

FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”
CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA – UNIVEM
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ALESSANDRA MARTINS DE OLIVEIRA

**APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DO SISTEMA TOYOTA DE
PRODUÇÃO VISANDO OTIMIZAR O ATENDIMENTO AO CLIENTE
E A REDUÇÃO DE ESTOQUES**

MARÍLIA

2016

FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”
CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA – UNIVEM
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ALESSANDRA MARTINS DE OLIVEIRA

**APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DO SISTEMA TOYOTA DE
PRODUÇÃO VISANDO OTIMIZAR O ATENDIMENTO AO CLIENTE
E A REDUÇÃO DE ESTOQUES**

Trabalho de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília – UNIVEM, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador:
Prof. Ms. Rodrigo Fabiano Ravazi

MARÍLIA

2016

Oliveira, Alessandra Martins

Aplicação das ferramentas do Sistema Toyota de Produção visando otimizar o atendimento ao cliente e a redução de estoques/
Alessandra Martins de Oliveira; orientador: Rodrigo Fabiano Ravazi.
Marília, SP: [s.n.], 2016.

69 f.

Trabalho de Curso (Graduação em Engenharia de Produção)
- Curso de Engenharia de Produção, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília –UNIVEM, Marília, 2016\ .

1. Sistema Toyota de Produção. 2. Polímeros 3. Fluxo contínuo. 4. Mapeamento de Fluxo de Valor.

CDD: 658.56



FUNDAÇÃO DE ENSINO "EURÍPIDES SOARES DA ROCHA"
Mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília - UNIVEM
Curso de Engenharia de Produção.

Alessandra Martins de Oliveira - 44464-2

TÍTULO "Aplicação das Ferramentas do Sistemas Toyota de Produção Visando
Otimizar o Atendimento ao Cliente e Redução de Estoques. "

Banca examinadora do Trabalho de Curso apresentada ao Programa de Graduação em Engenharia
de Produção da UNIVEM, F.E.E.S.R, para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de
Produção.

Nota: 9,5

ORIENTADOR: Rodrigo Fabiano Ravazi
Rodrigo Fabiano Ravazi

1º EXAMINADOR: Giuliana M. Marques
Giuliana Marega Marques

2º EXAMINADOR: Danilo Correa Silva
Danilo Correa Silva

Marília, 29 de novembro de 2016

*Dedico esse trabalho primeiramente a Deus,
que sem Ele, esse sonho não seria possível;
Dedico ao meu esposo Raul e meus filhos, Caio
e Ana que sempre estiveram ao meu lado
apoiando e contribuindo para que eu chegasse
até aqui.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter colocado esse sonho em meu coração e ter me dado sabedoria e graça para chegar até aqui. Sem Ele nada seria possível.

Ao meu pai Luiz, que com toda sua humildade sempre disseminou a importância de uma vida honesta e dedicada aos estudos. Apesar de sua partida breve, seus ensinamentos ficarão eternizados em nossa família.

Ao meu esposo Raul, que sempre me incentivou, dedicando amor e paciência nesses anos, cuidando da nossa família em minha ausência, com sabedoria para entender os momentos difíceis e estressantes.

Ao meu filho Caio, que com muita dedicação sempre me ajudou em tudo que foi possível. E à minha filha Ana, que mesmo com pouca idade, sempre compreendeu minha ausência e teve paciência para lidar com isso.

Às minhas amigas Adriana e Helen por esses anos de amizade, pelos momentos de bronca, estresse e também pelas alegrias que vivemos. Amizades que pretendo levar para a vida.

Ao professor Ravazi, que sempre se dedicou ao máximo para nos ensinar e nesse último ano, com toda paciência e atenção me orientou na concretização desse trabalho.

A UNIVEM, seu corpo docente, direção e administração que sobre pilares de honra, ética e respeito abriram a janela que hoje vislumbro um futuro mais amplo.

À Professora Vânia que sempre esteve a nossa disposição, e nos atendia com todo amor e atenção.

Agradeço a todos os professores por proporcionarem o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu mais sincero agradecimento a todos.

“Se o dinheiro for a sua esperança de independência, você jamais a terá. A única segurança verdadeira consiste numa reserva de sabedoria, de experiência e de competência. ”

Henry Ford

OLIVEIRA, Alessandra Martins. Aplicação das ferramentas do Sistema Toyota de Produção visando otimizar o atendimento ao cliente e a redução de estoques. 2016. 69 f. Trabalho de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, Marília, 2016.

RESUMO

Com o intuito de otimizar o atendimento aos clientes e a redução de desperdícios foi realizado um estudo de caso em uma empresa de transformação de polímeros, apesar da mesma já apresentar o uso de ferramentas do Sistema Toyota de Produção ela tem enfrentado como problemas, atrasos em suas entregas e altos índices de desperdício. Estes problemas se reproduzem em vários estágios de seu processamento, por meio de uma análise processual foram desenvolvidos Mapeamentos de Fluxo de Valor e diagramas de espaguete que ilustraram a situação atual, como também a capacidade de aprimoramento deste processo. A partir desta análise foram dedicados esforços ao aprimoramento das ferramentas do STP nesta empresa, foram aplicados de forma prática ferramentas como SMED, Fluxo Contínuo e fragmentos da filosofia Just in time, ferramentas que unidas convergiram para alcançar os resultados esperados, elevando indicadores de satisfação de clientes e reduzindo desperdícios.

Palavras-chave: Sistema Toyota de Produção. Polímeros Fluxo contínuo. Mapeamento de Fluxo de Valor.

OLIVEIRA, Alessandra Martins. Aplicação das ferramentas do Sistema Toyota de Produção visando otimizar o atendimento ao cliente e a redução de estoques. 2016. 69 f. Trabalho de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, Marília, 2016.

ABSTRACT

To optimize customer service and waste reduction, a case study was carried out in a polymer transformation company, although it already presents the use of tools of the Toyota Production System, which it has encountered as problems, delays in Their deliveries and high rates of waste. These problems are reproduced in several stages of its processing, through a procedural analysis were developed value stream mappings and spaghetti diagrams that illustrate the current situation, as well as the capacity to improve this process. From this analysis, efforts were dedicated to the improvement of TPS tools in this company, tools such as SMED, Continuous Flow and fragments of the Just in time philosophy were applied in a practical way, tools that united converged to achieve the expected results, raising satisfaction indicators of Customers and reducing waste.

Keywords: Toyota Production System. Polymers. Continuous flow. Value Stream Mapping.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Cadeia de Produção dos Polímeros.....	21
Figura 2: Processo de Extrusão Sopros.....	22
Figura 3: Máquina de Injeção.....	23
Figura 4: Processo de Transformação por Injeção	23
Figura 5: Máquina Injetora com Manipulador	24
Figura 6: Processo de Extrusão	25
Figura 7: Processo de termoformação a vácuo.....	25
Figura 8: Processo de Rotomoldagem.....	26
Figura 9: Os sete desperdícios	29
Figura 10: Os dez mandamentos do Kaizen	31
Figura 11: Símbolos Principais	32
Figura 12: Modelo de um mapa de valor simplificado.....	32
Figura 13: Fluxo Contínuo	33
Figura 14: Heijunka.....	34
Figura 15: Diagrama de Espaguete.....	37
Figura 16: Ciclo da Produtividade.....	39
Figura 17: Aplicação do Fixador do Cilindro.....	44
Figura 18: Aplicação das Lâminas Direita e Esquerda.....	45
Figura 19: Fixador do cilindro.....	46
Figura 20: Lâmina Completa.....	48
Figura 21: Mapeamento de fluxo de valor do Fixador do Cilindro.....	51
Figura 22: Diagrama de Espaguete do estado atual.....	52
Figura 23: Fixador saindo do processo de injeção	53
Figura 24: Processo de Montagem do Fixador.....	53
Figura 25: Mapeamento do processo atual do Fixador.....	54
Figura 26: Mapeamento do processo das Lâminas Completas	55
Figura 27: Lâmina montada com novo rebite.....	56
Figura 28: Corpo da Lâmina Injetado	57
Figura 29: Dispositivo de Corte de Canal	57
Figura 30: Montagem da Lâmina Completa.....	58
Figura 31: Lâmina completa montada.....	58

Figura 32: Mapeamento de Fluxo atual Lâminas	59
Figura 33: Indicador de pontualidade de entrega	62
Figura 34: Diagrama de espaguete	62
Figura 35: Indicador de pontualidade de entrega	65

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Índice de pedidos entregues em atraso	45
Gráfico 2: Número de alterações nos prazos de entrega em 3 anos	47
Gráfico 3: Número de alterações nos prazos de entrega em 3 anos	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Exemplo da aplicação do Heijunka	34
Tabela 2 Tabela Seis Sigma.....	41
Tabela 3: Lista de materiais do Fixador	46
Tabela 4: Valor de Estoque Fixador do Cilindro.....	47
Tabela 5: Lista de materiais das Lâminas.....	48
Tabela 6: Estoques de Lâminas e componentes	49
Tabela 7: Melhorias no processo do Fixador.....	60
Tabela 8: Redução de Estoque do Fixador	61
Tabela 9: Custo de Produção do Fixador.....	61
Tabela 10: Melhorias no processo das Lâminas	63
Tabela 11: Valores de Estoque Lâminas	64
Tabela 12: Custo de produção Lâminas	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ETP: Empresas transformadoras de polímeros

GM: General Motors

ISO: International Organization for Standardization

JIT: Just in time

PPCP: Planejamento, Programação e Controle da Produção

PPM: Partes por milhão

SMED: Single Minute Exchange of Die

STP: Sistema Toyota de Produção

VSM: Value Stream Mapping

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
1.1 Delimitação do Tema.....	16
1.2 Objetivo	17
1.3 Objetivos Específicos	17
1.4 Justificativa.....	17
1.5 Metodologia.....	18
1.6 Estrutura do Trabalho	18
2. REVISÃO TEÓRICA	19
2.1 Polímeros	19
2.1.1 Alguns tipos de polímeros	20
2.1.2 A cadeia produtiva dos polímeros	20
2.1.3 Os processos produtivos dos polímeros.....	21
2.2 O Sistema Toyota de Produção	26
2.2.1 Histórico.....	26
2.2.2 Eliminando os desperdícios	29
2.2.3 Princípios do Lean	29
2.2.4 As Ferramentas do STP	30
2.3 Produtividade.....	37
2.3.1 Conceito de Produtividade.....	37
2.3.2 Níveis de Produtividade.....	38
2.3.3 O aumento da produtividade.....	38
2.3.4 Condições de trabalho.....	40
2.4 Indicadores de Atendimento ao cliente.	40
2.4.1 Indicador Seis Sigma	41
3. O ESTUDO DE CASO	43
3.1 O objeto de estudo	43
3.1.1 O Fixador do Cilindro.....	46

3.1.2	Lâminas Direita e Esquerda.....	48
3.2	Desenvolvimento do Trabalho	50
3.2.1	Fixador do Cilindro.....	50
3.2.2	Lâminas Direita e Esquerda.....	54
4.	RESULTADOS	60
4.1	Fixador do cilindro	60
4.2	Lâminas Direita e Esquerda.....	63
5.	CONCLUSÃO.....	66
	REFERÊNCIAS	67

1. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais é crescente o interesse das empresas em aplicar ferramentas para reduzir seus custos e tornarem-se mais competitivas. Com a globalização e o fácil acesso às tecnologias, as empresas conseguem entregar produtos de qualidade sem grandes investimentos, o diferencial está no valor agregado do produto oferecido, ou seja, entregar ao seu cliente o que ele precisa, na quantidade, qualidade e momento exatos. Com o setor de transformação de polímeros não é diferente, devido ao aumento da aplicação dos polímeros, algumas empresas trabalham em cadeias produtivas, sendo o setor intermediário entre os grandes fornecedores e clientes, não tendo força para reduzir os valores de compra de seus insumos e sem poder repassar esses custos aos preços de venda. A única alternativa que têm então, seria a redução dos custos de processo. Para tanto é necessário conhecimento em ferramentas de eliminação de desperdícios e redução de custos, como as aplicadas pela Toyota.

A Toyota, após a Segunda Guerra Mundial, enfrentava todos os tipos de adversidades e precisava retomar o crescimento. Analisando os métodos de produção americana, constataram que, para crescerem e se tornarem competitivos, seria necessário reformular e eliminar desperdícios. Criaram ferramentas de redução de custos, eliminando tudo que não seria valor para o cliente, com isso conseguiram a superação e ainda trazer ao mundo uma nova visão de administração, conhecido hoje como Sistema Toyota de Produção.

Visando comprometimento com a qualidade nos produtos e nas entregas a empresa mencionada no presente trabalho busca alternativas para eliminar atrasos, reduzir estoques e custos de produção, sendo assim, os produtos com maiores índices de atrasos foram analisados e tiveram seus processos melhorados para atingir esses objetivos.

1.1 Delimitação do Tema

O tema será abordado na manufatura de uma empresa transformadora de polímeros da região de Marília. Atuante em diversos segmentos, como automobilístico, médico, agroquímico e agropecuário, a empresa é pertencente a um grande grupo com foco no setor agrícola, onde estão os maiores desafios. Foram escolhidos dois produtos fornecidos a esse grupo, onde serão aplicadas as ferramentas de Mapeamento de Fluxo de Valor, Fluxo Contínuo, Heijunka, Kaizen e SMED.

1.2 Objetivo

Considerando dois produtos montados com maior índice de atrasos na empresa estudada, o trabalho tem por objetivo utilizar ferramentas do Sistema Toyota para eliminar desperdícios no processo produtivo de injeção e montagem, consequentemente eliminar atrasos e reduzir estoques em toda a cadeia.

1.3 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Identificar e aplicar melhorias otimizando os recursos produtivos;
- Eliminar os constantes atrasos com o cliente;
- Reduzir os estoques de componentes dos produtos escolhidos;

1.4 Justificativa

Ohno (1997) alega que em épocas de crescimento econômico é vantajoso o processo de produção em massa, pois diminui drasticamente o custo de produção. Em épocas de recessão como é o caso atualmente, esse método não é o mais eficaz. Assim se faz necessária a busca por ferramentas que contribuam para que pequenos lotes sejam produzidos com custos baixos.

Rother e Shook (1999) consideram que o mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta essencial, que ajuda a visualizar o fluxo completo em uma empresa, ajudando a identificar desperdícios e mostrando a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material.

Uma breve análise no atendimento ao cliente agrícola mostra uma deficiência em atender os prazos de entrega, a gama de produtos fornecidos ao mesmo gira em torno de 150 itens diferentes por dia, sendo que alguns tipos de produto apresentam maiores dificuldade. Esses foram analisados através de Mapeamento de Fluxo de Valor e Diagrama de Espaguete, para identificar os gargalos. Foram encontrados desperdícios como, superprodução, estoques altos, excesso de movimentos e de transporte.

Com a aplicação de ferramentas simples do Sistema Toyota, é possível implantar mudanças nos processos produtivos sem grandes investimentos, o que em si já justifica o estudo. A empresa escolhida trabalha em gestão orgânica e participativa, onde todos os colaboradores são convidados a apresentar sugestões de melhorias. Sendo os atrasos de entrega um problema recorrente, todos os tipos de melhoria são aceitos pela mesma.

1.5 Metodologia

O presente trabalho será com base em uma pesquisa exploratória, buscando a bibliografia referentes aos Polímeros, Sistema Toyota de Produção, Produtividade e Seis Sigma visando ainda coletar informações que sirvam de base na implantação de melhorias no processo produtivo de uma empresa de materiais poliméricos e ainda o estudo de caso nos processos produtivos da empresa. De acordo com Gil (2008), a pesquisa exploratória tem por finalidade o desenvolvimento e esclarecimento de conceitos e idéias. Na pesquisa exploratória estão envolvidas as pesquisas bibliográficas e estudos de caso.

1.6 Estrutura do Trabalho

No capítulo um, será apresentada a introdução do trabalho, a justificativa, objetivos e metodologias aplicadas.

O capítulo dois apresenta a revisão bibliográfica, onde serão expostos os processos de transformação de polímeros e os métodos de trabalho das empresas transformadoras de polímeros, o Sistema Toyota e suas ferramentas, além de conceitos e Produtividade e Six Sigma.

O capítulo três apresenta a empresa, os produtos estudados e os trabalhos que foram executados, demonstrando características dos produtos estudados o desenvolvimento do trabalho realizado.

Os capítulos quatro e cinco apresentam respectivamente os resultados encontrados e a conclusão do trabalho.

2. REVISÃO TEÓRICA

O momento atual e a globalização cooperam para que a competitividade nas empresas seja muito acirrada, as empresas buscam cada vez mais ferramentas que auxiliem a produção na quantidade certa, no tempo certo, com qualidade superior e com custo baixo. O STP (Sistema Toyota de Produção) contempla várias ferramentas para as empresas atingirem esses objetivos com eficiência e eficácia já comprovados em vários segmentos de mercado.

As empresas transformadoras de polímeros (ETP), sendo cada vez mais pressionadas por inovação e qualidade, buscam no STP, ferramentas para aumentar a competitividade e reduzir seus custos.

2.1 Polímeros

Segundo Schiavon (2016) polímeros são materiais compostos por macromoléculas, que se formam da repetição de uma unidade básica chamada mero, por isso polímero (poli que significa muitos, portanto, muitos meros). O polímero é obtido através do petróleo e se tornou versátil pelas seguintes características:

- Mais leve que os metais ou cerâmica;
- Alta flexibilidade;
- Alta resistência ao impacto, que associada a transparência, permite substituir o vidro em algumas aplicações;
- Baixas temperaturas de processamento;
- Baixa condutividade elétrica e térmica;
- Maior resistência à corrosão;
- Porosidade; e
- Reciclabilidade.

A década de 50 foi notória para a popularização dos polímeros, principalmente para materiais bélicos, a partir de então essa popularização aumentou e hoje grande parte do consumo humano é proveniente dos polímeros.

2.1.1 Alguns tipos de polímeros

Existem diversos tipos de polímeros, com estruturas, características e aplicação diferentes. Para o presente trabalho, serão referenciados os materiais que são aplicados nos produtos escolhidos para o estudo de caso, a poliamida, e o policarbonato.

A poliamida é definida pela classe (-NH-CO-), sendo considerados como polímero de engenharia, é caracterizado pela excelente propriedade mecânica, boa resistência a alta pressão, entre outras, mas tem como limitação a elevada absorção de água, o que exige secagem antes da aplicação, e não resiste a temperaturas superiores a 130°C. (BECKER, 2016).

A poliamida exige na maioria dos casos, o processo chamado de hidratação, onde as peças são imersas em um recipiente com água. Esse processo torna a peça rígida e frágil em tenaz e resistente ao impacto. (TECPLÁSTICO, 2016)

O policarbonato é um importante polímero de engenharia que foi descoberto por acidente em 1898 na Alemanha, porém o desenvolvimento e comercialização só teve início na década de 50. Como características apresenta excelente resistência ao impacto, transparência, estabilidade dimensional, entre outras. (SCHIAVON, 2016). Assim como a poliamida, o policarbonato exige secagem prévia em seu processamento.

2.1.2 A cadeia produtiva dos polímeros

Fleury (2000) descreve que no princípio a ETP era especialista nos processos de transformação (Injeção, Sopro, Extrusão, etc.), fornecendo indiscriminadamente aos seus clientes ou ao mercado. Com a globalização, as empresas entenderam a necessidade de encontrar um foco para suas atividades, para continuarem no mercado precisavam intensificar a capacidade de produção e aprender sobre o desenvolvimento de novos produtos.

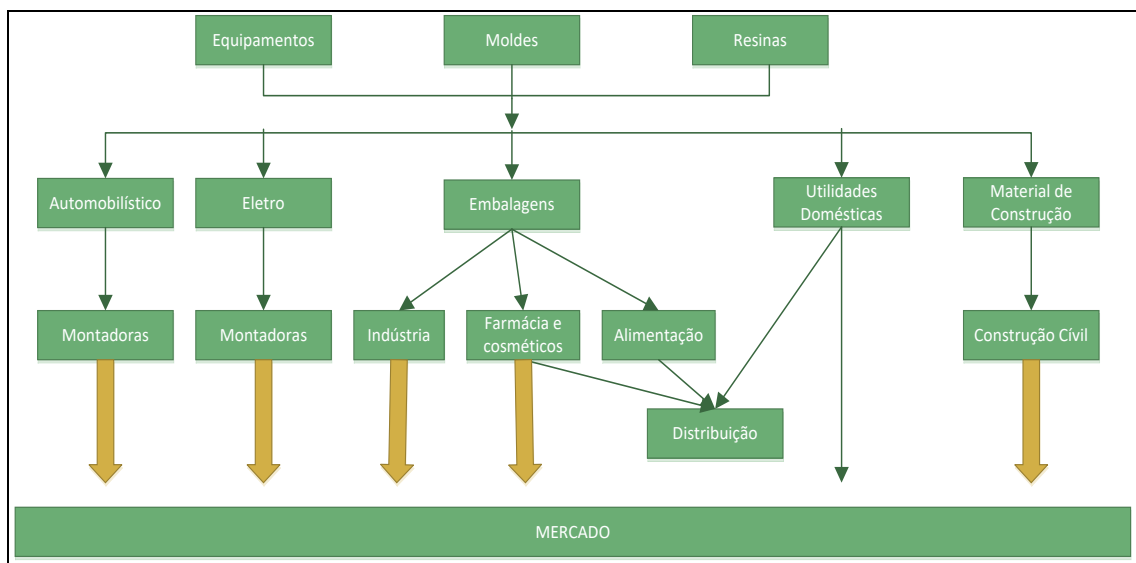
Ainda Fleury (2000) demonstra os grupos de empresas com diferentes características, dependendo da cadeia produtiva que está inserida e sua estratégia de mercado:

- Empresas que estão em cadeias produtivas onde o elemento mais importante é aquele que faz intermediação com o mercado. São cadeias comandadas pelo produtor, por exemplo, as cadeias automobilísticas; e cadeias comandadas pelo comprador, como os supermercados, são empresas no meio de grandes fornecedores de matéria prima e de grandes clientes que exigem redução de preços, qualidade e inovação;

- O segundo grupo são os fornecedores de itens para a construção civil e utilidades domésticas. Trabalham menos tensionadas, pois a exigência é a normal de mercado;
- Há o grupo de pequenas e médias empresas que atendem as demandas locais, os atributos de qualidade e preço são de acordo com suas realidades.
- E por último, estão as empresas “informais”, que estão fora das estatísticas oficiais, mas devido à sua atuação, sem pagamentos de impostos e na clandestinidade, concorrem de maneira desigual com as empresas formais, tendo vantagens em custos e preços.

Na Figura 1, é apresentado um esquema da cadeia de produção dos polímeros.

Figura 1: Cadeia de Produção dos Polímeros



Fonte: Adaptação de Fleury (2000)

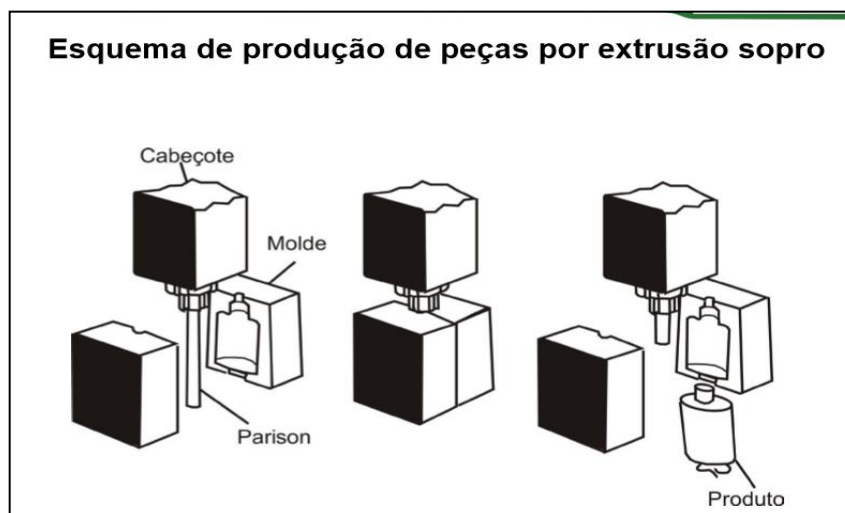
2.1.3 Os processos produtivos dos polímeros

Os polímeros podem ser transformados de diversas formas, dependendo da complexidade e formato do produto a ser produzido.

2.1.3.1 Transformação por Sopros

Becker (2016) define o sopro como um processo para produzir peças ocas fechadas. O polímero extrudado (Parison) desce até a cavidade do molde, que se fecha. Após o fechamento completo do molde um sopro de ar comprimido é expelido soprando o parison contra as paredes do molde adquirindo a forma desejada, depois de um tempo de resfriamento a peça é extraída do molde e conseqüentemente passa para o processo de usinagem, onde as rebarbas são eliminadas e o processo de acabamento é executado. Na seqüência, são realizadas as montagens de determinados componentes e embalado para envio à armazenagem. Na Figura 2, fica demonstrado o esquema de um processo de sopro.

Figura 2: Processo de Extrusão Sopro

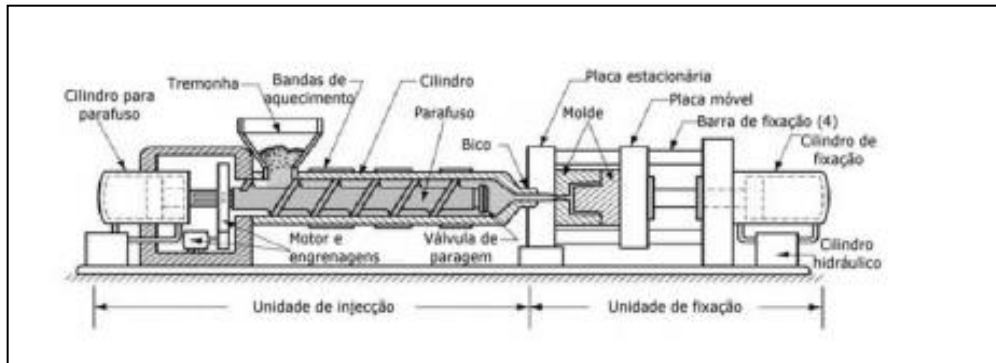


Fonte: Abiplast (2014)

2.1.3.2 Transformação por Injeção

O processo de Injeção é um dos mais versáteis e modernos na transformação de polímeros (BECKER, 2016). É possível ver peças transformadas por injeção no interior dos automóveis, equipamentos médicos, gabinetes eletrônicos, entre outros. Mais de 30% de todos os polímeros são transformados por meio da Injeção. Na Figura 3, na página 23, é demonstrado o esquema de uma máquina de injeção.

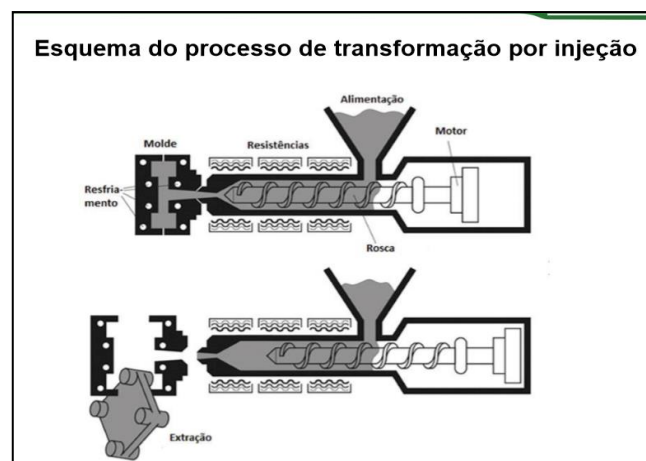
Figura 3: Máquina de Injeção



Fonte: M & G Chemicals (2016)

O polímero granulado cai por gravidade em um cilindro aquecido, com o intuito de ser fundido, quando ele atinge um estado praticamente líquido, ele é injetado em alta pressão para dentro de um molde com um processo semelhante ao de uma seringa, conforme ilustração da Figura 4. Esse material toma a forma do molde e sofre um resfriamento para que o material volte ao estado sólido, quando o mesmo atinge o resfriamento programado o molde se abre e a peça é extraída (TECPLÁSTICO, 2016).

Figura 4: Processo de Transformação por Injeção



Fonte: Abiplast (2014)

As vantagens do processo de injeção é a estabilidade de processo, sendo assim ideal para grandes lotes de produção, e com poucas operações de acabamento. (BECKER, 2016).

Devido à repetibilidade do processo, a aplicação de robôs tem se tornado comum. Na Figura 5 é apresentada uma máquina aplicando um robô, ou manipulador, como também é conhecido.

Figura 5: Máquina Injetora com Manipulador



Fonte: Abiplast (2014)

2.1.3.3 Transformação por Extrusão

Assim como na Injeção o material cai por gravidade em uma rosca sem fim com o intuito de se fundir, depois o mesmo é expulso por uma matriz a fim de dar a forma desejada, podendo ser produzidos perfis, tubos, placas, sacolas, entre outros (BECKER, 2016). Na Figura 6 na página 25 é demonstrado o processo de extrusão de polímeros.

Figura 6: Processo de Extrusão

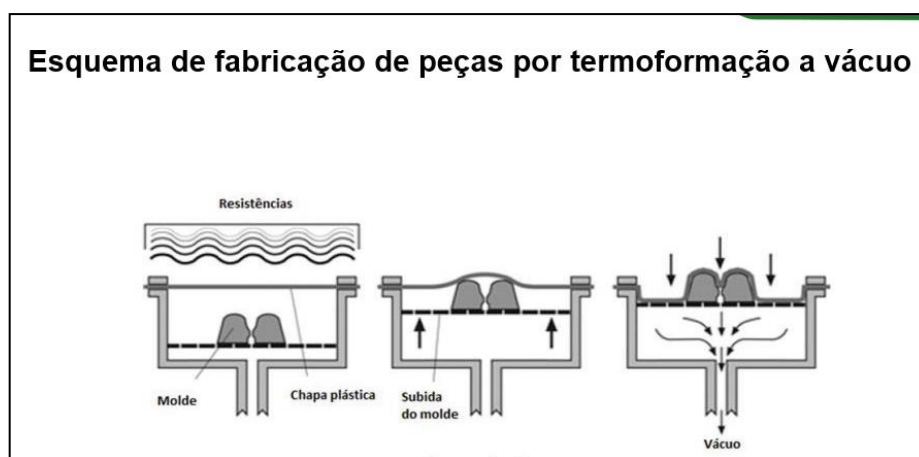


Fonte: Abiplast (2014)

2.1.3.4 Transformação por Termoformagem

Para esse tipo de processo são aplicadas placas extrudadas de diversas espessuras, que passam por um forno onde são aquecidas até atingirem o ponto de amolecimento, em seguida seguem para um molde que com um sistema de vácuo que formatam essas placas. Depois de resfriadas as peças vão para um processo de usinagem para retirada de rebarbas realização de furos (BECKER, 2016). Na Figura 7 é demonstrado o processo de termoformagem a vácuo.

Figura 7: Processo de termoformação a vácuo

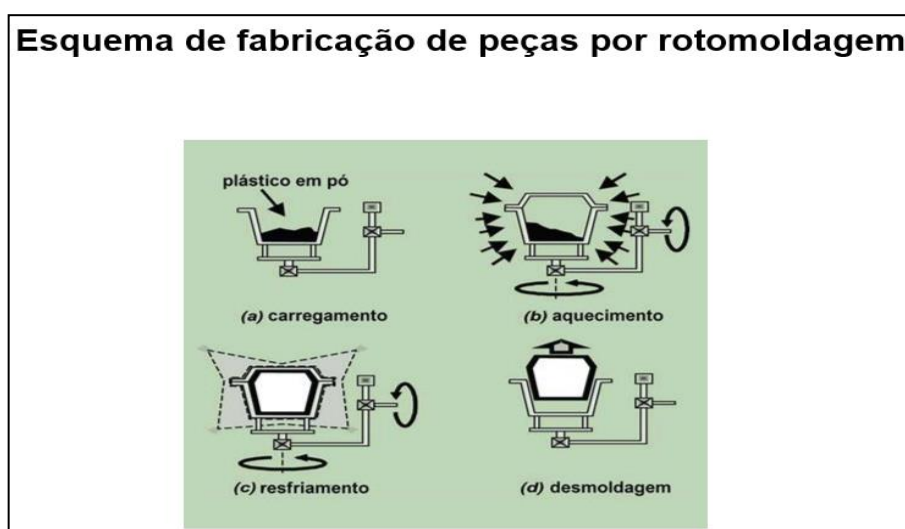


Fonte: Abiplast (2014)

2.1.3.5 Transformação por Rotomoldagem

Nesse processo, o material em pó ou líquido é colocado dentro de um molde com o formato desejado, depois o molde é aquecido enquanto roda biaxialmente, ou seja, em torno dos dois eixos. Após a formação da peça, o molde passa por um resfriamento para que a peça atinja o estado sólido, como exemplifica a Figura 8. São produzidas por esse processo, peças ocas que não seriam possíveis pelo processo de sopro, como dutos, caixas d'água, bonecas e bolas. (CESAR, 2016)

Figura 8: Processo de Rotomoldagem



Fonte: Abiplast (2014)

2.2 O Sistema Toyota de Produção

O STP foi criado como uma forma diferente de administração da produção, avaliando desperdícios e corrigindo falhas no processo, com o intuito de alcançar a produtividade que somente as empresas americanas conseguiam atingir.

2.2.1 Histórico

Ohno (1997) descreveu que o Japão passava por um momento muito delicado, acabava de ser derrotado na Segunda Guerra Mundial e precisava muito alavancar sua economia. Na mesma época a Toyota Motor Company era comandada por Toyoda Kiichiro, esse por sua vez alegou que a indústria automobilística no Japão deveria alcançar os Estados Unidos em três

anos, senão seria muito difícil se manter no ramo, isso significava na época, aumentar em quase 10 vezes a sua produtividade.

Segundo Womack, Jones e Ross (1992), as visitas à fábrica da Ford nos Estados Unidos já haviam proporcionado algumas mudanças na fábrica da Toyota no que diz respeito à fábrica de teares, mas nada que fosse significativo para os automóveis uma vez que o governo impediu que fossem construídos carros de passeio, produzindo assim caminhões para guerra na década de 1930. No final de 1949, a empresa entrou em colapso, com a demissão de grande parte de seus funcionários culminando em uma grande greve, que só terminou quando Toyoda Kiichiro renunciou à presidência da empresa. Em 1950, a Toyota produziu 2685 automóveis, enquanto a Rouge, uma das fábricas da Ford produzia 700 automóveis e 6300 kits montados para outras unidades em um dia.

Segundo Calandro (1991), a hegemonia da indústria automobilística era das empresas norte americanas, que aplicavam o modelo fordista, com três princípios básicos: padronização dos produtos, equipamentos dedicados e mão de obra pouco qualificada. Os Estados Unidos detinham aproximadamente 85% da produção mundial de automóveis.

Tendo em mãos essas informações os japoneses se questionavam sobre os métodos aplicados até então, o que levava um americano produzir dez vezes mais que um japonês? Por certo os japoneses estavam desperdiçando alguma coisa e eliminando esses desperdícios seria possível igualar a produtividade. Mas não bastava somente copiar o sistema aplicado pelos americanos, na visão de Eiji Toyoda e Ohno a produção em massa não funcionaria no Japão, seria necessário combater os desperdícios e criar um sistema em que o volume de produção fosse pequeno e com baixos custos. (OHNO, 1997; WOMACK, JONES, ROSS, 1992).

De acordo com Ohno (1997), as estratégias aplicadas por Eiji e Ohno foram a redução de lotes de produção mapeando o fluxo de produção de forma que as transferências de materiais acontecessem de forma inversa, ou seja, o último estágio de montagem é o "puxador" dos materiais até o processo inicial, assim cada processo fará somente o necessário para o próximo.

Ainda conforme Ohno (1997), nos anos seguintes a Toyota conseguiu implantar seu sistema e obter lucros, porém as outras empresas que aplicavam a produção em massa também, sendo assim as demais empresas não percebiam que a Toyota trabalhava com outro modelo de administração. Em 1973, começou a chamada Crise do Petróleo, sendo seguida de uma grande recessão em todo o mundo, e as empresas japonesas estavam com grandes problemas, porém a Toyota conseguia obter ganhos maiores que as outras empresas, a partir de então as demais empresas começaram a enxergar o sistema que a Toyota vinha aplicando e se interessar por ele.

Liker e Meier (2007) descrevem a fase em que o mundo começa a conhecer “o modo como a Toyota fazia as coisas”, como era chamado o STP até então. Nesse período, por volta de 1987, o STP já estava totalmente articulado dentro da Toyota, e ela estava abrindo uma fábrica em *Georgetown, Kentucky*. David Meyer, um dos autores do livro estava na Cidade Toyota para um treinamento sobre o “modelo da Toyota”, pois para a empresa era importante difundir a sua cultura corporativa para a nova unidade que estava sendo aberta fora do Japão, ao trazer essa cultura para os Estados Unidos foi se espalhando o termo “Modelo Toyota” ou o Sistema Toyota de Produção.

Em 1986 Jin Womack e John Krafcik iniciaram estudos sobre os sistemas de produção, comparando inicialmente a qualidade e produtividade da GM (General Motors) com a Toyota. Em 1987 já estudavam mais de quarenta empresas e sentiram a necessidade de nomear o processo de produção que apresentava melhor desempenho. Como todos os parâmetros aplicados se resumiam em menos e menor, acharam por bem chama-lo de “*Lean*”, que significa enxuto. A partir de então o STP passa a ser conhecido também como *Lean Manufacturing*, ou Manufatura Enxuta.

“John sugeriu que nomeássemos o sistema por aquilo que ele conseguiu, que era montar um “carro padrão” (de um determinado tamanho e nível de opcionais) com menor esforço humano, menos defeitos, menor espaço aplicado na fábrica, menor investimento de capital (algumas das fábricas mais eficientes eram, também, as menos automatizadas), menor tempo gasto e em um volume mais baixo por tipo de produto (em linhas de modelos mistos). Quando olhamos para o quadro negro, tínhamos escrito “menor”, “menos”, “menor”, “menor” ou “mais baixo” ao lado de cada atributo; John disse: “Vamos chamá-lo de ‘lean’ (enxuto) ” e escreveu lean no quadro negro. ” (WOMACK; KRAFCIK, 2016).

Pinto apud Marques (2012) cita que *Lean Manufacturing* ou Produção Enxuta é um conjunto de conceitos e princípios que tem por objetivo eliminar desperdícios e entregar valor de forma efetiva ao cliente.

Hoje o STP é muito mais do que um sistema para redução de custos, um sentimento filosófico de propósito sobrepuja qualquer tomada de decisão de curto prazo. Os executivos trabalham para levar a Toyota sempre a um próximo nível, sua meta é levar valor ao cliente, a sociedade e à economia. Esse princípio deve ser levado em conta em todos os trabalhos, serviços e em qualquer função em uma empresa. (LIKER; MEIER, 2007).

2.2.2 Eliminando os desperdícios

No Japão a palavra que descreve o desperdício é *Muda* e quer dizer especificamente qualquer atividade humana que absorve recursos, mas não cria valor. (WOMACK, JONES, ROSS, 1992).

Para Ohno (1997) seria necessário eliminar o que ele chama de sete desperdícios conforme exemplificado na Figura 9. Somente assim é possível aumentar a eficiência da empresa.

Figura 9: Os sete desperdícios

Superprodução	• Produzir o que não é necessário, ou que não tem demanda
Espera	• Tempo de espera para materiais, equipamentos, mão de obra ou informações
Transporte	• Transporte de materiais ou produtos que não agregam valor;
Processo	• Atividades que não agregam valor, por exemplo retrabalhos
Excesso de estoque	• Excesso de matéria prima ou componentes;
Movimentação	• Movimentos no processo que não agregam valor
Defeito	• Produto fora da especificação;

Fonte: Adaptado de Vargas (2016)

2.2.3 Princípios do Lean

Womack e Jones (2004) definem os princípios do *Lean* da seguinte forma:

- Valor: O cliente é quem define o valor de um produto, o mesmo deve atender suas necessidades em momento específico e a um preço específico. É responsabilidade das empresas conhecerem essa necessidade e procurar satisfazê-la;
- Cadeia de Valor: é necessário analisar toda a cadeia de valor, desde o fornecedor até o cliente identificando três situações:
 - Agrega Valor: aquilo que é parte do processo e sem ela não haverá o produto;
 - Não agrega valor, mas é necessário: por exemplo, a inspeção de um produto;

- Não agrega valor e não é necessário: são identificadas como retrabalhos.
- Fluxo: a produção deve seguir um fluxo, não deve ficar estagnada, evitando desperdícios;
- Sistema Puxado: cada sistema deve puxar o seu anterior. O sistema final puxa os produtos na cadeia até chegar ao processo inicial. Dessa forma o acionamento se dá através do cliente, que determina a quantidade e velocidade dos processos;
- Perfeição: (*Kaizen*) melhoria contínua dos processos.

2.2.4 As Ferramentas do STP

O STP surgiu primeiramente com o *Kanban* e o SMED (*Single Minute Exchange of Die*) ou troca rápida de ferramentas e desde então várias ferramentas foram incorporadas ao processo. Entre elas, o presente trabalho apresentará o *Kaizen*, o Mapeamento de Fluxo de Valor, O Fluxo Contínuo, o *Heijunka*, o *Just in Time* e o *Kanban*, o SMED e o Diagrama de Espaguete.

2.2.4.1 Kaizen

Kaizen é uma busca sistemática de inovações dentro do processo de produção. Ela trabalha com uma gestão mais participativa em todos os níveis da organização. Geralmente sugestões de todos os níveis, principalmente dos operadores envolvidos com o processo, ocasionarão melhorias significativas de produtividade e qualidade nos processos, trata-se ainda de uma ferramenta de valorização do funcionário, pois ele é visto como um elemento pensante do processo. (CONTADOR, 1998).

Maciel (2015) define *Kaizen* como melhoria contínua ou melhoria gradual, "hoje melhor do que ontem e pior do que amanhã". O *Kaizen* não se trata de uma ferramenta de única aplicação, e sim uma filosofia e cultura da organização. O criador do *Kaizen* foi o japonês Maasaki Imai, o "guru da gestão enxuta". Segundo ele aplicar o *Kaizen* em uma empresa consiste em realizar aprimoramentos simples e coerentes. A Figura 10, na página 31, explica os dez mandamentos do *Kaizen*.

Figura 10: Os dez mandamentos do *Kaizen*

1	• O desperdício é o inimigo número um. Para eliminá-lo é preciso sujar as mãos;
2	• Melhorias graduais feitas continuamente não é ruptura pontual
3	• Todos na empresa precisam se envolver, a metodologia não é elitista;
4	• A estratégia deve ser barata. O aumento de produtividade deve ser feito sem investimentos significativos. Não aplicar somas astronômicas em tecnologia.
5	• É aplicável em qualquer lugar;
6	• Apóie-se numa gestão visual . Torne os problemas e desperdícios visíveis a todos;
7	• Focalize a atenção no local onde realmente se cria valor;
8	• Oriente-se para processos;
9	• Dê prioridade ao capital humano;
10	• O lema essencial da aprendizagem organizacional é aprender fazendo.

Fonte: Adaptado de Maciel (2015)

2.2.4.2 Mapeamento do Fluxo de Valor (*Value Stream Mapping – VSM*)

Rother e Shook (1999) destacam que fluxo de valor é toda ação (agregando valor ou não) necessária para levar o produto até o cliente, seja ele desde a matéria prima até o cliente final ou o fluxo desde o projeto até o lançamento.

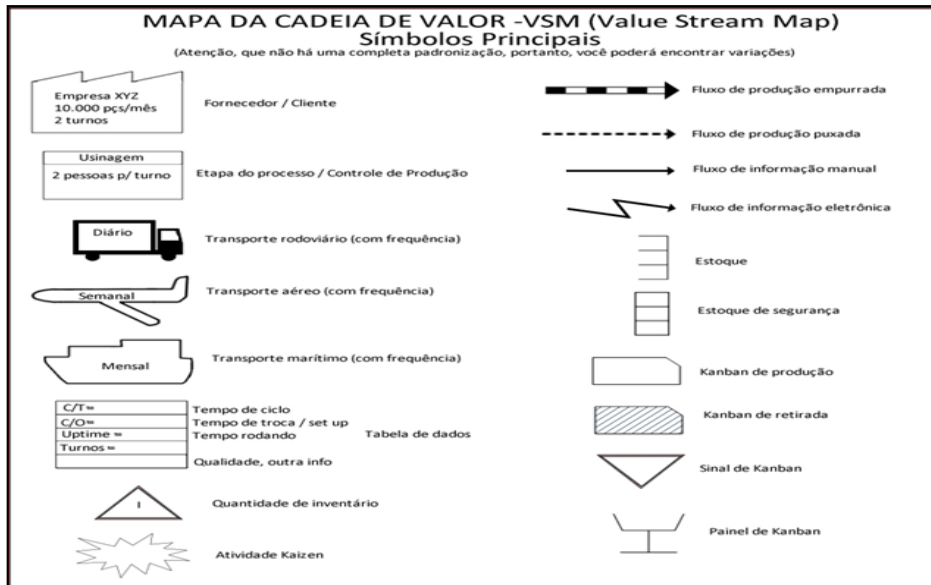
Vargas (2016), o VSM conecta etapas do processo, possibilitando enxergar como uma fotografia, onde ficam claros os níveis de estoque, tempos, *lead times*, e pontos de melhoria.

A sequência mais próxima ao ideal para um mapa da cadeia de valor seria:

- Identificação do cliente,
- Processos, equipamentos e recursos,
- Estoques,
- Fornecedor,
- Fluxos externos de materiais,
- Fluxos internos de materiais,
- Fluxo de informações,
- Lead times de produção (incluindo etapas que não agregam valor)

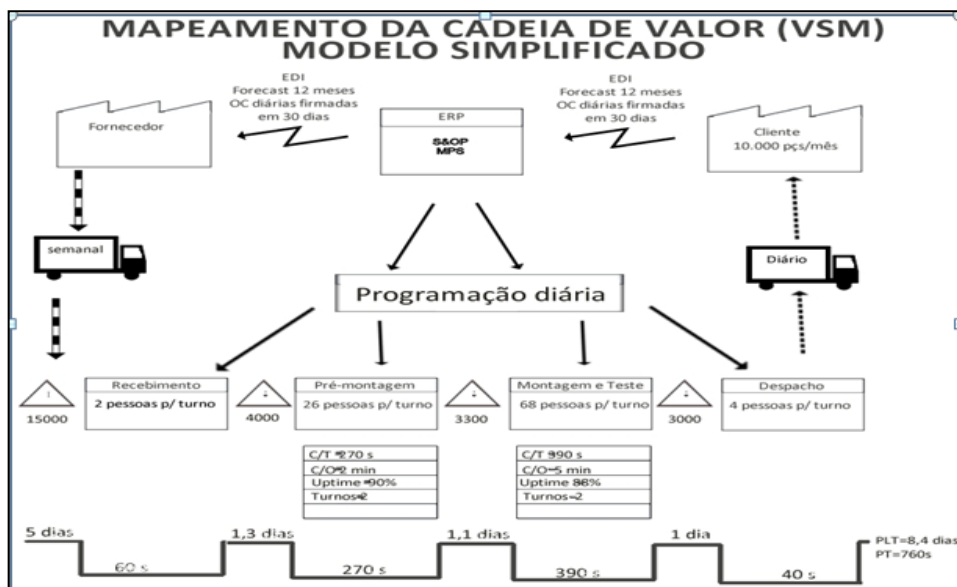
Alguns símbolos são usados para identificar cada uma dessas sequências, como pode ser visto na Figura 11 e a Figura 12 explica um modelo de um mapa de fluxo de valor.

Figura 11: Símbolos Principais



Fonte: Vargas (2016)

Figura 12: Modelo de um mapa de valor simplificado



Fonte: Vargas (2016)

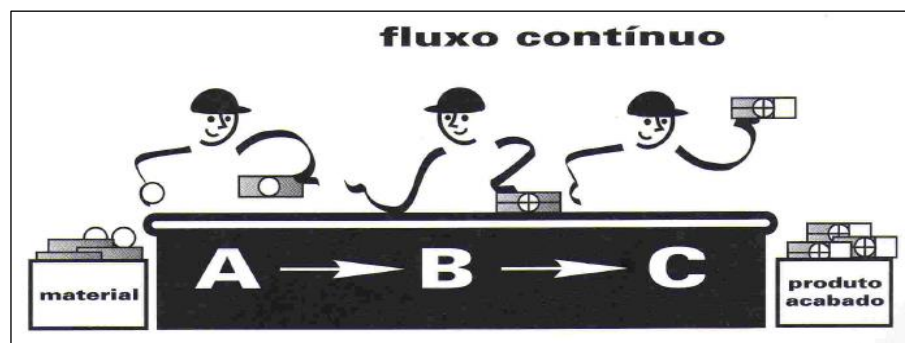
2.2.4.3 O fluxo contínuo

Braga (2008) descreve que o fluxo contínuo é uma ferramenta muito importante dentro da produção enxuta para o sucesso das atividades, pois ele contribui para redução de lead times, criando um fluxo ordenado para os produtos e materiais.

Silva (2009), afirma que a obtenção do fluxo contínuo é possível com um sistema produtivo flexível e confiável, onde os lotes de produção sejam pequenos reduzindo *lead times* e estoques intermediários.

O fluxo contínuo significa produzir uma peça de cada vez, ou seja, cada peça passa para a etapa seguinte sem espera, conforme exemplificado na Figura 13. O fluxo contínuo é o modo mais eficiente de produção. (ROTHER, SHOOK, 1999).

Figura 13: Fluxo Contínuo



Fonte: Rother, Shook (1999)

2.2.4.4 Heijunka

Heijunka é o nivelamento da produção de forma repetitiva, ou seja, as produções são niveladas em quantidades e tipos de produtos. Esse método permite a produção em pequenos lotes e redução de estoques. (GHINATO, 2000).

Vargas (2016) define Heijunka como o nivelamento da produção em volume e mix, objetivando a estabilidade da produção. Assim é possível analisar melhor o fluxo, aplicar o Kanban e melhorar o controle de qualidade.

Na Tabela 1, na página 34 são apresentadas as demandas de cinco modelos de automóveis. Na última coluna está o *takt time* de cada um, como se a empresa tivesse cinco linhas diferentes, mas na prática ela disponibiliza uma só linha para montar os cinco modelos.

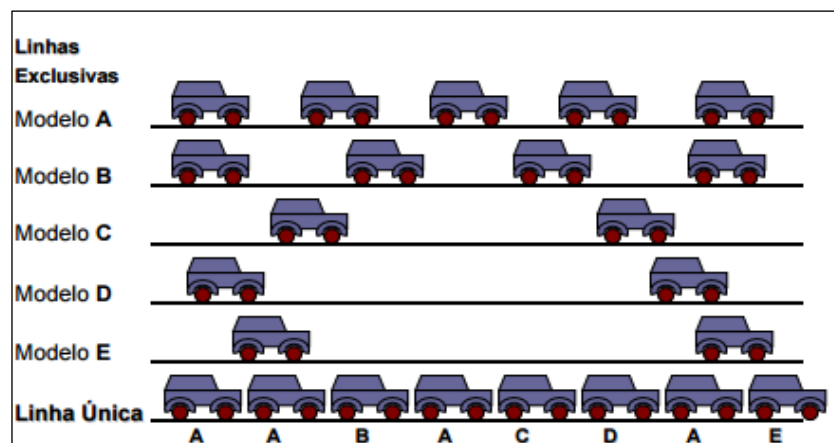
Tabela 1: Exemplo da aplicação do Heijunka

Modelo	Produção		Takt Time (minutos)
	Mensal (20 dias)	Produção Diária (480 minutos)	
Modelo A	4800 unid.	240 unid.	2 min.
Modelo B	2400 unid.	120 unid.	4 min.
Modelo C	1200 unid.	60 unid.	8 min.
Modelo D	600 unid.	30 unid.	16 min.
Modelo E	600 unid.	30 unid.	16 min.
Total	9600 unid.	480 unid.	1 min.

Fonte: Adaptado de GHINATO (2000)

A resposta é proporcionada pelo Heijunka, que define uma determinada sequência de montagem que, se repetida ciclicamente, é capaz de atender a demanda de cada um dos diferentes modelos como se estivessem sendo montados em linhas exclusivas, conforme representado na Figura 14. (GHINATO, 2000, p. 16).

Figura 14: Heijunka



Fonte: Ghinato (2000)

2.2.4.5 Just in Time e Kanban

Segundo Contador (1998), o *Just In Time* (JIT), constitui uma filosofia de organização da produção industrial e tem como ideia a produção daquilo que é realmente necessário, na

quantidade e momento certo. Dessa maneira é possível minimizar estoques de matéria prima e de produtos em processo (semiacabados) e até de produtos acabados.

O JIT é ligado diretamente ao sistema *Kanban*, que pode ser definido como uma forma de programação e controle que consistem em “puxar” a produção. Geralmente a produção de *Kanban* é acionada por cartões, símbolos ou painéis, onde qualquer um consegue visualizar o que precisa ser produzido. (CONTADOR, 1998)

O sistema *Kanban* de abastecimento apresenta algumas características na forma de controlar os estoques de material, que lhe confere uma verdadeira mudança na filosofia de trabalho quando ele é comparado com o sistema tradicional de abastecimento. O sistema *Kanban* exige um espaço determinado por uma área física delimitada, ou por um número fixo de contentores ou por cartões, onde a quantidade de material próximo à linha de produção nunca deverá ser superior àquela que estes espaços, cartões ou contentores determinam. Da mesma forma que a quantidade de material não pode ser superior ao máximo permitido, também não pode ser inferior ao mínimo estabelecido. Isto significa que a existência de contentores vazios ou cartões no quadro indica que está na hora de abastecer o estoque. Tudo é feito apenas de forma visual, sem necessidade de formulários, ordens de compra ou ordens de produção. (AGUIAR, 2007, p. 138)

Reduzindo estoques, os problemas tornam-se nítidos, devendo assim ser tratados para não haver reincidências. É possível comparar os estoques excessivos a um grande lago, onde é possível visualizar as belezas, mas quando o nível de água diminui o que se pode ver é o que está no fundo do mesmo, e muitas vezes não é nada de agradável. (AGUIAR, 2007).

Para Contador (1998), grandes estoques além de ser fluxo de caixa parado, acarretam diversas despesas operacionais, como juros, espaço de armazenamento, obsolescência, movimentação e administração desses materiais, entre outros.

Schonberger, Goldratt e Fox apud Contador (1998) mostram que a redução de estoques pode ainda trazer benefícios indiretos como, por exemplo:

- Redução de refugos, pois o defeito é descoberto quando ainda está produzindo um componente, ou em um lote pequeno a ser retrabalhado;
- Nivelamento de produção sem sobrecarga de trabalho nos finais de mês;
- Mínimas oscilações de pedidos dos clientes devido a produções menores, a possibilidade de troca para atender um pedido extra se torna mais rápida;
- Aumento no senso de responsabilidade do operador, pois ele passa a ter a consciência que se fizer um produto defeituoso, a linha seguinte ficará parada;
- Motivação dos operadores devido à rapidez do resultado de seu esforço;
- Redução de mão de obra indireta, pois o volume a ser contado nos inventários é menor;

- Diminuição áreas de estocagem;
- Afloramento problemas ocultos atrás de estoques excessivos;

A redução de estoques em uma empresa depende de algumas variáveis como produção de pequenos lotes de produção, análise dos tempos de produção, o que geralmente implica em aumento de custos de preparação de máquinas, horas paradas em preparação, reduzindo a capacidade produtiva da empresa, por isso a necessidade de um trabalho conjunto com outras ferramentas de *Kaizen*.

2.2.4.6 SMED (Single Minute Exchange of Die)

Vargas (2016) define o SMED como a metodologia criada por Shingeo Shingo que buscava a troca de ferramentas em menos de 10 minutos. Hoje tem por premissa a redução de tempo de qualquer tipo de *setup*.

Suarez (2015) demonstra as oito ferramentas para melhorias dos tempos de *setup*:

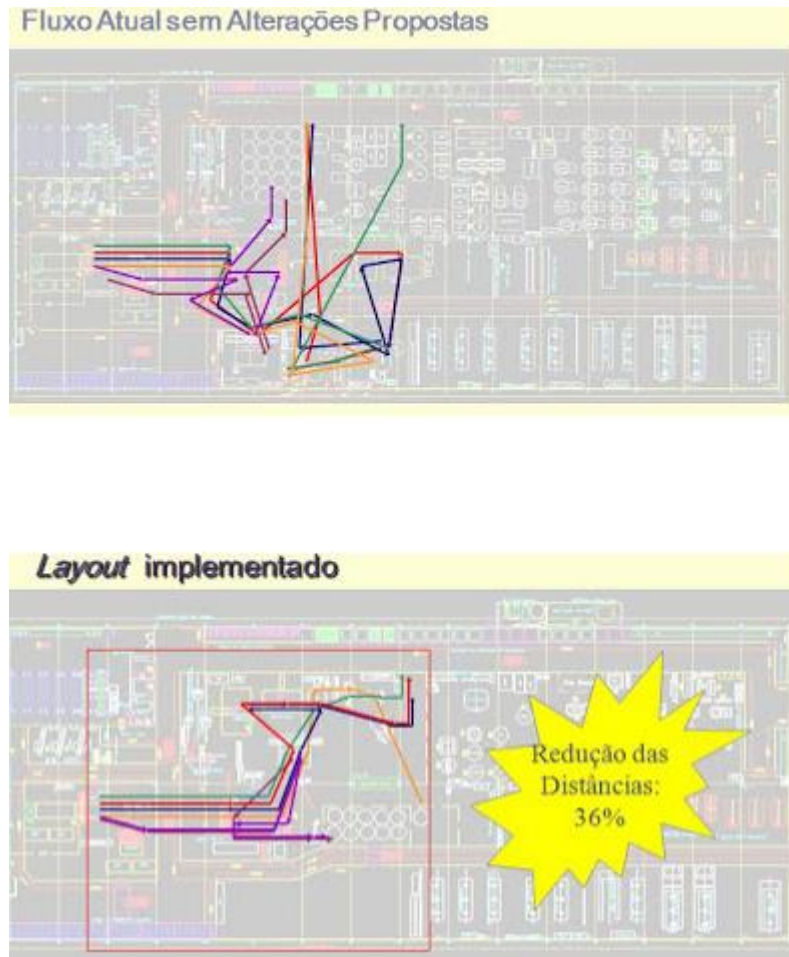
- Separar operações internas (remoção da matriz anterior e colocação da nova) e externas;
- Converter *setup* interno em externo (ferramentas necessárias devem estar próximas no momento das trocas);
- Padronizar a função dos elementos de *setup*;
- Aplicar fixadores funcionais nos equipamentos ou eliminar fixadores;
- Aplicar dispositivos intermediários para eliminar ajustes durante o *setup* interno;
- Adotar operações paralelas (mais pessoas envolvidas no processo de troca);
- Aperfeiçoar operações eliminando a necessidade de ajustes; e
- Mecanizar as operações.

2.2.4.7 Diagrama de espaguete

Benevides (2013), explica o termo espaguete, vindo do italiano "spaghetti" que tem origem em "*spago*", ou seja, barbante. Muito usado nos conceitos do STP, é uma ferramenta muito simples, que basicamente analisa a distância percorrida pelo operador, ou produto, através do *layout* industrial ou administrativo. Usando essa ferramenta é possível identificar algumas fontes de problemas e perdas nos processos produtivos. A Figura 15 apresenta um

exemplo de diagrama de espaguete no início de um projeto, demonstrando os percursos antes das melhorias.

Figura 15: Diagrama de Espaguete



Fonte: Produção (2013)

2.3 Produtividade

2.3.1 Conceito de Produtividade

Para Barnes (1977), a produtividade é o que mede o valor de um operador na visão de quem o emprega. O trabalho em geral é medido em termos de quantidade executada em uma unidade de tempo.

Para Chiavenato (2003, p. 58), “a produtividade pode ser definida como a produção de uma unidade produtora por unidade de tempo”.

Segundo Contador (2007) para entender o que é produtividade, é necessário conhecer alguns conceitos ligados à mesma:

- Produção: processo de obtenção daquilo que é objetivado pela empresa, o produto a ser fornecido pela empresa;
- Recursos produtivos: são os meios aplicados na produção: máquinas, equipamentos, matéria prima, entre outros;
- Medida de produção: é a quantidade de produto produzido em uma unidade de tempo.

Produtividade pode ser definida como a capacidade de produzir e pode ser medida pela relação dos resultados da produção e os recursos produtivos aplicados à mesma, ou seja, a quantidade de peças em uma hora de determinada máquina.

2.3.2 Níveis de Produtividade

Para Contador (2007), a produtividade pode ser medida em quatro níveis: operação, fábrica, empresa e nação. A produtividade da operação pode ser entendida como o trabalho executado pelo operador ou recurso produtivo, por exemplo, a quantidade de peças produzidas em uma máquina em uma hora. A produtividade da fábrica seria a relação entre o que foi produzido e o total de cada recurso empregado, por exemplo, pode-se citar que a indústria automotiva brasileira tem uma produtividade de 18 unidades por homem-ano. Esse tipo de medida também é aplicado para variáveis fora do setor produtivo como gestão de materiais, estoques, movimentação, entre outros. Um exemplo seria a quantidade de quilogramas de alumínio produzido por quilowatt-hora. A produtividade da empresa é a relação entre o faturamento e os custos respectivos, e a produtividade da nação é a renda *per capita*.

2.3.3 O aumento da produtividade

Cada dia mais as empresas, de qualquer ramo, buscam pelo aumento de produtividade, mas há a preocupação para que esse aumento seja de forma gradual, sem estresse e de forma eficiente.

A Equipe Convenia (2015), destaca fatores importantes para proporcionar o aumento de produtividade:

- Organização do trabalho: funcionários que conhecem seus objetivos e metas tendem a ser mais produtivos;

- Individualidade: cada trabalhador tem suas limitações e elas devem ser conhecidas pelos líderes, assim como o dia a dia de cada funcionário;
- Clima: a harmonia no ambiente de trabalho é imprescindível;
- Motivação: além das metas a serem cumpridas, os funcionários devem ter um incentivo, um "prêmio" pela conquista das metas;

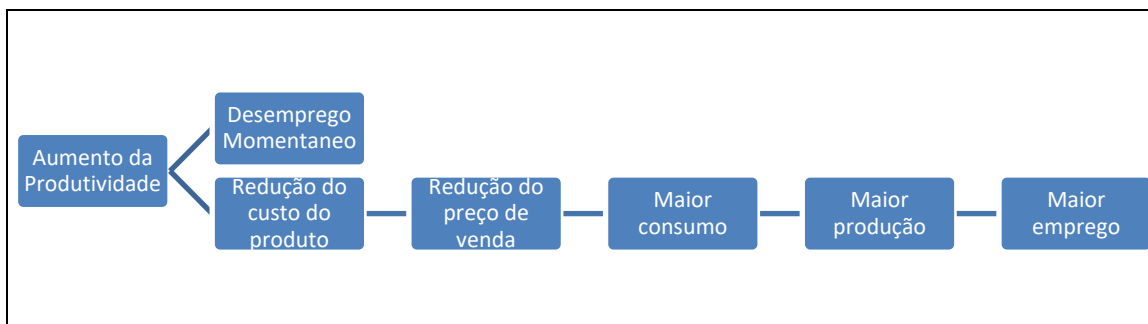
2.3.3.1 Vantagens do aumento da produtividade

O aumento da produtividade tem como vantagens a redução de custos, que consequentemente pode gerar redução de preços ao consumidor, aumentando a competitividade (CONTADOR, 2007).

O que mantém uma empresa competitiva é a margem de lucro que ela consegue manter. O lucro é intrínseco à produtividade, pois é proveniente da relação entre o valor do produto e o custo de produção, dessa forma, aumentar a produtividade significa reduzir os custos de produção e consequentemente elevar o lucro (JERONYMO, 2011).

No ocidente há um equívoco ligando o aumento da produtividade à queda na qualidade, o que na realidade é um conceito errado. De acordo com os estudos das técnicas japonesas, o empenho na qualidade propiciará aumento de produtividade. Há outra linha que diz que o aumento de produtividade aumenta o desemprego. Quando o aumento de produtividade está acompanhado de aumento de produção, numa economia em expansão, isso não acontece, pois, a empresa ou o mercado conseguem realocar aquele funcionário, conforme demonstra a Figura 16, na página 40. O que ocasiona demissões são as crises econômicas e não o aumento da produtividade (CONTADOR, 2007).

Figura 16: Ciclo da Produtividade



2.3.3.2 Eficiência

Para aumentar a produtividade há dois meios segundo Contador (2007), por capital e/ ou por trabalho, ou seja, por aumento, ou modernização de recursos produtivos, e/ ou por técnicas de estudo do trabalho, fazendo com que o operador trabalhe mais se fadigando menos, ou seja, com maior eficiência.

Para Chiavenato (2003), a eficiência é a correta aplicação dos recursos produtivos disponíveis e está voltada para a melhor maneira como as coisas devem ser executadas (método de trabalho) a fim de que os recursos sejam aproveitados de forma mais racional possível.

Para Contador (2007), a eficiência é a relação percentual entre a produção executada e a produção padrão (deveria ter sido realizada), ou entre o tempo padrão e o tempo consumido.

2.3.4 Condições de trabalho

Chiavenato (2003), conclui que a eficiência e a produtividade não dependem somente do método de trabalho, mas também de um conjunto de condições que venham garantir o bem-estar dos funcionários e reduzir a fadiga. Entende-se como melhorias nas condições de trabalho:

- Adequação dos postos de trabalho, de forma que todas as ferramentas estejam disponíveis de forma prática, para minimizar os esforços;
- Racionalização do fluxo da produção, através de um arranjo físico ideal;
- Prioridade no conforto do operador com luminárias ideais e redução de ruídos;
- Projetos de equipamentos que minimizem esforços inúteis como transportadores, contadores, esteiras, etc.

Tão importante quanto todas as ações descritas acima, é a necessidade de padronizar o trabalho realizado, ou seja, registrar de tal forma que qualquer operador entenda o que deve ser feito.

2.4 Indicadores de Atendimento ao cliente.

A mensuração do atendimento ao cliente é de extrema importância ao PPCP (Planejamento, Programação e Controle de Produção) de qualquer empresa, através do indicador de atendimento o trabalho executado demonstra o cumprimento ou não das metas estipuladas. Existem diversos tipos de indicadores de atendimento ao cliente, porém para o presente trabalho será apresentado o Indicador Seis Sigma.

2.4.1 Indicador Seis Sigma

Silva (2008) descreve a metodologia Seis Sigma, como sendo criada na década de 80 pela Motorola visando melhoras a qualidade de seus produtos, uma vez que estavam enfrentando perdas consideráveis por má qualidade. Trata-se de uma metodologia onde a estatística é o principal meio de apoio à tomada de decisões, objetiva alcançar o parâmetro seis sigmas, onde a taxa de erro chega a 3,4 por milhão, conhecido como partes por milhão (PPM). Para entender o indicador é necessário descrever os componentes:

- Sigma (σ): letra grega que designa o desvio padrão em uma distribuição;
- Desvio padrão: é a variação do processo, o quanto ele está se desviando da média;
- Nível Sigma: é o número de desvios padrão entre a média e o limite de especificação mais próximo.

Ainda Silva (2008), exemplifica o cálculo do PPM na equação 1.

$$\left(\frac{\text{Número de entregas em atraso}}{\text{Número total de entregas}} \right) \times 1.000.000 \quad (1)$$

A partir do valor encontrado na equação, é realizada a análise na Tabela 2.

Tabela 2 Tabela Seis Sigma

Nível Sigma	Defeitos por milhão
6 Sigma	3,4
5 Sigma	233
4 Sigma	6210
3 Sigma	66807
2 Sigma	308537
1 Sigma	690000

Fonte: Adaptado de Piva Junior (2010)

O nível sigma de número seis apresenta 3,4 falhas em um milhão, por isso é considerado como a perfeição. O processo geralmente se inicia com um nível sigma muito baixo, e vão se propondo as metas para alcançar os demais.

3. O ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi realizado em uma empresa situada na cidade de Pompéia, região centro oeste do Estado de São Paulo. Com 40 anos de existência, a empresa faz parte de um grande grupo de empresas de diferentes ramos de atuação, conta com mais de 700 funcionários divididos entre a empresa matriz, sua filial e mais duas unidades *in house*, ou seja, unidades alocadas dentro da planta de seus clientes. Uma das pioneiras no Brasil no ramo de polímeros iniciou suas atividades com o corpo do pulverizador costal e hoje está entre as maiores de seu ramo, atendendo montadoras de veículos leves e pesados, o setor agroquímico e agropecuário, a construção civil, logística e peças técnicas.

A empresa tem buscado aplicar o STP há aproximadamente 14 anos, nesse período foram implantadas várias ferramentas como o SMED (Single Minute Exchange of Die), o *Kanban*, o *Just in Time*, fornecendo kits de peças já montadas direto na linha do cliente. Algumas linhas trabalham com sistema de fluxo contínuo, eliminando desperdícios. Houve a tentativa de implantar o processo de Manutenção Autônoma, mas não se obteve sucesso.

Com clientes em todo o Brasil e no exterior a empresa tem várias certificações ISO (International Organization for Standardization) e prima pela excelência no atendimento e qualidade de seus produtos. O fundador do grupo sempre teve como principal meta, o bom atendimento aos seus clientes, desde o início sua marca registrada é a boa assistência dada ao cliente quando o produto apresenta problemas.

O segmento de peças técnicas tem diversos clientes na área automobilística, médica, agrícola, entre outros. Para o presente trabalho serão analisados os clientes da área agrícola. Esses clientes são chamados de empresas coligadas, pois todas são do mesmo grupo e geralmente nelas acontecem os maiores problemas relacionados à entrega. Essas empresas demandam juntas cerca de 150 pedidos diários de produtos diversos. Para atender tão alta demanda diária, a empresa conta com alguns estoques para atender o cliente a pronta entrega, porém os estoques altos não garantem um bom atendimento.

3.1 O objeto de estudo

Os produtos escolhidos para aplicação do STP foram o Fixador do Cilindro, e as Lâminas de lado direito e esquerdo.

O Fixador do Cilindro é fornecido à unidade do grupo responsável por pulverizadores costais. É um produto fundamental no processo de montagem, pois fixa o cilindro de pulverização ao depósito e auxilia no processo de bombeamento do defensivo, conforme é demonstrado pela Figura 17.

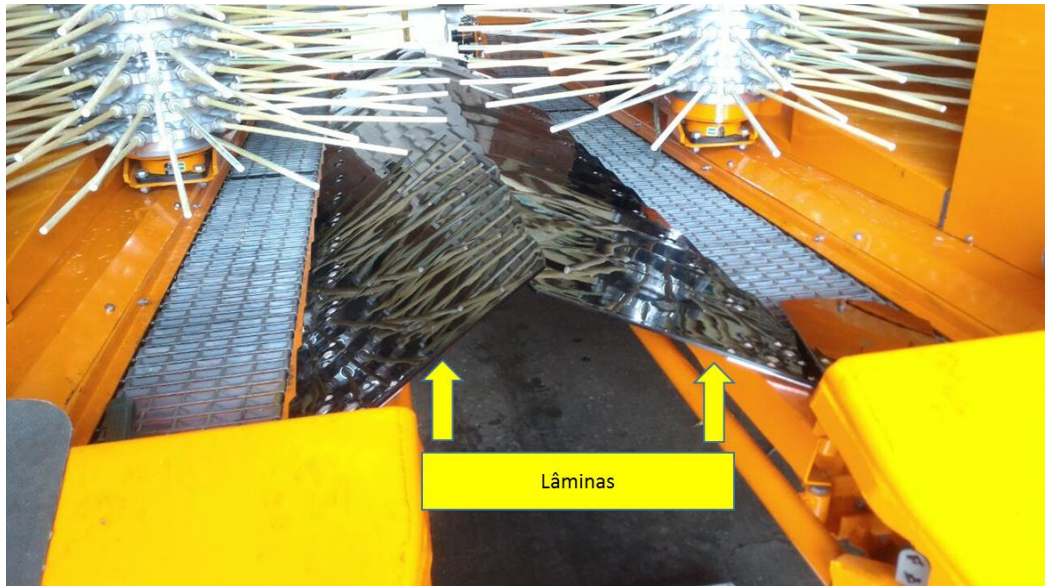
Figura 17: Aplicação do Fixador do Cilindro



Fonte: A empresa

As Lâminas Esquerdas e Direitas são fornecidas para a empresa responsável por máquinas agrícolas de grande porte sendo componentes da Colhedeira de café, e são responsáveis por direcionar os grãos de café às esteiras transportadoras, por isso a sazonalidade do processo, conforme fica demonstrado na Figura 18 na página 45.

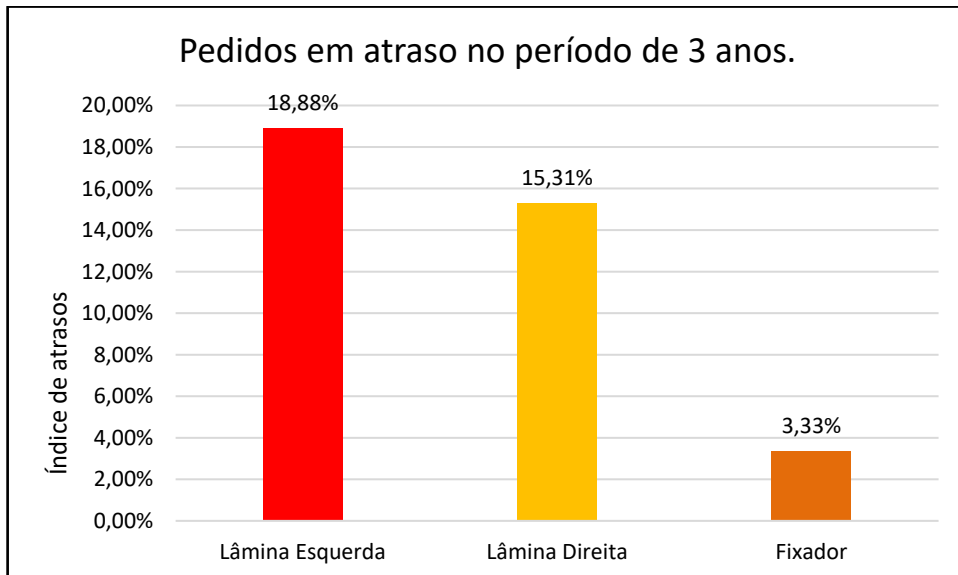
Figura 18: Aplicação das Lâminas Direita e Esquerda



Fonte: O autor

No período de três anos, esses produtos apresentaram grandes atrasos nas entregas como está apresentado no Gráfico 1.

Gráfico 1: Índice de pedidos entregues em atraso



Fonte: o próprio autor

3.1.1 O Fixador do Cilindro

O Fixador do Cilindro, apresentado na Figura 19, tem uma demanda mensal aproximadamente 70 mil peças, sendo fornecido durante todo o ano.

Figura 19: Fixador do cilindro



Fonte: O próprio autor

O Fixador é um produto montado, que utiliza seis componentes, conforme demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3: Lista de materiais do Fixador

Produto	Matéria Prima	Fonte de Suprimento
Fixador	Poliamida	Injetado na empresa
Porta Esfera	Poliamida	Injetado na empresa
Esfera	Poliacetal	Externo
Anel	Borracha	Externo
Vedação	Borracha	Externo
Parafuso	Aço	Externo

Fonte: O próprio autor

Por se tratar de um produto de alta demanda é necessário manter estoques de todos os componentes e também do produto acabado, a falta de qualquer um deles ocasiona parada da montagem. O estoque mantido para abastecer a montagem e entrega deste produto gira em torno

de 87 mil reais, conforme apresenta a Tabela 4. Para armazenar todo esse estoque são necessárias em média de 90 caixas retornáveis.

Tabela 4: Valor de Estoque Fixador do Cilindro

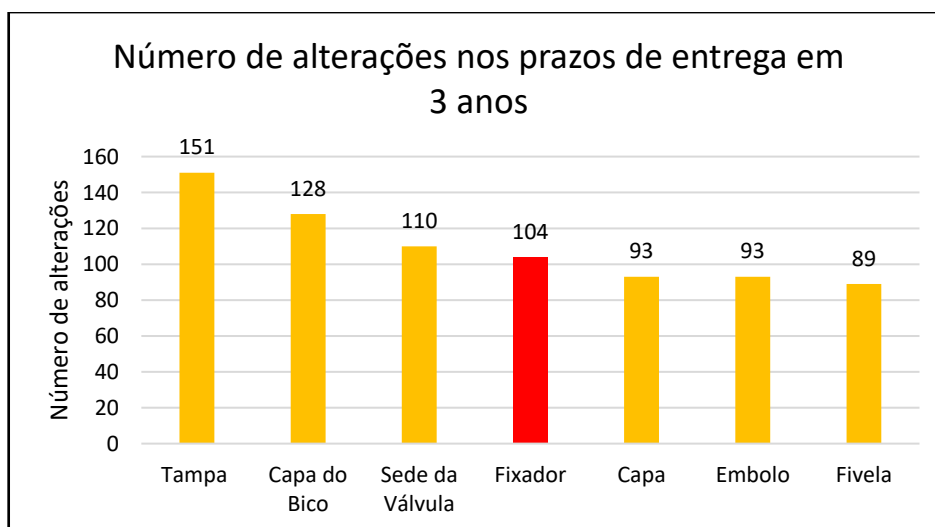
Produto	Estoque	Valor unitário	Valor de Estoque
Fixador do Cilindro	4.486	R\$ 2,16	R\$ 9.703,22
Fixador	33.123	R\$ 0,93	R\$ 30.804,39
Porta Esfera	34.008	R\$ 0,42	R\$ 14.283,36
Esfera	35.641	R\$ 0,25	R\$ 8.910,25
Anel	39.200	R\$ 0,03	R\$ 1.176,00
Vedação	61.031	R\$ 0,37	R\$ 22.581,47
Total			R\$ 87.458,69

Fonte: O próprio autor

Por se tratar de empresas coligadas há uma grande parceria entre elas, tornando as negociações de prazo uma prática constante, por isso há um número considerável de alterações nas datas de entregas dos pedidos.

O Fixador do Cilindro foi o quarto item mais negociado no período de três anos, como apresenta o Gráfico 2. Os itens mais alterados que o Fixador do Cilindro, receberam outro tipo de tratativa que não cabe mencionar no trabalho.

Gráfico 2: Número de alterações nos prazos de entrega em 3 anos



Fonte: o próprio autor

Quando as negociações não são possíveis, devido ao risco de parada de linha de montagem, o pedido fica em atraso e passa a ser pontuado no Indicador Seis Sigma. Conforme foi visto no Gráfico 1, o Fixador foi pontuado no indicador Seis Sigma 3,33% do total entregue em três anos de análise.

3.1.2 *Lâminas Direita e Esquerda*

As Lâminas Direita e Esquerda, demonstradas na Figura 20, tem demanda mensal de aproximadamente 2500 peças, sendo que 600 peças são destinadas à montagem e o restante para o setor de reposição, seu fornecimento acontece no período de outubro a maio.

Figura 20: Lâmina Completa



Fonte: O próprio autor

As Lâminas são entregues montadas com três componentes, conforme demonstrado na tabela 5.

Tabela 5: Lista de materiais das Lâminas

Produto	Matéria Prima	Fonte de Suprimento
Corpo da Lâmina Esquerdo	Policarbonato	Injetado na empresa
Alma da Lâmina Esquerda	Aço	Externo
Rebite	Aço	Externo

Fonte: O próprio autor

Os processos de produção das Lâminas incluem a injeção do corpo da lâmina e na sequência seguem, juntamente com os componentes comprados, para uma empresa terceira. O tempo de produção e entrega deste terceiro é de 15 dias, isso acarreta altos estoques de produto acabado e componentes, conforme demonstrado na Tabela 6.

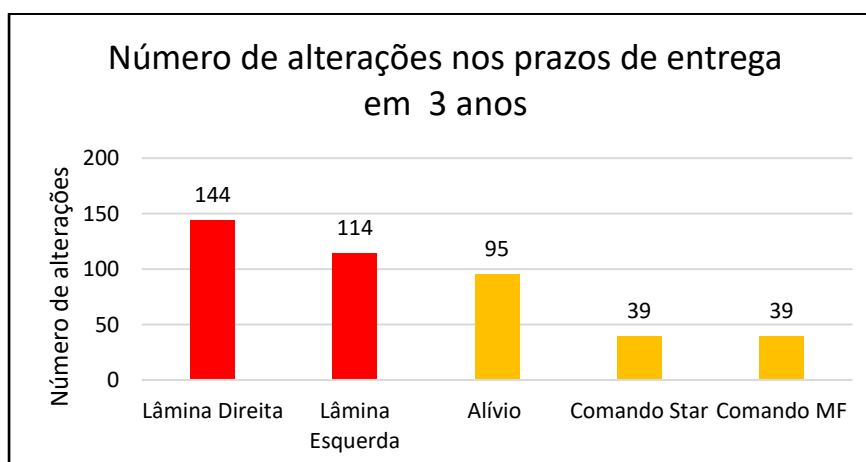
Tabela 6: Estoques de Lâminas e componentes

Produto	Estoque	Valor unitário	Valor de Estoque
Lâmina Esquerda	179	R\$ 61,89	R\$ 11.078,31
Lâmina Direita	122	R\$ 61,89	R\$ 7.550,58
Alma da Lâmina Esquerda	150	R\$ 8,25	R\$ 1.237,50
Alma da Lâmina Direita	188	R\$ 8,25	R\$ 1.551,00
Rebite antigo	3.240	R\$ 0,05	R\$ 162,00
Rebite Novo	0	R\$ -	R\$ -
Corpo da Lâmina Esquerdo	598	R\$ 20,47	R\$ 12.241,06
Corpo da Lâmina Direito	150	R\$ 20,25	R\$ 3.037,50
Total			R\$ 36.857,95

Fonte: o próprio autor

Assim como o Fixador, as Lâminas tiveram ao longo de três anos, várias negociações de prazos, conforme pode ser visto no Gráfico 3, sendo o item com maior número de alterações, devido ao longo tempo de processamento e sazonalidade do produto.

Gráfico 3: Número de alterações nos prazos de entrega em 3 anos



Fonte: o próprio autor

Apesar de serem clientes diferentes, ambos aplicam o Indicador Seis Sigma para acompanhamento das entregas. Quando as negociações não são possíveis, devido risco de parada de linha de montagem, o pedido fica em atraso e passa a ser pontuado. Conforme foi visto no Gráfico 1, as Lâminas Esquerda e Direita foram pontuadas no indicador Seis Sigma em 18,88% e 15,31% respectivamente, do total entregue em três anos de análise.

3.2 Desenvolvimento do Trabalho

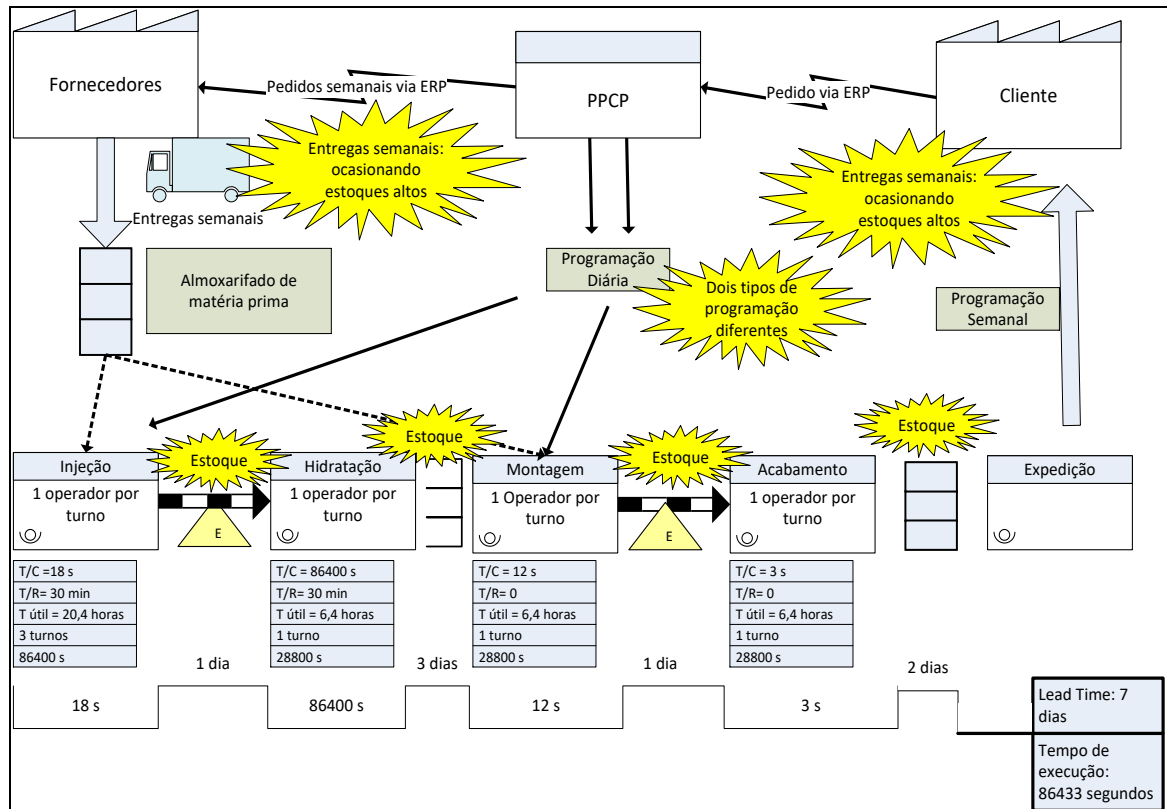
Para o desenvolvimento do trabalho foi criado um grupo *Kaizen* reunindo dois gestores da área produtiva e dois analistas de PPCP, para discutir as melhorias que poderiam ser realizadas nos produtos e processos.

3.2.1 Fixador do Cilindro

Para entender a causa de desperdícios no processo, foi elaborado o VSM do Fixador do Cilindro, conforme a Figura 21, onde foram constatados dois tipos de programação da produção, dois estoques de espera, além dos depósitos de componentes e de produtos acabados.

Os depósitos de componentes precisam de cobertura de três dias, pois as ordens de produção emitidas pelo PPCP (Planejamento, Programação e Controle da Produção) são liberadas mediante saldo no sistema e existe um processo de logística de separação de componentes que trabalha com dois dias de antecedência. O depósito de expedição trabalha com dois dias, devido ao processo de armazenamento do produto nos endereços e separação por código de barras. Dessa forma o processo na sua forma atual necessita de um tempo de entrega de 7 dias úteis.

Figura 21: Mapeamento de fluxo de valor do Fixador do Cilindro



Fonte: O próprio autor

A produção diária do Fixador do Cilindro é de aproximadamente 2800 unidades, considerando três operadores trabalhando por oito horas, sendo dois para montagem e um para acabamento. A necessidade do cliente é de 3500 a 4200 unidades por dia, dependendo da quantidade de pedidos de reposição. Para conseguir atender essa demanda são necessários três operadores de montagem e um para acabamento.

Ainda como ferramenta de análise foi elaborada o diagrama de espagete do processo, conforme apresenta a Figura 22, para mensurar as perdas de movimentação do produto, por essa ferramenta constatou-se a movimentação de 341 metros desde a injeção até a expedição do produto.

Figura 22: Diagrama de Espaguete do estado atual



Fonte: O próprio autor

Após análise do VSM e Diagrama de Espaguete, o grupo iniciou o desenvolvimento do trabalho aplicando a ferramenta de fluxo contínuo, ou seja, colocar o processo de montagem logo após a injeção do componente fixador.

O PPCP emite a ordem de produção com o código do produto acabado (Fixador do Cilindro), para a máquina de injeção com dois dias de antecedência, devido ao prazo acordado entre produção e PPCP.

O operador responsável realiza um pré-setup, aplicando técnicas do SMED, deixando tudo que é necessário, molde, dispositivo de montagem, além das caixas e componentes de montagem para as primeiras duas horas de produção, próximos à máquina injetora, além das ferramentas necessárias para realização do *setup*.

O sistema de rota do almoxarifado abastece a máquina a cada duas horas, para que não falte componentes e matéria prima para produção, usando a ferramenta JIT, ou seja, a produção só recebe o material necessário no momento da aplicação.

A máquina injetora conta com um robô que faz a inserção dos parafusos no molde, e depois das peças serem injetadas, o mesmo robô retira-as do molde e as coloca sobre uma esteira. A Figura 23 apresenta o produto quando sai do molde.

Figura 23: Fixador saindo do processo de injeção



Fonte: o próprio autor

O operador retira a peça da esteira, inspeciona visualmente e coloca-a no dispositivo de montagem adicionando os demais componentes e acionando a parafusadeira pneumática para montagem do Fixador do Cilindro, conforme a Figura 24.

Figura 24: Processo de Montagem do Fixador

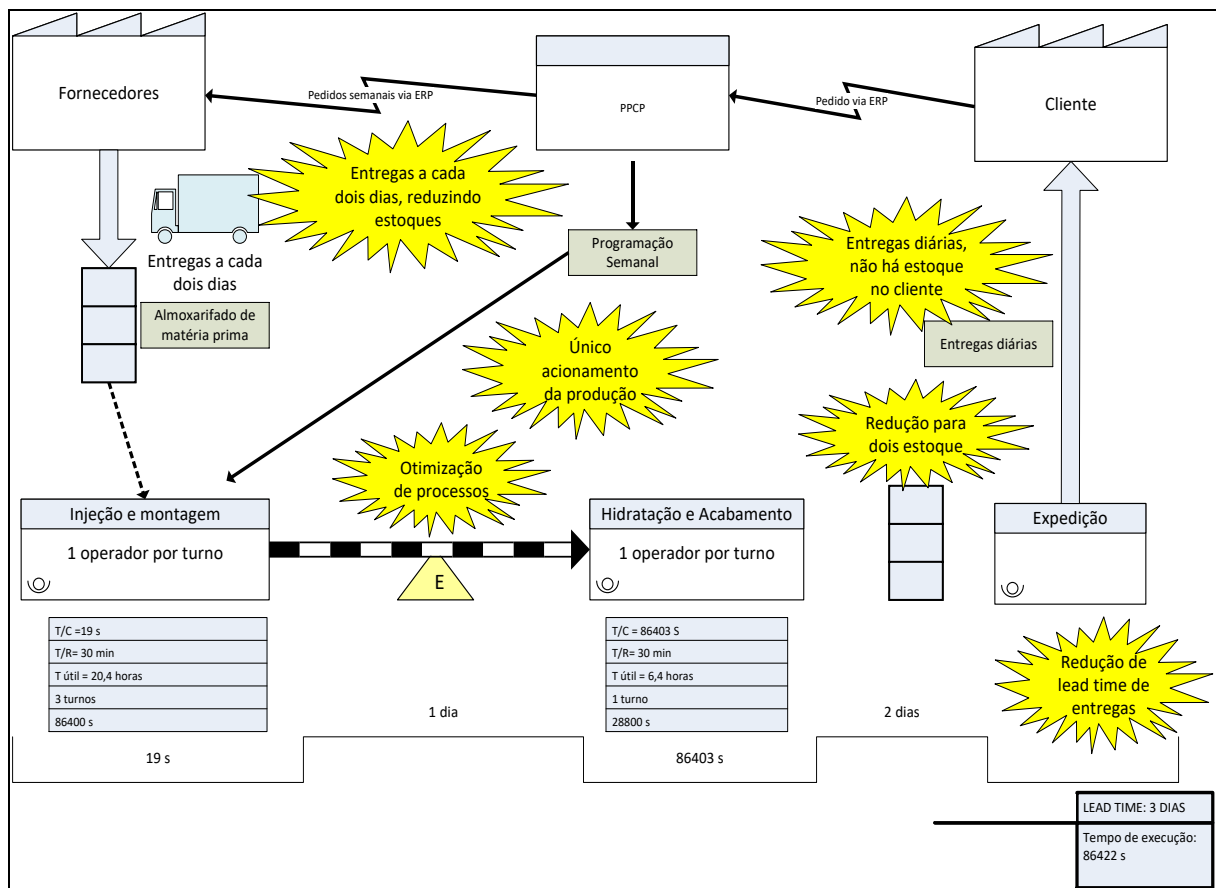


Fonte: O próprio autor

As peças prontas são acondicionadas em embalagens retornáveis para 350 unidades. São montados paletes com a produção de um dia, ou seja, 12 caixas, e em seguida seguem para o processo de hidratação, onde ficam imersas em um recipiente com água em temperatura

ambiente por 24 horas. Após esse período, as peças são retiradas da imersão e inspecionadas a fim de verificar se não há nenhuma não conformidade. Todo esse processo está descrito no VSM da Figura 25.

Figura 25: Mapeamento do processo atual do Fixador



Fonte: o próprio autor

3.2.2 Lâminas Direita e Esquerda

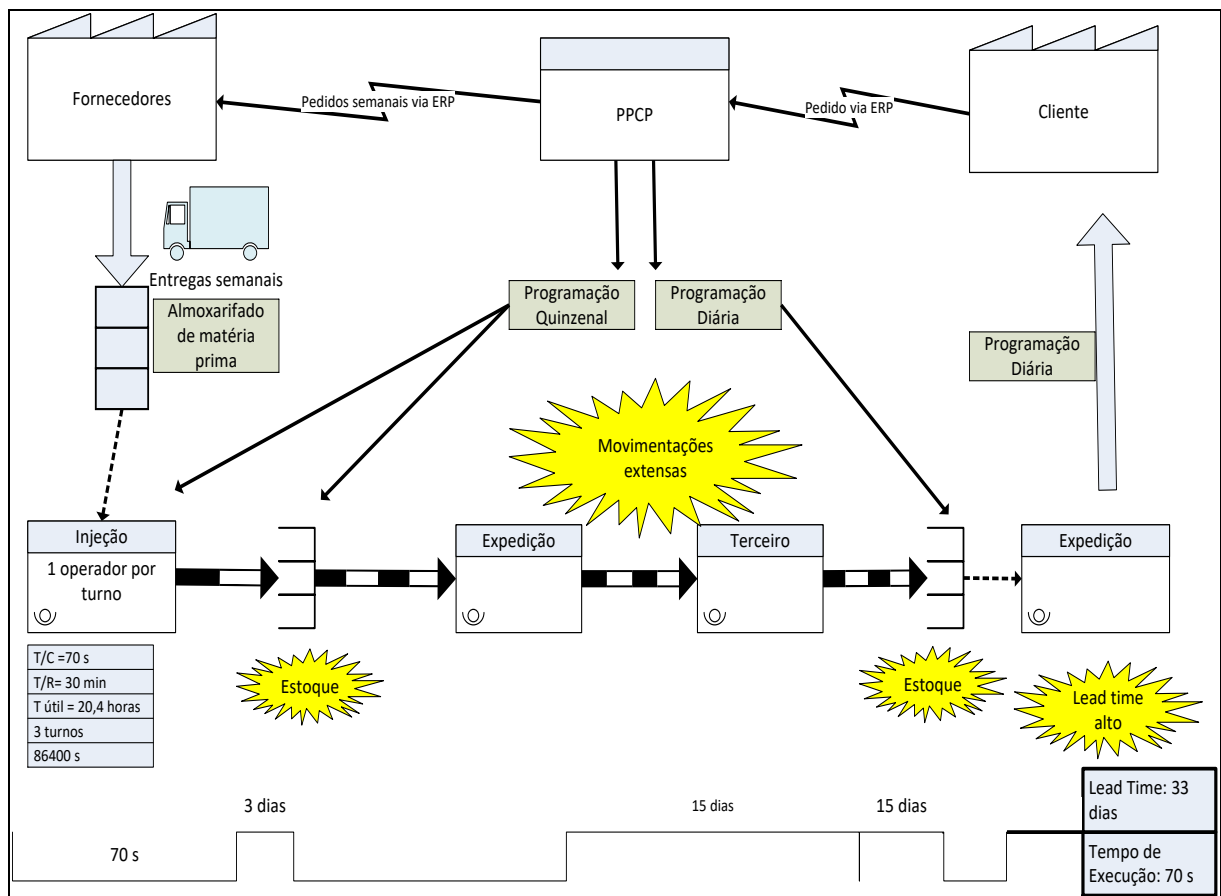
O grupo elaborou um VSM para o processo das Lâminas, representado na Figura 26, na página 55, onde foi possível observar que há necessidade de injetar uma grande quantidade de Corpo da Lâmina e acionar a compra de componentes para que estejam disponíveis em momentos iguais para envio ao terceiro.

O PPCP aciona uma requisição de terceirização emitindo um formulário para o almoxarifado selecionar e embalar todos os materiais necessários. Após a separação e embalagem, o almoxarifado envia para a expedição. No dia seguinte o material segue para a empresa encarregada de realizar a montagem. Na empresa terceira os materiais são montados e

o excesso de rebite é lixado para que não sobre ponta de material que interfira na posterior montagem. Após 15 dias, o material montado volta à empresa e fica em estoque no almoxarifado para ser entregue de acordo com a necessidade do cliente.

No processo atual, o rebite selecionado é maior do que a cavidade em que ele é montado, por isso a necessidade de lixar o rebite.

Figura 26: Mapeamento do processo das Lâminas Completas



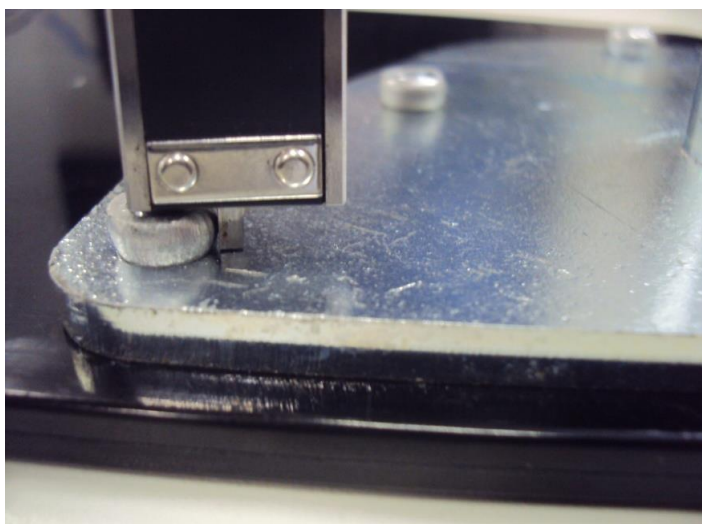
Fonte: o próprio autor

O primeiro passo do grupo no que diz respeito às Laminas foi o estudo da troca do rebite aplicado para um de tamanho menor, assim o processo de lixar seria eliminado. Para essa alteração seria necessária à produção de um lote teste para aprovação do cliente tanto na montagem como em campo, com o intuito de analisar se a alteração não impactaria no funcionamento do produto final.

Os testes foram bem-sucedidos e o cliente aprovou a troca de rebites, permitindo assim a sequência do projeto, que consiste em eliminar o processo de terceirização e montar o material

no ciclo de injeção do Corpo da Lâmina, aplicando assim as ferramentas de fluxo contínuo e SMED. Na Figura 26 fica demonstrado a Lâmina montada com o novo rebite.

Figura 27: Lâmina montada com novo rebite



Fonte: A empresa

Após análise do VSM, o grupo iniciou o desenvolvimento do trabalho aplicando a ferramenta de fluxo contínuo, ou seja, colocar o processo de montagem logo após a injeção do corpo da lâmina.

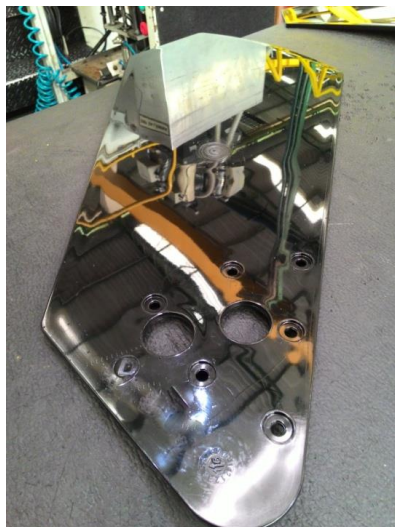
O PPCP emite a ordem de produção com o código do produto acabado (Lâmina Direita ou Esquerda), para a máquina de injeção com dois dias de antecedência aplicando o Heijunka para nivelamento da produção. Nesse novo processo o produto é produzido semanalmente, acompanhando a demanda do cliente.

O operador responsável realiza um *pré-setup*, aplicando técnicas do SMED, deixando tudo que é necessário, molde, dispositivo de montagem, além das caixas e componentes de montagem para as primeiras duas horas de produção, próximos à máquina injetora, além das ferramentas necessárias para realização do *setup*.

O sistema de rota do almoxarifado abastece a máquina a cada duas horas, para que não falte componentes e matéria prima para produção, usando a ferramenta JIT, ou seja, a produção só recebe o material necessário no momento da aplicação.

A máquina injetora conta com um robô que retira as peças do molde após a injeção e as coloca sobre uma esteira. A Figura 28 apresenta o produto quando sai do molde.

Figura 28: Corpo da Lâmina Injetado



Fonte: O próprio autor

Após a injeção o Corpo da Lâmina passa por um dispositivo para eliminação do canal de injeção, conforme a Figura 29.

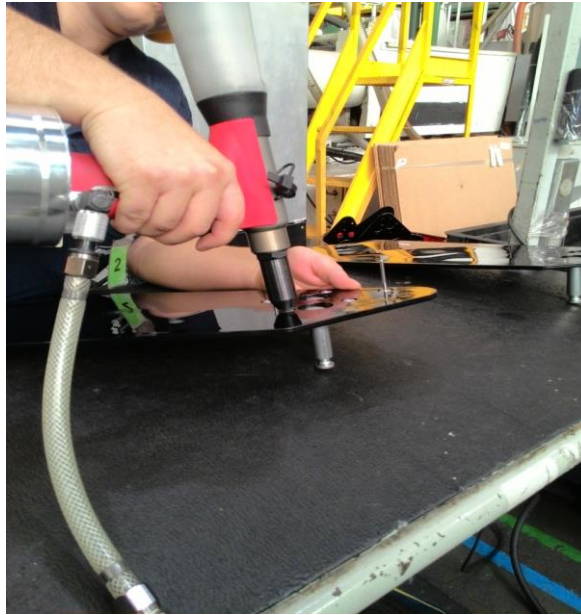
Figura 29: Dispositivo de Corte de Canal



Fonte: o próprio autor

Após a eliminação do canal, o corpo recebe os demais componentes, sendo montado com ajuda de uma rebiteadeira pneumática, conforme a Figura 30.

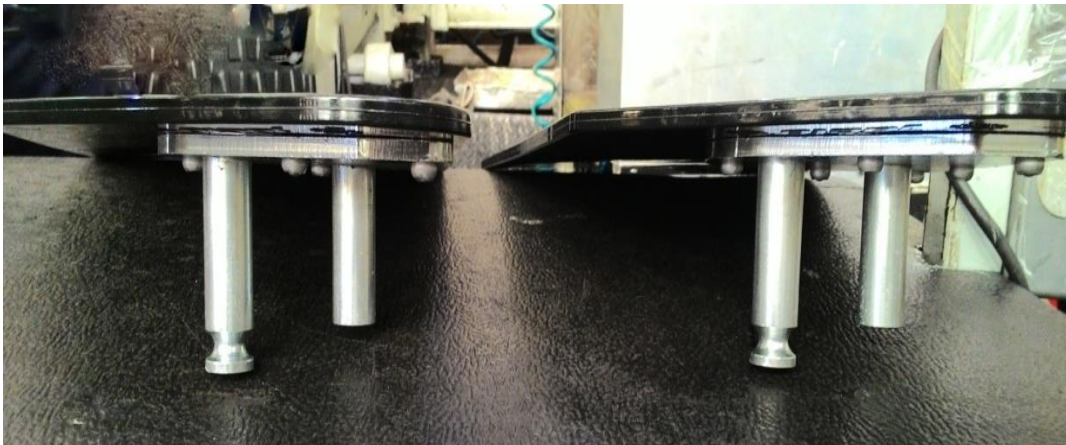
Figura 30: Montagem da Lâmina Completa



Fonte: o próprio autor

Com esse trabalho as peças já saem prontas da máquina injetora e seguem direto para a expedição. A Figura 31 mostra as Lâminas já montadas.

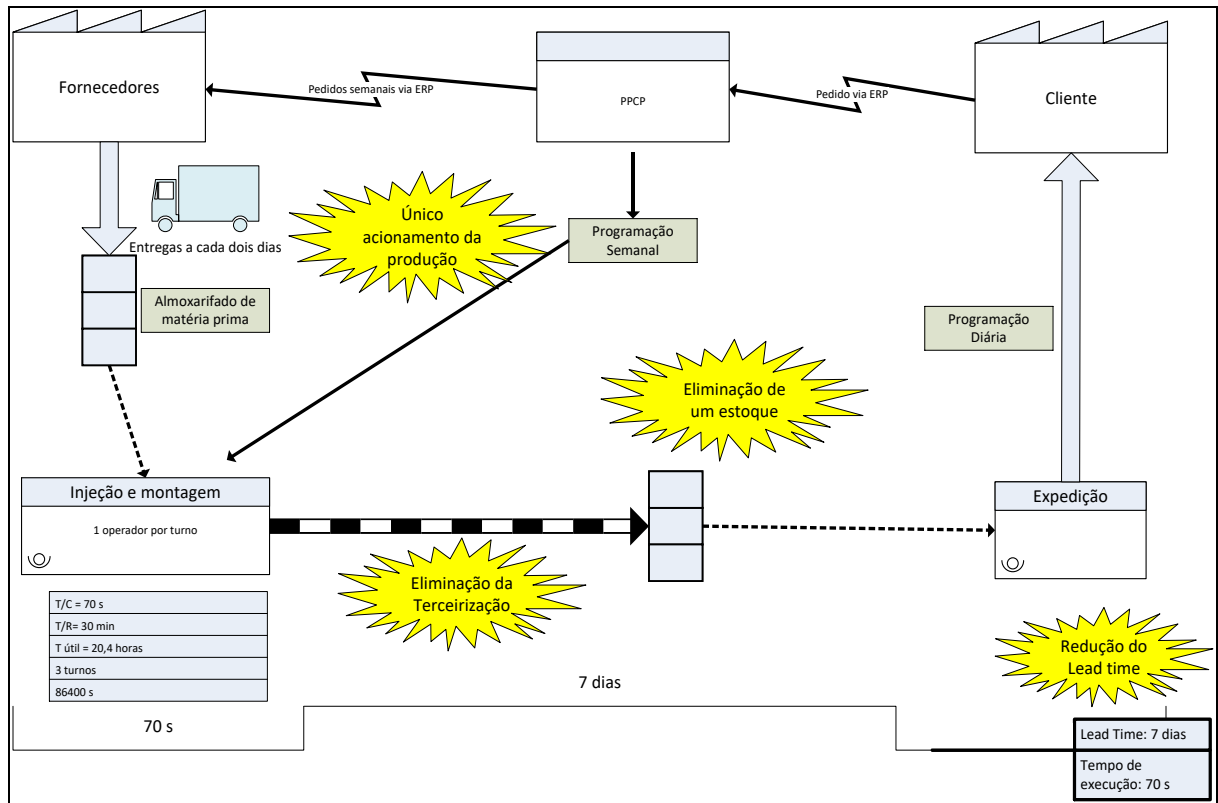
Figura 31: Lâmina completa montada



Fonte: o próprio autor

O VSM exibido na Figura 32 demonstra o fluxo atual do processo das Lâminas.

Figura 32: Mapeamento de Fluxo atual Lâminas



Fonte: O próprio autor

4. RESULTADOS

O Trabalho implantado apresentou resultados muito significativos, comprovando a eficácia do STP.

4.1 Fixador do cilindro

O projeto do Fixador do Cilindro foi implantado em novembro de 2014 e desde então apresentou como resultados, reduções, no número de operadores, no lead time de produção, no número de estoques intermediários, número de embalagens e na produção diária, conforme apresentados na Tabela 7.

Tabela 7: Melhorias no processo do Fixador.

Fixador	Antigo	Atual
Número de Operadores	7	4
Lead time de produção	7	3
Número de Estoques	4	2
Número de embalagens no processo	90	40
Produção diária	2800	4710

Fonte: o próprio autor

A produtividade desse produto passou de 1400 unidades por operador em um turno de trabalho para 1570 unidades por operador em um turno. Como a máquina injetora já trabalhava em regime de três turnos de oito horas, a produção diária passou para 4710 unidades, com três operadores. O processo de hidratação e acabamento também foi otimizado, ficando um operador responsável pelas duas operações. Os demais operadores foram remanejados para outras áreas da empresa.

Em relação aos estoques, o trabalho apresentou resultados ótimos, com redução em todos os componentes, conforme representado na Tabela 8. O Fixador do Cilindro apresentou aumento de estoque, o que realmente era esperado, pois antes do projeto não era possível fazer o estoque mínimo necessário para o trabalho da expedição, que é de aproximadamente 7000 unidades, dois dias de demanda do cliente. O componente Fixador deixou de ter estoques, pois o processo de montagem acontece em seu ciclo de injeção, sendo assim seu estoque passou a ser zero.

Tabela 8: Redução de Estoque do Fixador

Produto	Estoque Inicial	Estoque Final	Valor de estoque inicial	Valor de estoque final	Varição em R\$	Varição (%)
Fixador do Cilindro	4.486	7.350	R\$ 9.703,22	R\$ 13.891,50	R\$ 4.188,28	43%
Fixador	33.123	0	R\$ 30.804,39	R\$ -	-R\$ 30.804,39	-100%
Porta Esfera	34.008	17.500	R\$ 14.283,36	R\$ 4.375,00	-R\$ 9.908,36	-69%
Esfera	35.641	17.500	R\$ 8.910,25	R\$ 4.725,00	-R\$ 4.185,25	-47%
Anel	39.200	17.500	R\$ 1.176,00	R\$ 525,00	-R\$ 651,00	-55%
Vedação	61.031	17.500	R\$ 22.581,47	R\$ 2.625,00	-R\$ 19.956,47	-88%
Total			R\$ 87.458,69	R\$ 26.141,50	-R\$ 61.317,19	-70%

Fonte: O próprio autor

Por se tratar de empresas coligadas, não pode haver repasse de lucros entre as mesmas, por isso, tudo é repassado a custo. Com o trabalho implantado houve redução de 12,5% no custo do produto, passando de R\$ 2,16 para R\$ 1,89 por peça, exposto na Tabela 9.

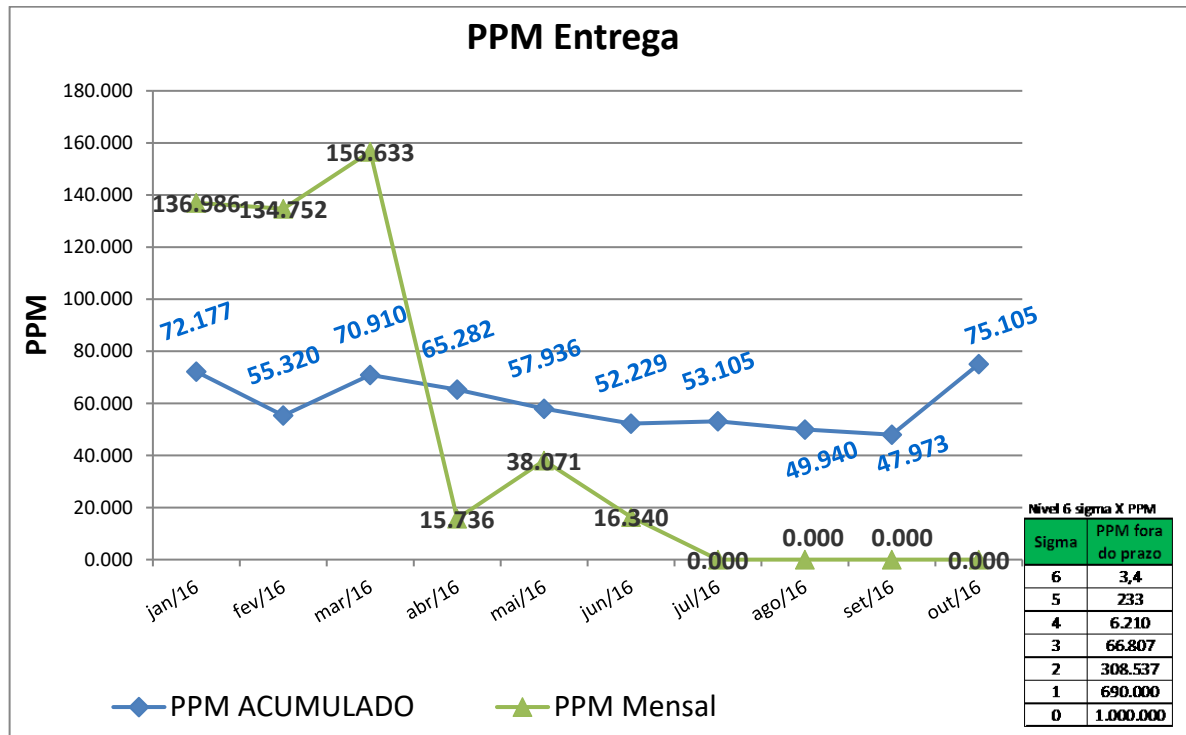
Tabela 9: Custo de Produção do Fixador

Produto	Custo unitário inicial	Custo unitário final	Varição em R\$	Varição (%)
Fixador do Cilindro	R\$ 2,16	R\$ 1,89	-R\$ 0,27	-12,50%

Fonte: O próprio autor

O atendimento ao cliente apresentou desempenho excepcional, atingindo 100% de entregas realizadas no prazo, conforme Indicador Seis Sigma representado na Figura 33 e conseguindo a confiança de trabalhar com entregas diárias, ou seja, o cliente já não mantém estoques em seu depósito, passando a trabalhar em sistema JIT.

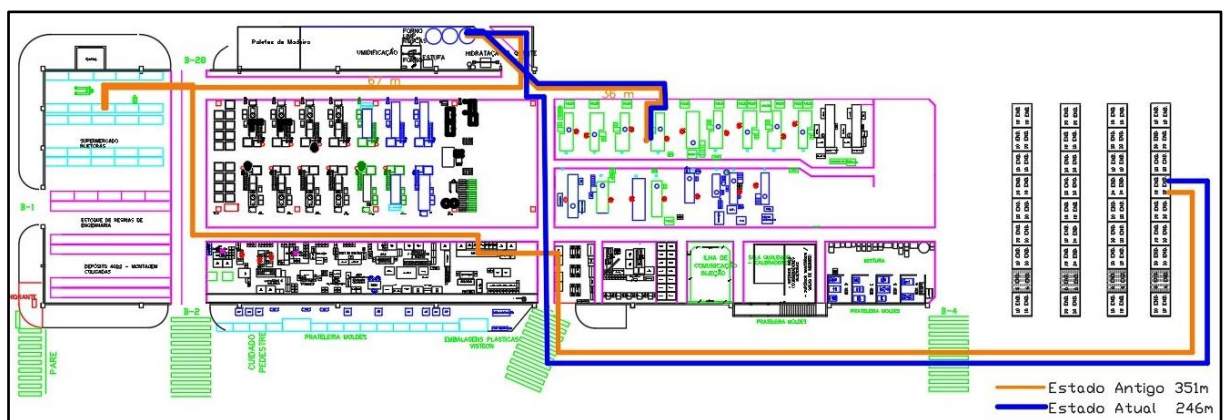
Figura 33: Indicador de pontualidade de entrega



Fonte: A empresa

Além dos resultados acima, foi elaborado um novo diagrama de espaguete para verificar possível redução em movimentação. Com o novo processo, a movimentação do Fixador passou de 351 metros para 246 metros, conforme demonstrado na Figura 34.

Figura 34: Diagrama de espaguete



Fonte: o próprio autor

4.2 Lâminas Direita e Esquerda

O trabalho desenvolvido nas Lâminas, implantado em fevereiro de 2016 apresenta resultados como os descritos na Tabela 10, onde se verifica a redução do lead time de produção e quantidade de estoques intermediários e número de embalagens no processo.

Tabela 10: Melhorias no processo das Lâminas

Lâminas	Antigo	Atual
Número de Operadores	1	1
Lead time de produção	33	7
Número de Estoques	4	1
Número de embalagens no processo	22	2

Fonte: o próprio autor

Com as medidas adotadas do SMED, esse produto é produzido semanalmente, para isso, a programação é sempre acionada respeitando o último produto que entrou em máquina, ou seja, se a última produção foi do lado direito, a próxima produção será o lado direito e vice-versa, com isso houve redução de aproximadamente meia hora no tempo de *setup*, pois o molde é o mesmo para os dois produtos, fazendo somente troca de posição. A produção hoje é nivelada de acordo com o Heijunka, produzindo a média de 150 unidades semanais. Os pedidos de reposição são produzidos de acordo com a solicitação do cliente e respeitando a programação que está sendo realizada no momento.

A eficiência do trabalho pode ser evidenciada na redução da quantidade e de valores em reais dos estoques de componentes, e do produto final, conforme a Tabela 11. Da mesma maneira que o Fixador do Cilindro apresentou variação aumento de estoque, a Lâmina Direita também, pois seu estoque no tempo de análise estava abaixo do que era necessário para a semana corrente. Os itens corpo da lâmina direitos e esquerdos, assim como os fixadores não têm mais estoques devido ao processo de montagem após seu processo de injeção.

Tabela 11: Valores de Estoque Lâminas

Produto	Estoque Inicial	Estoque Final	Valor de estoque inicial	Valor de estoque final	Variação em R\$	Variação (%)
Lâmina Esquerda	179	150	R\$ 11.078,31	R\$ 8.770,50	-R\$ 2.307,81	-21%
Lâmina Direita	122	150	R\$ 7.550,58	R\$ 8.770,50	R\$ 1.219,92	16%
Alma Direita	300	150	R\$ 2.475,00	R\$ 1.237,50	-R\$ 1.237,50	-50%
Alma Esquerda	300	150	R\$ 2.475,00	R\$ 1.237,50	-R\$ 1.237,50	-50%
Rebite antigo	3240	0	R\$ 162,00	R\$ -	-R\$ 162,00	-100%
Rebite atual	0	1800	R\$ -	R\$ 108,00	R\$ 108,00	
Corpo da Lâmina						
Esquerdo	300	0	R\$ 6.141,00	R\$ -	-R\$ 6.141,00	-100%
Corpo da Lâmina						
Direito	300	0	R\$ 6.075,00	R\$ -	-R\$ 6.075,00	-100%
Total			R\$ 36.857,95	R\$ 20.013,90	-R\$ 16.844,05	-46%

Fonte: o próprio autor

O custo do produto também apresentou redução de 6%, passando de R\$ 61,89 para R\$ 58,47 por peça, conforme exposto na Tabela 12.

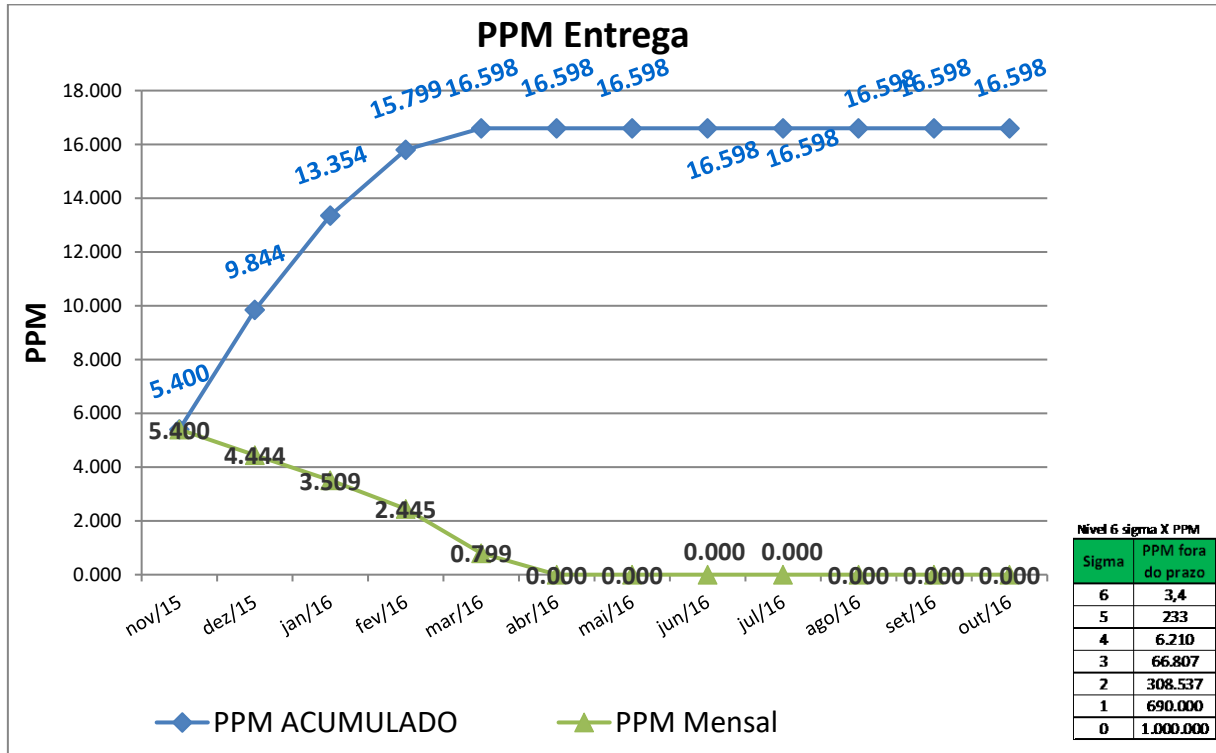
Tabela 12: Custo de produção Lâminas

Produto	Custo unitário inicial	Custo unitário final	Variação em R\$	Variação (%)
Lâmina Esquerda	R\$ 61,89	R\$ 58,47	-R\$ 3,42	-6%
Lâmina Direita	R\$ 61,89	R\$ 58,47	-R\$ 3,42	-6%

Fonte: o próprio autor

O atendimento ao cliente apresentou desempenho excepcional, atingindo 100% de entregas realizadas no prazo de acordo com o Indicador Seis Sigma, demonstrado na Figura 35, na página 65.

Figura 35: Indicador de pontualidade de entrega



Fonte: A empresa

5. CONCLUSÃO

Com a globalização e a acirrada competitividade, as empresas precisam buscar ferramentas que otimizem seus processos, aumentando a produtividade e reduzindo custos, tudo sem reduzir a qualidade de seus produtos. O Sistema Toyota proporciona ferramentas muito eficazes, porém no Brasil esse processo é novo e ainda é necessário muito conhecimento sobre o assunto. Cabe à Engenharia de Produção a disseminação destes conceitos com treinamentos adequados, normas e regras de fácil entendimento e funcionalidade.

Por meio do trabalho desenvolvido verificou-se que é possível aplicar as ferramentas do STP sem investimentos, conseguindo reduzir custos, estoques e ainda melhorar o desempenho perante os clientes. Há pontos fortes já comprovados no STP, como a redução de estoques, redução de custos de produção, armazenagem e não qualidade, assim como o aumento da produtividade, responsabilidade pessoal e qualidade dos produtos entregues ao cliente.

Como todos os tipos de administração, existem os pontos fracos. No STP, o processo de produção precisa ser muito robusto para absorver falhas, ou seja, a empresa necessita que sua equipe de manutenção seja ágil e eficiente. É de extrema importância que seus colaboradores sejam responsáveis e comprometidos e que toda equipe esteja realmente engajada em fazer o processo acontecer. Qualquer falha dos tipos mencionados pode prejudicar o cliente, pois com estoques tão enxutos, o tempo de resposta pode ser demorado.

Os líderes responsáveis pela implantação do STP devem adquirir a filosofia em suas vidas e trabalhar as pessoas, evidenciando a cada dia a importância do trabalho que elas estão realizando. Uma das maiores causas de desistência do STP é a desmotivação dos operadores do sistema, que se sentindo abandonados por seus líderes, não veem motivos para continuar o projeto.

O trabalho não pode parar somente nos resultados que foram apresentados, mas deve continuar diariamente, com análises, aplicação de outras ferramentas, como a manutenção autônoma, por exemplo, e principalmente avaliar outras linhas onde as ferramentas podem ser aplicadas. Como foi apresentado no trabalho, são entregues pelo menos 150 produtos diferentes por dia, e com certeza, existem vários trabalhos a serem desenvolvidos.

REFERÊNCIAS

- ABIPLAST. **Processos de transformação para materiais polímeros**. Disponível em: <http://file.abiplast.org.br/download/links/links_2014/apresentacao_sobre_transformacao_vf.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2016
- AGUIAR, Giancarlo de França; PEINADO, Jurandir. **Compreendendo o Kanban: Um ensino interativo ilustrado**. 2007.
Disponível em: <http://www.up.edu.br/davinci/4/08_compreendendo_o_Kanban_um_ensino_interativo_ilustrado.pdf>. Acesso em: 02 maio 2016.
- BARNES, Rauph Mosser. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. 6. ed. São Paulo: Edgard Blusher, 1977.
- BENEVIDES, Eder. **Diagrama de espaguete: O diagrama de espaguete é uma ferramenta que auxilia na visualização da otimização de um determinado processo e de simples aplicação**. 2013.
Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/negocios/diagrama-de-espaguete/69434/>>. Acesso em: 01 jun. 2016.
- BRAGA, Ricardo Marques. **Os desafios para estabelecer um fluxo contínuo numa linha de produção: caso da indústria automobilística**. 2008. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.
Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/90949> Acesso em: 08 jun. 2016.
- BECKER, Daniela. **Introdução aos materiais poliméricos**. Disponível em: <http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/daniela/materiais/aula_10___polimeros.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2016
- CALANDRO, Maria Lucrécia. **Crise e reestruturação da indústria automobilística internacional: algumas considerações**. 1991.
Disponível em: <revistas.fee.tche.br/index.php/indicadores/article/viewFile/507/745>. Acesso em: 28 abr. 2016.
- CESAR, Júlio. **Processamento de Rotomoldagem 2**. Disponível em: <https://www.academia.edu/19734649/Processamento_de_Rotomoldagem_2>. Acesso em: 04 nov. 2016.
- CHIAVENATO, Idalberto (Ed.). **Introdução à teoria geral da administração: uma visão abrangente da moderna administração das organizações**. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.
- CONTADOR, José Celso (Coord.). **Gestão de operações: A Engenharia de Produção a serviço da modernização das empresas**. 2. ed. [S.1]. Editora Edgard Blucher. 1998.

PRODUÇÃO, Engenharia de. **Diagrama de Espaguete / Spaghetti**. 2013. Disponível em: <http://engenhariadeproducaoindustrial.blogspot.com.br/2013/03/diagrama-de-espaguete-spaghetti_10.html>. Acesso em: 08 jun. 2016.

EQUIPE CONVENIA (São Paulo). **8 fatores essenciais para promover o aumento de produtividade no trabalho**. 2015.

Disponível em: <<http://www.convenia.com.br/blog/aumento-productividade/>>.

Acesso em: 01 jun. 2016.

FLEURY, Afonso; FLEURY, Maria Tereza. **Capacitação Competitiva da Indústria de Transformação de Polímero**. 2000.

Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-14282000000300003>.

Acesso em: 05. Maio. 2016.

GHINATO, P. **Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações**, Ed.: Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza, Edit. da UFPE, Recife, 2000.

Disponível em: <<http://www.3consultoria.com/Download.htm>>

Acesso em 25. Maio. 2016

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 220 p.

JERONYMO, José Armando. **Aumento de produtividade nas indústrias: cinco técnicas inovadoras**. 2011. Disponível em: <[http://www.maispropro.com.br/index.php?id=128&tx_ttnews\[tt_news\]=54&cHash=858983e476940e92b30a1db331499c1d](http://www.maispropro.com.br/index.php?id=128&tx_ttnews[tt_news]=54&cHash=858983e476940e92b30a1db331499c1d)>.

Acesso em: 09 nov. 2016.

LIKER, Jeffrey K.; MEIER, David. **O Modelo Toyota: manual de aplicação**. Porto Alegre: Bookman, 2007. 432 p. Lene Belon Ribeiro.

M & G CHEMICALS. **Injeção**.

Disponível em <<http://www.mg-chemicals.com.br/pt/manuais-tecnicos>>

Acesso em 13. Maio. 2016.

MACIEL, Rafa. **O que é Kaizen ?** 2015.

Disponível em: <<http://oaprendizdaqualidade.blogspot.com.br/2015/07/o-que-e-kaizen.html>>.

Acesso em: 07 jun. 2016.

MARQUES, Pedro Manuel Oliveira. **Lean Manufacturing numa fábrica de polímeros: Trabalho realizado com a XC-Consultores,Ltda.** 2012. 53 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2012.

Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/63444/1/000151139.pdf>>.

Acesso em: 28 abr. 2016.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: Além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PIVA JUNIOR, Dilermando. **O que é 6 Sigma?** 2010. Disponível em: <<http://www.edigital.com.br/category-table/88-o-que-e-seis-sigma>>. Acesso em: 04 nov. 2016.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Aprendendo a enxergar:** mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdício. São Paulo: Lean Institute, 1999.

SCHIAVON, Giovanni Luigi. **O que são polímeros?** Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfM8gAG/polimeros#>>. Acesso em: 04 nov. 2016.

SILVA, Glauco G. M. P., **Implantando a manufatura enxuta: um método estruturado.** 2009, 157f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

SILVA, Rodrigo de Carvalho e. **Metodologia six sigma e suas aplicações.** 2008. Disponível em: <<http://www.leansixsigma.com.br/acervo/32182732.pdf>>. Acesso em: 03 nov. 2016.

SUAREZ, Gregório A.. **Troca Rápida de Ferramentas ou SMED:** um caso real por Eduardo Avi. 2015. Disponível em: <<https://qualityway.wordpress.com/2015/11/27/troca-rapida-de-ferramentas-ou-smed-um-caso-real-por-eduardo-avi/>>. Acesso em: 02 maio 2016.

TECPLÁSTICO. **O nylon / poliamida.**

Disponível em: <<http://tecplastico.no.comunidades.net/o-nylon-poliamida-pa>>. Acesso em: 04 nov. 2016.

VARGAS, Rodrigo. **Lean Manufacturing:** Reduzindo desperdícios e aumentando a qualidade! 2016.

Disponível em: <<http://www.gestaoindustrial.com/index.php/industrial/manufatura/lean-manufacturing>>. Acesso em: 02 maio 2016.

WOMACK, James P; JONES, Daniel T.; ROSS, Daniel. **A máquina que mudou o mundo.** Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; **A mentalidade enxuta nas empresas:** elimine o desperdício e crie riqueza. 6. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 408 p.

WOMACK, Jim; KRAFCIK, John. **Vinte e cinco anos de “lean”***. Disponível em: <http://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo_248.pdf>. Acesso em: 25 out. 2016.