão entre a tesoura rotativa e a prensa através de esteiras transportadoras e automação de equipamentos conforme Figura 15.

A proposta mencionada demonstra-se viável, pois, hoje, as chapas de aço que passam pelo processo de corte com tesoura são imediatamente transportadas por um operador para a prensa e inseridas manualmente para que o processo não pare. Atualmente a distância entre essas duas máquinas é de aproximadamente 5 metros e com a aplicação dessas mudanças tal distância poderá ser reduzida para até 2 metros, visto que seriam instalados recursos materiais e tecnológicos para que essa junção funcione corretamente. Ainda, a análise de vibração é um parâmetro que está alinhado a manutenção preditiva e deve ser realizada também no planejamento da mudança das máquinas. Os registros relacionados a essa técnica podem ser feitos através de softwares ligados a sensores que deverão ser instalados em pontos estratégicos do equipamento.

Além disso, para execução dessa atividade é importante que uma equipe se dedique para a realização da instalação e que se tenha acompanhamento inicial para os problemas oriundos desse processo, visto que mudanças podem ser necessárias até alcançar o resultado ideal.

Mudanças nos setores de Litografia e Montagem não foram levadas em consideração, pois conforme mencionado, o espaço físico da fábrica é limitado e por se tratar de linhas maiores essas mudanças no layout não seriam viáveis financeiramente e estruturalmente. Além disso, a alocação adequada de recursos nessas áreas requer uma pesquisa aprofundada, pois se trata de um ponto-chave, visto que demanda certos investimentos, como capital e tempo. Futuramente a empresa poderá aumentar o arranjo físico do Galpão e melhorar ainda mais a eficiência na utilização do espaço.

Figura 15: Proposta de Layout



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

4.3.SETUP

É notório também que o tempo de *setup* para a troca e ajuste de ferramentas para a execução do processo e entrada de novos produtos é bastante elevado. É importante considerar que o desperdício de tempo é diferente do de material no sentido em que não pode ser recuperado (Henry Ford, 1926). Portanto, é importante tomar medidas para reduzir o tempo de inatividade entre as máquinas, tempo como este pode significar uma enorme perda de produção.

Foi visto que existe uma dificuldade no planejamento de atividades ligadas a manutenção, os postos encontram-se desorganizados e máquinas ultrapassadas. Tais características corroboram para o aumento no tempo de *setup*. Dessa maneira, como segundo ponto de melhoria, pode-se destacar a aplicação de uma ferramenta conhecida como *Single Minute*

Exchange of Dies (SMED) ou Troca Rápida de Ferramenta. Esse método possui como propósito reduzir para até 10 minutos a execução de atividades ligadas ao *setup*. Essa metodologia trata-se de um conjunto de técnicas para reduzir o tempo de preparação dos maquinários e conseqüentemente melhorar a disponibilidade deles. Para aplicação dessa ferramenta é necessário entender os conceitos de *setup* “interno” e “externo”. Shigeo Shingo (1985) foi responsável pela criação dessa metodologia e define as atividades internas como as operações que somente podem ser executadas quando a máquina está parada e *setup* externo são aquelas que podem ser feitas quando a máquina está em funcionamento.

Para alcançar os objetivos propostos pelo SMED é necessário, basicamente, que a empresa siga quatro etapas, sendo elas:

Etapa 1: É fundamental conhecer as atividades do *setup* atual. Dessa forma, deve ser feito o mapeamento dos procedimentos necessários para a realização do *setup* da máquina. Recursos visuais, como vídeos, e formulários de coleta de dados podem ser usados para executar esse estudo.

Etapa 2: Com base nisso, inicia-se a separação das atividades em externas e internas. De acordo com Tenera (2010), esse procedimento pode reduzir em até 50% o tempo inicial de configuração do processo.

Etapa 3: Nessa fase espera-se que seja transformado as operações internas em externas, ou seja, diminuir o número de atividades que necessitam da máquina parada e transformá-las em atividades que podem ser realizadas enquanto a máquina está em funcionamento. Reduzir a quantidade de ajustes internos é fundamental para reduzir o tempo de inatividade na linha de produção. Por exemplo, manter um ambiente organizado, limpo e com ferramentas e moldes já ordenados para a execução do serviço corroboram com esse objetivo e aumentam a eficiência operacional. Para as atividades externas, é importante implementar métodos de controle que reduzam falhas e melhorem a organização da preparação do processo, como o checklist.

Etapa 4: Por fim, tendo em vista que todas as oportunidades de melhoria no *setup* foram levantadas, é importante monitorar a eficácia de todas as sugestões, evitar ajustes desnecessários e padronizar o processo. Segundo Tenera (2010), atingir esse estágio pode reduzir o tempo de *setup* em até 90%.

É sabido que nem todas as operações conseguirão cumprir o tempo proposto por Shingo, pois será necessário investir em maquinários e ferramentas de alto custo. No entanto, com o conhecimento das técnicas SMED, é possível mudar não apenas a forma como as máquinas funcionam, mas principalmente a maneira como os humanos atuam. Assim, os colaboradores começarão a promover mudanças no modo de operação, no modo como o local de trabalho está

organizado – fomentando assim a aplicação dos 5S – e o aperfeiçoamento contínuo dos processos.

4.4.ESTOQUE

Por meio do mapeamento de processos e da coleta de informações, foi possível diagnosticar problemas na gestão de estoque. Tais problemas podem afetar a qualidade, custo e disponibilidade do produto.

Dentro desse contexto, verificou-se a falta de planejamento nas compras de matérias-primas e insumos, ocasionando dificuldade de armazenagem e perda de produtos devido ao excesso de materiais e do tempo de estocagem – as latas acabam sofrendo oxidação e tornam-se invendáveis para a empresa.

Ainda, o excesso de estoque atrapalha a realização periódica de inventários, dificultando o registro de entradas e saídas de materiais. Logo, ocorrências relacionadas a divergências de saldo físico e dados no sistema são comuns na organização. Esta verificação deve ser vista de maneira criteriosa, pois pode representar a melhoria nos processos de reabastecimento, compras e até otimizar o arranjo físico do galpão. É válido pontuar ainda que o tempo de reposição de chapas de aço na empresa está estimado em 7 dias. Conforme apresentado no MFV atual, existe uma margem em excesso de produtos solicitados ao fornecedor dessa matéria-prima, caso a demanda aumente esse estoque é utilizado. Logo, dificilmente tais alterações no tempo de reposição acontecem.

Iniciando as propostas de melhoria para essa etapa, é necessário destacar os modelos de revisão periódica e contínua. O método de revisão contínua exige que os processos de gerenciamento de estoque sejam executados diariamente para validar a demanda de entrega de estoque. O processo de provisionamento começa quando o estoque atinge um nível especificado por um ponto de reabastecimento (PR).

Já o modelo de revisão periódica basicamente lida com revisões realizadas durante um período de tempo específico. Ao contrário do modelo de revisão contínua, o tamanho do pedido depende da demanda representada entre os pedidos sucessivos e o estoque resultante no momento do pedido.

Para o cálculo desses modelos de revisão foi feito uso de uma planilha Excel adquirida no Site Guia do Excel para auxiliar no apontamento dos valores a serem mantidos em estoque, como por exemplo: Estoque de Segurança, Ponto de Ressuprimento e Estoque Máximo. O resultado alcançado poderá ser visualizado na Figura 16.

Para calcular a média de demanda diária de produtos, foi utilizado a função média, onde foi possível alcançar o resultado 1.759 chapas de aço por dia conforme demanda do cliente:

$$=\text{MÉDIA}(\text{DESLOC}(\text{R5};0;0;\text{CONT.NÚM}(\$R:\$R)))$$

Posteriormente, seguimos para o cálculo de desvio padrão. Como não foi considerado os valores dispersados em relação ao valor médio, essa função não trouxe resultados.

$$=\text{DESVPAD.A}(\text{DESLOC}(\text{R5};0;0;\text{CONT.NÚM}(\$R:\$R)))$$

O Lead Time trata-se do tempo necessário do ponto de pedido de reposição da matéria prima para o fornecedor até a entrega final, sendo ao todo 7 dias.

É importante ressaltar que foi considerado um percentual de segurança na cobertura do estoque em 95%.

É válido pontuar ainda, a necessidade de quantidades adicionais de produtos armazenados no armazém para esquivar-se de um cenário de falta de estoque, denominada estoque de segurança. Através da fórmula abaixo, chegou-se ao resultado de 2.893 chapas de aço armazenadas separadamente como proteção contra variações na demanda.

$$=\text{INV.NORMP}(\text{F4}) * \text{RAIZ}((\text{D4}^2) * \text{E4} + (\text{C4}^2) * (1^2))$$

O ponto de ressuprimento nada mais é que o gatilho para a reposição de mercadorias para que em até 7 dias o produto chegue e recomponha o estoque, consistindo num valor de 15.206 chapas metálicas.

$$=\text{C4} * \text{E4} + \text{G4}$$

E, por fim, o estoque máximo que define o máximo que poderá ser atingido na realização do ressuprimento, estando definido em 32.566 chapas.

$$=(\text{C4} + \text{G4}) * \text{E4}$$

Figura 16: Compilado dos resultados obtidos com as fórmulas apresentadas

PRODUTO	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	LEAD TIME	NÍVEL DE SEGURANÇA	ESTOQUE DE SEGURANÇA	PONTO DE RESSUPRIMENTO	ESTOQUE MÁXIMO
LINHA 5 LITROS	1.759	-	7	95,00%	2.893	15.206	32.566

Fonte: Adaptado pelo autor (2022).

Além das fórmulas e resultados alcançados, considerou-se como sugestão para solucionar os problemas observados no processo:

1. **Estoque mínimo:** É importante que a empresa calcule o estoque mínimo de materiais para evitar faltas/excessos de peças em estoque. Assim, dependendo do consumo dos itens do estoque, é necessário fazer uma verificação do valor restante e a compra de materiais ser decidida com base nessa análise. Para a realização do cálculo é necessário determinar o consumo médio diário das matérias primas utilizadas em um determinado período de tempo.

$$\text{Consumo médio diário} = \frac{\text{consumo dos produtos em um determinado período}}{\text{dias deste período}}$$

Levando em consideração o processo em estudo, realizou-se um cálculo do estoque mínimo de chapas de aço. Sabe-se que a demanda mensal do cliente corresponde a 35.180 unidades de chapas num período produtivo de 20 dias. Logo, fazendo os cálculos:

$$\text{Consumo médio diário} = 35.180 / 20$$

$$\text{Consumo médio diário} = 1759 \text{ chapas de aço por dia}$$

Posteriormente, deve-se calcular o estoque mínimo através da definição do consumo diário e o tempo de reposição dessa matéria prima.

$$\text{Estoque mínimo} = \text{Consumo médio diário} \times \text{Tempo de reposição}$$

$$\text{Estoque mínimo} = 1759 \times 7$$

$$\text{Estoque mínimo} = 12.313 \text{ chapas de aço}$$

O gerenciamento de estoque é uma opção para organizações que desejam evitar perdas financeiras ou de mercado. Com a utilização desse indicador será possível manter o controle e planejamento desse processo.

2. **Inventário rotativo:** Através da utilização desse tipo de inventário será possível solucionar problemas de diferença encontradas entre o saldo físico e dados no sistema dos materiais. Trata-se basicamente de um processo de verificação periódica do estoque. Esse tipo de inventário torna-se uma proposta eficaz, visto que inventários feitos num espaço de tempo muito longo são mais demorados e podem ter um risco maior de erros na contagem. Ainda, com a regularidade dessa ação, será possível identificar e corrigir erros de armazenagem no galpão.

3. **Método FIFO:** Para resolver o problema de produtos armazenados por muito tempo devido à falta de controle do que entrou ou saiu do processo, definiu-se como proposta a aplicação da metodologia FIFO. Refere-se a um método que cria uma ordem de saída de materiais ou produtos no estoque. Basicamente, ele funciona priorizando a distribuição dos itens mais antigos em detrimento dos mais novos. Para aplicação desse método é primordial que a empresa mantenha o hábito de realização de inventários, organização de processo e classificação de produtos.

4.5.5S, KAIZEN E SEGURANÇA

Através das pesquisas em campo observou-se a dificuldade em questões relacionadas a falta de organização de materiais no processo, problemas com limpeza e higiene, riscos ergonômicos devido a movimentos repetitivos e a falta de segurança em algumas máquinas – valendo destacar que os “dias sem acidente” pouco passam de um mês—. Solucionar problemas de gestão de pessoas contribui diretamente com a produtividade da equipe, visto que a entrega ocorrerá de forma mais leve, mais saudável e mais segura.

Portanto, é primordial que seja enraizado na empresa metodologias que promovam melhorias no ambiente em que as pessoas estão inseridas. Por isso, fazendo uso desses preceitos, foi visto que a metodologia 5S e Kaizen proporcionarão o alcance desses objetivos.

A metodologia 5S trata-se de uma ferramenta de gestão que irá promover mais qualidade no serviço desempenhado pelos colaboradores. De acordo com os cinco conceitos que visam disciplinar a rotina do processo, sua utilização gera uma otimização do espaço físico, melhora a gestão do tempo e do trabalho em equipe, aumenta a produtividade e facilita a detecção de erros. Por isso, é fundamental que a empresa em estudo perceba o quão importante é essa ferramenta no processo e, por isso, é necessário que ela se engaje em ações internas que fomentem ainda mais essa filosofia.

Ainda, é importante ressaltar, que a metodologia Kaizen também está diretamente ligada na promoção de melhorias nos processos. Essa prática visa o aprimoramento contínuo, seja dos processos ou das pessoas que atuam nele. Com esse método, é possível eliminar ineficiências no sistema de produção e ampliar a competitividade da empresa no mercado. Para essa metodologia dar certo, é primordial que os colaboradores estejam engajados em propor melhorias, assim será possível eliminar as principais fontes de desperdício em todos os setores da organização.

Além disso, é importante ressaltar as ações que envolvam a prevenção de acidentes através de treinamentos aos colaboradores e também por meio da eliminação das condições

inseguras. A área da manutenção é vista como um grande ponto de apoio para ações voltadas para proteção de máquinas, pois os índices de acidentes são altos, principalmente na área da Estamparia. Os acidentes na área podem ser explicados pela falta de dispositivos de enclausuramento da prensa, permitindo que os operadores ingressem as mãos livremente na zona de prensagem do equipamento. Logo, adotar proteções fixas como grades e calços de segurança podem reduzir os riscos de acidente.

4.6. MANUTENÇÃO

A manutenção desempenha um papel importante na eficiência e disponibilidade dos equipamentos. É com o gerenciamento da manutenção que se torna possível evitar paradas de produção devido a falhas. Contudo, na litografia o volume de paradas de máquinas por quebra é muito alto, o que força a empresa a atuar apenas com manutenções não planejadas (manutenção corretiva). É importante pontuar que os maquinários da empresa possuem muitos desgastes e a falta de acompanhamentos regulares prejudicam ainda mais a vida útil desses equipamentos. Ademais, a carência de manutenção também coloca em risco a integridade física dos colaboradores, pois o equipamento fica suscetível a falhas elétricas e mecânicas. A possibilidade de troca por máquinas novas dentro do contexto financeiro da empresa é inexistente. Por isso, para a melhoria das condições de funcionamento dos equipamentos é necessário investir em controle e gestão destas atividades.

Desse modo, é perceptível que a empresa invista, em um primeiro momento, em manutenções preventivas, pois elas podem garantir o funcionamento das máquinas e evitar a depreciação desses elementos.

Logo, será importante iniciar inspeções rotineiras para análise de potenciais falhas. Ainda, criação de planos de manutenção para detecção de falhas funcionais, evitando que o equipamento pare de desempenhar suas funções no processo.

Posteriormente, assim que a manutenção preventiva estiver bem consolidada, recomenda-se que a empresa invista na manutenção preditiva. Segundo Arato Jr. (2004), a manutenção preditiva tem como definição o monitoramento de medidas que caracterizam o estado operacional dos equipamentos. Esses acompanhamentos devem ser realizados durante inspeções por meio da coleta de dados, por esse motivo sua aplicação requer ações de manutenção preventiva.

4.7.MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR - ESTADO FUTURO

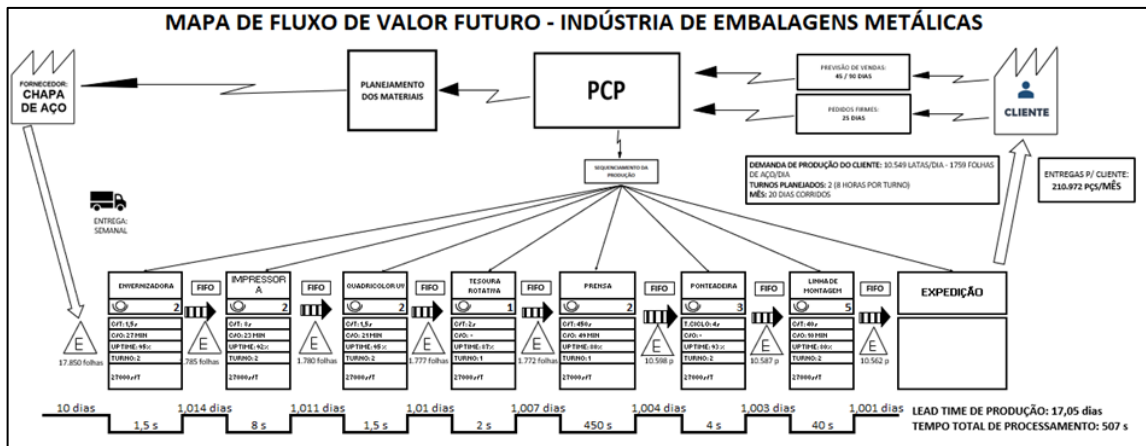
Seguido da coleta de dados, foi realizado um mapeamento do processo produtivo em questão. Logo, foi aplicado a ferramenta de Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) para analisar as etapas envolvidas no fluxo de materiais e no fluxo de trabalho do produto. Como dito anteriormente, não foi feito o mapeamento de todas as linhas presentes no processo, visto que existem limitações para o desenvolvimento desse estudo, como o tempo de coleta de dados que seria necessário para se manter a confiabilidade e a validade nas informações e nos resultados alcançados. Ainda, é importante ressaltar as ações de manutenção voltadas para proteção de máquinas, pois os índices de acidentes são altos, principalmente na área da Estamparia. Os acidentes na área podem ser explicados pela falta de dispositivos de enclausuramento da prensa, permitindo que os operadores ingressem as mãos livremente na zona de prensagem do equipamento. Logo, adotar proteções fixas como grades e calços de segurança podem reduzir os riscos de acidente.

Ainda, é importante ressaltar as ações de manutenção voltadas para proteção de máquinas, pois os índices de acidentes são altos, principalmente na área da Estamparia. Os acidentes na área podem ser explicados pela falta de dispositivos de enclausuramento da prensa, permitindo que os operadores ingressem as mãos livremente na zona de prensagem do equipamento. Logo, adotar proteções fixas como grades e calços de segurança podem reduzir os riscos de acidente.

Para a aplicação da ferramenta MFV, foi necessário identificar uma família de produtos que passa por processos parecidos e possuem estruturas semelhantes, desta forma as oportunidades de melhoria identificadas serão vistas como um conceito e poderão ser aplicadas em outras linhas. A seleção foi baseada em uma série de características, como por exemplo: Produtos com alta demanda e processos ineficientes. Dessa forma, optou-se pelo mapeamento da Linha 5 Litros, sendo oferecido uma visão sistêmica de todo o fluxo de produção.

Com as propostas de otimização por meio da gestão *Lean Manufacturing*, o objetivo final do trabalho é que a empresa consiga reduzir o lead time de produção, adequar a quantidade diária necessária de estoque, que ela obtenha um melhor sistema de controle de manutenção, padronize o processo, faça a reestruturação do bem-estar da equipe e, como consequência de todas estas ações, que ocorra a redução de custos e desperdícios, para o aumento dos lucros e da competitividade da organização. Conforme a Figura 17, foi elaborado o mapeamento do estado futuro do processo (este mapa também pode ser visualizado ao fim do trabalho, no Anexo B - Mapeamento de Fluxo de Valor Futuro):

Figura 17: Mapeamento de Fluxo de Valor Futuro - Linha 5 Litros



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

É possível observar que existe uma expectativa na redução do tempo de *setup* das linhas. No setor de litografia considerou-se uma diminuição de 70% no tempo gasto em preparação. Já nos setores de Montagem e Estamparia, considerando o desgaste atual das máquinas, foi proposto uma diminuição de 50 % no tempo de *setup*. O setor de litografia apresenta uma perspectiva percentual maior, pois as linhas encontram-se em bom estado de funcionamento e possuem potencial para receber melhorias mais significativas.

Ainda, com base nas recomendações de melhoria no processo, foi proposto um aumento de 10 % na disponibilidade dos equipamentos.

Iniciando a análise do estoque, espera-se que a quantidade de chapas de aço compradas esteja alinhada com as demandas feitas pelo cliente. Logo, 10 dias de estoque corresponderia a 17.590 unidades, representando uma redução de aproximadamente 32 % no excesso de materiais que anteriormente eram solicitados. Contudo, para o MFV foi realizado uma previsão correspondente a 17.850 unidades devido as perdas que poderão ocorrer no processo.

Ainda, com a otimização dos processos espera-se reduções nos postos de trabalhos, pois muitos operadores desempenham atividades que, com a aplicação de dispositivos na linha, deixarão de ser feitas, como: “virar” a posição da lata, virar “discos”, fazer a conferência visual da espessura e comprimento das chapas cortadas, fazer a “alimentação” da máquina., dentre outras. Melhorias aplicadas diretamente na máquina também irão possibilitar a redução do tempo de processamento do equipamento.

5. CONCLUSÃO

O estudo de caso desenvolvido neste trabalho foi conduzindo considerando as principais estratégias para uma empresa se manter competitiva no mercado, otimizando processos e eliminando perdas. Assim, definiu-se aplicar as ferramentas *Lean Manufacturing* para descrever o processo produtivo e sugerir melhorias em uma indústria de embalagens metálicas, verificando alternativas para a diminuição de desperdícios, aumento da produtividade e, conseqüentemente, aumento da qualidade dos produtos.

Com a realização dessa pesquisa conclui-se que os objetivos propostos foram atingidos. Para identificação dos principais problemas na produção, foi essencial a realização do mapeamento do processo através da utilização de ferramentas como o MFV e do desenvolvimento do esboço do *layout* da empresa. Além disso, por mais que a pesquisa de campo não tenha alcançado percentuais maiores, é importante ressaltar que a participação dos colaboradores foi fundamental nesta etapa para consolidar ainda mais as observações já registradas pelos pesquisadores.

A partir disso foi possível entender o processo e identificar os gargalos presentes nele. Foi levantada muita dificuldade na organização dos processos produtivos, podendo ter como principais causas a falta de planejamento das atividades e também a falta de incentivo para utilização de ferramentas de gestão da qualidade. Outro aspecto trata-se do nível de estoque da empresa, na qual foi verificado um excesso aproximado de 27% de produtos no final dos 20 dias produtivos. Ademais, foi constatado a depreciação e má uso dos equipamentos devido à falta de um plano de manutenção efetivo, impactando diretamente na disponibilidade e tempo de processamento da máquina.

Após as análises realizadas, começaram os estudos para desenvolver soluções economicamente viáveis para a empresa e que estivessem alinhadas com a aplicação da metodologia *Lean*. Iniciou-se pela mudança no arranjo das máquinas da Estamparia para otimizar o processo de produção e reduzir o desperdício de tempo e energia com a movimentação de equipes e transporte de materiais. Para eliminar o vagaroso tempo de *setup*, optou-se pela utilização do conceito SMED, que evita longas paradas de produção e permite trocas mais rápidas de ferramentas e rótulos. Observou-se também que os níveis de estoque da empresa precisam ser melhorados. Portanto, foi proposto um cálculo de estoque mínimo para evitar produtos parados e para maior planejamento do fluxo de produção e de vendas. Além disso, foi considerada a aplicação do inventário rotativo e do método FIFO, possibilitando reduzir a quantidade de estoque sem afetar o nível de serviço e entrega. Ainda, é importante

promover a utilização de ferramentas como 5S e *Kaizen* que proporcionem um ambiente de trabalho organizado, com otimização do tempo, aumento da produtividade e a busca contínua de melhorias. E por fim, é evidenciado a necessidade do planejamento das atividades de manutenção, aumentando assim a vida útil das máquinas, redução de paradas inesperadas e a segurança das pessoas que operam os equipamentos.

Com a implementação dessas medidas, será possível encurtar o lead time da empresa. Ou seja, isso representaria uma redução de 12,5% no tempo desde a criação do pedido até a entrega do produto ao cliente, passando de 19,49 dias para 17,05 dias.

5.1.INDICAÇÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Por meio da pesquisa desenvolvida, pôde-se compreender os processos produtivos da empresa e as ferramentas que poderiam auxiliá-la a solucionar seus problemas atuais. Ampliar o número de participantes seria muito importante para a elaboração de novas propostas. Ainda, com um grande investimento da empresa, um armazém ampliado e um projeto eficiente podem render melhores resultados, como garantir o fluxo de trabalho e de materiais. Além disso, seria interessante uma pesquisa qualitativa com mais participantes e ainda mais aberta as sugestões e comentários dos colaboradores. Em trabalhos futuros, espera-se que esta pesquisa seja aplicada na prática e sirva de base para outros processos industriais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, NILS. **Jidoka na Indústria**. Blog Leanked. Consultoria em Operações. [2021]. Disponível em: < <https://leanked.com/blog/jidoka-na-industria/> >. Acesso em: 06 de novembro de 2022.

ARATO JUNIOR, A. **Manutenção Preditiva: Usando Análise de Vibrações**. 1. ed. São Paulo: Manole, 2004.

AZEVEDO, Calliana Samuelle Barroso. **Implantação da Metodologia Lean Manufacturing no Setor Produtivo de uma Empresa de Fabricação de Estruturas Metálicas em João Monlevade**. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP. João Monlevade-MG, agosto de 2017.

BASSO, Letícia. **O que é trabalho padronizado? Aprenda a aplicá-lo para aumentar sua produtividade!** Site Voitto. Dia 29 de Novembro de 2021. Disponível em: < <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/trabalho-padronizado> >. Acesso em: 06 de novembro de 2022.

BULGARELLI, Livia Helena de Paula. **Análise da Produtividade nas Empresas Industriais no Estado de São Paulo, com Base na Adoção de Estratégias e Técnicas de Manufatura: Um Estudo Sobre a PAEP**. Artigo Científico da Revista Ibero-Americana de Estratégia - RIAE. Revista Ibero-Americana de Estratégia - RIAE, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 84-117, mai./ago. 2011.

BORNIA, A. C. **Mensuração das perdas dos processos produtivos: uma abordagem metodológica de controle interno**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, 1995.

Cavenaghi, V.(2001) **Gestão do desempenho empresarial: a contribuição da área de manufatura**. São Paulo.

COUTINHO, Thiago. **Conheça os 8 desperdícios do Lean Manufacturing**. Site Voitto. Dia 09 de Junho de 2022. Disponível em: < <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/8-desperdicios-lean> >. Acesso em: 07 de novembro de 2022.

DENNIS, Pascal. **Produção Lean Simplificada: um Guia para Entender o Sistema de Produção mais Poderoso do Mundo**. 2ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

DIEHL, A. A.; TATIM, D. C. **Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas**. Pearson Brasil, 2004.

FARIA, Ana Cristina de; VIEIRA, Vanessa Simões; PERETTI, Luiz Celso. **Redução de Custos Sob a Ótica da Manufatura Enxuta em Empresa de Autopeças**. Artigo Científico - Revista Gestão Industrial - Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR. Campus Ponta Grossa/PR. Dia 12 de Agosto de 2012. Disponível em: < https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj--L3rpZ37AhXYpZUCHVchCvAQFnoECAwQAQ&url=https%3A%2F%2Fperiodicos.utfpr.edu.br%2Frevistagi%2Farticle%2Fview%2F1178&usg=AOvVaw3lr_kPBp5Px8if3sYqC-nMF >. Acesso em: 07 de novembro de 2022.

FRANZ, Lucas. **Como Trazer Estabilidade Básica Para A Sua Empresa**. Site Empresa Júnior de Engenharia de Produção - EJEP. Dia 10 de Maio de 2018. Disponível em: < <https://ejep.com.br/2018/05/10/estabilidade-basica/> >. Acesso em: 07 de novembro de 2022.

GHINATO, P. **Aplicações e Inovações**. Publicado como 2º capítulo do Livro Produção & Competitividade: Ed.: Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza, Editora da UFPE, Recife, 2000.

GHINATO, Paulo. **Lições práticas para a implementação da produção enxuta**. Caxias do Sul: EDUCS, 2002.

GLEAN. **MFV – Mapeamento de Fluxo de Valor: o que você precisa saber**. Site Blog Glean. Dia 04 de Novembro de 2021. Disponível em: <https://glean.com.br/blog/mfv-mapeamento-de-fluxo-de-valor/#:~:text=A%20ferramenta%20do%20Lean%2C%20MFV,problemas%20no%20fluxo%20de%20valor.> >. Acesso em: 12 de Novembro de 2022.

GROUT, J. R.; TOUSSAINT, J. S. (2010) **Mistake-proofing healthcare: why stopping processes may be a good start**. Business Horizons, v. 53, n. 2, p. 149-156, March-April.

GUNASEKARAN, A.; KORUKONDA, A.R.; VIRTANEN, I., Yli-Olli, P. (1994) **Improving productivity and quality in manufacturing organizations**. International Journal of Production Economics. 36, 169-183.

GUIA DO EXCEL. **Estoque mínimo, ponto de ressuprimento, estoque de segurança Excel**. Disponível em: < <https://www.guiadoexcel.com.br/ponto-de-ressuprimento-estoque-de-seguranca-e-estoque-maximo-em-planilha-excel/> >. Acesso em: 20 de dezembro de 2022.

JOHANSSON, H. J. ET AL. **Processos de negócios**. São Paulo: Pioneira, 1995.

JONES, D.; WOMACK, J. **Enxergando o Todo – Mapeando o Fluxo de valor Estendido**. São Paulo: LeanInstitute Brasil, 2004.

LEOCÁRDIO, Rodrigo. **O Que é Litografia? – Tudo Sobre a Definição e o Processo de Litografia!** Site Futura Express – 2019. Disponível em: < <https://www.futuraexpress.com.br/blog/o-que-e-litografia/#:~:text=A%20litografia%20consiste%20em%20um,pas-sava%20por%20diversos%20processos%20qu%C3%ADmicos.> >. Acesso em: 12 de Novembro de 2022.

LIKER, J. K. **Modelo Toyota: os 14 Princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: 2006.

LIMA, Gabriel Pereira; TOMITA, Rafael Yugo; DOMINGUES, Thiago Donizeti de Siqueira; SILVA, Thiago Lima da; CARVALHO, Wellington de Lima; SIQUEIRA, Luiz; AMARANTE, Mayara dos Santos. **Pilar Jidoka da Filosofia Lean na Visão Computacional**. Artigo Científico Pesquisa e Ação - Braz Cubas Centro Universitário. Volume 6 Número 1 (2020).

LOJAERDOBRASIL. **Lata metálica 5L com batoque**. 2019. Disponível em: <https://www.lojaerdobrasil.com.br/lata-metalica-5l-com-batoque>. Acesso em 15 out. 2022.

MANICA, Carlo Rossano. **Te Impede - As 8 Grandes Perdas do Lean Manufacturing**. Site Télios - Sem Data. Disponível em: < <https://www.telios.eng.br/site/te-impede-as-8-grandes-perdas-do-lean-manufacturing/> >. Acesso em: 07 de novembro de 2022.

MEDEIROS, Robson Almeida. **A Gestão da Produção como Vantagem Competitiva para as Empresas**. Trabalho de Conclusão de Curso - Faculdade de Macapá - FAMA. Macapá /AP, dezembro de 2018.

MONDEN, Y. (1984) **Sistema Toyota de Produção**. São Paulo: IMAM.

MOREIRA, M., FERNANDES, F. **Avaliação do mapeamento do fluxo de valor como ferramenta da produção enxuta por meio de um estudo de caso**. Departamento de Engenharia de Produção. UFSCAR, São Carlos - SP, 2001.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção Além da Produção em Larga Escala**, Editora Bookman; 1ª Edição, 1 de Janeiro 1997.

PAULA, Otávio Monsanto de. **Jidoka: Automação com Toque Humano**. Site Excelência em Pauta. 05 de julho de 2019. Disponível em: < <https://excelenciaempauta.com.br/jidoka/> >. Acesso em: 06 de novembro de 2022.

Pinto, João P. (2006). **Novas oportunidades**. Exame, setembro 2006, p.24;

PIZZOL, Wilson Antonio; MAESTRELLI, Nelson Carvalho. **Uma proposta de aplicação do mapeamento do fluxo de valor a uma nova família de produtos**, XXIV Encontro Nac. de Eng. de Produção, 3 dez. 2004.

ROTHER, M.; HARRIS, R. **Criando o fluxo contínuo. Um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção**. São Paulo, SP. Lean Institute Brasil, 2001.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda**. Lean Enterprise Institute, 1999

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: Mapeando o Fluxo de Valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SEVERINO, Antonio Joaquim. **Metodologia do Trabalho Científico**. São Paulo: Cortez, 2007

SHINGO, Shigeo. **A Revolution in Manufacturing: The SMED System**. [S.l.]: Taylor & Francis, 1985

SHINGO, S. (1996) **O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookman.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996a.

SHINGO, S. **Sistemas de produção com estoque zero: O sistema Shingo para melhorias contínuas**. Porto Alegre: Bookman, 1996b

SILVA, T. F. A. (2007). **Estudo sobre Sistema de Medição de Desempenho Baseado nas Ferramentas da Produção Enxuta**. Trabalho de conclusão de curso - Escola de Engenharia de São Carlos- USP, 2007.

Site HISOUR ARTE CULTURA EXPOSIÇÃO. **Litografia**. 2018. Disponível em: < <https://www.hisour.com/pt/lithography-44045/> >. Acesso em: 12 de Novembro de 2022.

Site LEAN BLOG. **Como o trabalho padronizado pode aumentar a produtividade?** Dia 05 de Junho de 2018. Disponível em: < <https://terzoni.com.br/leanblog/trabalho-padronizado/> >. Acesso em: 06 de Novembro de 2022.

Site QSERP - QS Consultoria e Sistemas de Gestão ERP. **As 25 Principais Ferramentas Do Lean Manufacturing.** [2017]. Disponível em: < <https://qserp.com.br/25-ferramentas-do-lean-manufacturing/> >. Acesso em: 06 de Novembro de 2022.

Site REDAÇÃO INDÚSTRIA HOJE. **O Conceito do Sistema Just in Time.** Dia 17 de Agosto de 2012. Disponível em: < <https://industriaohoje.com.br/o-conceito-do-sistema-just-in-time> >. Acesso em: 06 de novembro de 2022.

SLACK, Nigel.; CHAMBERS, Stuart.; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção.** Editora Atlas 2ªed. São Paulo SP. 2002.

TENERA, Alexandra. **Improving setup time in a Press Line – Application of the SMED methodology.** IFAC Proceedings Volumes, v. 43, n. 17, p. 297–302, 2010

THIOLLENT, M. **Pesquisa-ação nas organizações.** Atlas, 2009.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática.** [s. l.], 2017.

UHLMANN, Iracyanne Retto; SILVA, Carlos Américo de Souza; QUADRAS, Djonathan Luiz de Oliveira; FRAZZON, Enzo Morosini. **Aplicação do Jidoka em um Processo SMT: Estudo de Caso.** Artigo Científico - EXACTA Engenharia de Produção. Exacta, 18(3), p. 459-474, jul./set. 2020. Disponível em: < <https://doi.org/10.5585/ExactaEP.v18n3.8473> > . Acesso em: 06 de novembro de 2022.

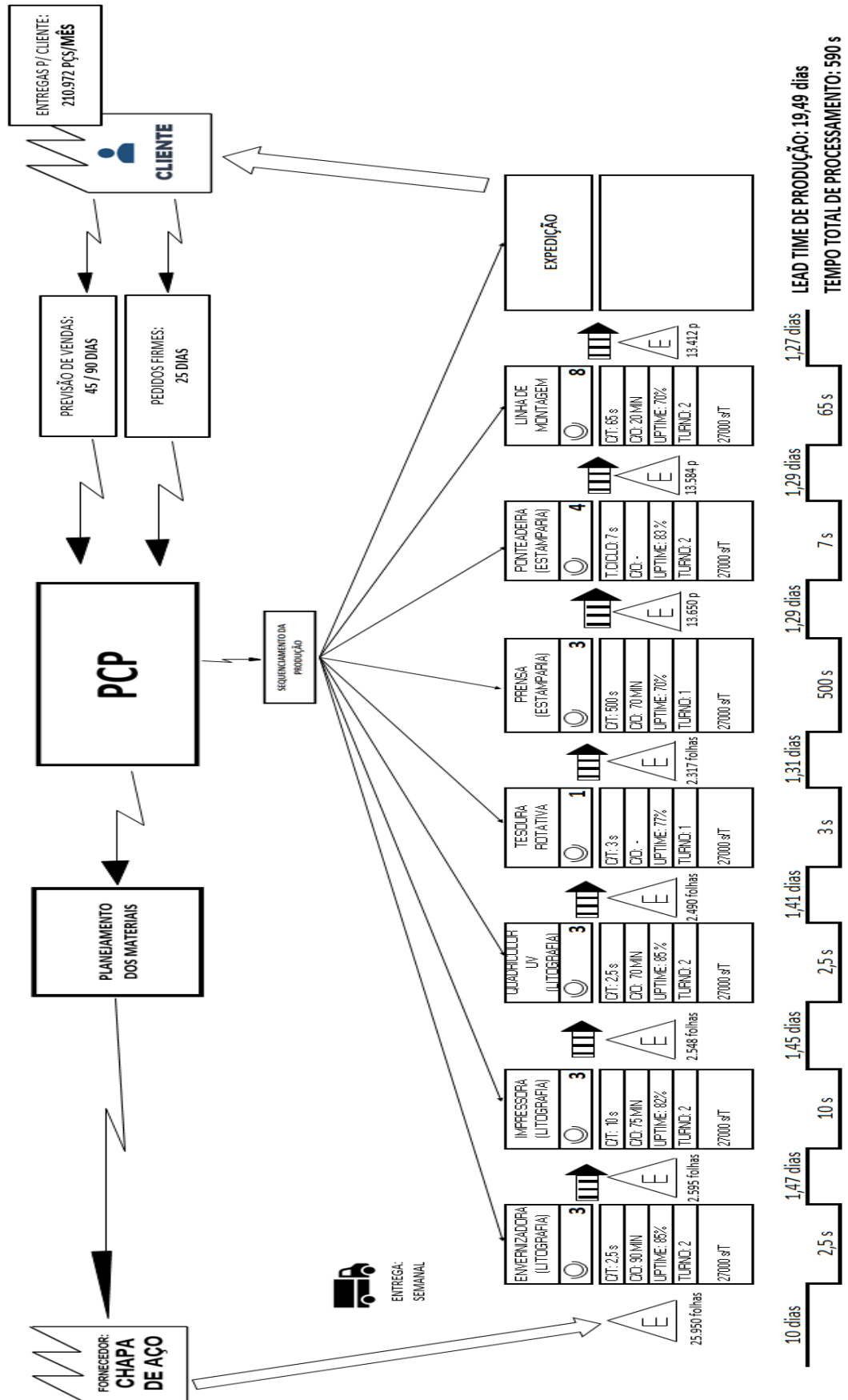
VIEIRA, Ana Célia Silva; RODRIGUES, Alyson da Luz Pereira; SERRA, Mayanne Camara; ARCOS, Igor Serejo Vale; PINHEIRO, Eduardo Mendonça. **Aplicação do mapeamento do fluxo de valor (mfv) em uma indústria moveleira.** Artigo Científico - XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Joinville, SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017. Disponível em: < https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_238_376_31834.pdf >. Acesso em: 12 de Novembro de 2022.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T., **Lean Thinking (A Mentalidade Enxuta nas Empresas)**, Editora Campus, 1ª Edição, 2004.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza.** 5 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

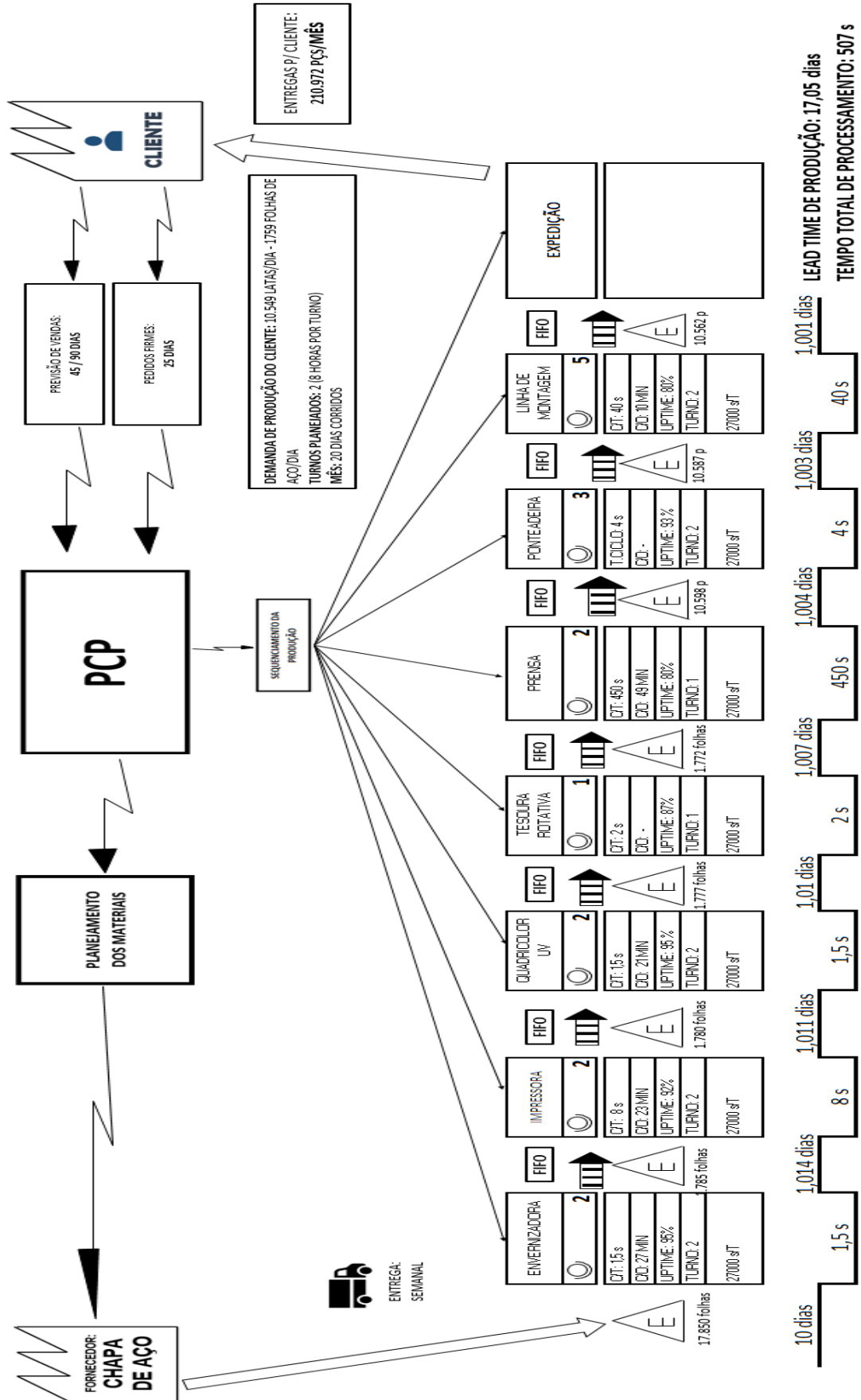
ANEXO A - MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR ATUAL

MAPA DE FLUXO DE VALOR - INDÚSTRIA DE EMBALAGENS METÁLICAS



ANEXO B - MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR FUTURO

MAPA DE FLUXO DE VALOR FUTURO - INDÚSTRIA DE EMBALAGENS METÁLICAS



ANEXO C - FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO - ESTADO ATUAL DA EMPRESA



Pesquisa Acadêmica

Essa pesquisa destina-se a levantar dados sobre o estado atual da empresa e possui apenas finalidade acadêmica. Pedimos sua colaboração no preenchimento. Não há necessidade de identificação. Agradecemos a sua participação!

Área _____

Data _____

AVALIAÇÃO DO ESTADO ATUAL DA EMPRESA

Leia e avalie os critérios apresentados, como: "Concordo" ou "Discordo".

CRITÉRIOS

Concordo

Discordo

1. **Máquinário** – Máquinas em bom estado de conservação.
2. **Organização** – Empresa com ambiente limpo e organizado.
3. **Políticas & Procedimentos** – A organização possui procedimentos bem definidos.
4. **Recursos** – A empresa mantém e disponibiliza recursos em bom estado.
Exemplo: Computador, mesa, cadeira, ferramentas, entre outros.
5. **Segurança** - A empresa possui um ambiente seguro, seguindo os requisitos de segurança para máquinas e equipamentos.

6. Outros: _____
