

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Ana Beatriz de Freitas da Silva

Leticia Ribeiro de Lemos

**Aplicação da filosofia Lean para melhoria do
processo de medição: Estudo de caso em uma
fábrica de autopeças Alfa no município de Taubaté**

**Taubaté - SP
2019**

**Ana Beatriz de Freitas da Silva
Leticia Ribeiro de Lemos**

**Aplicação da filosofia Lean para melhoria do
processo de medição: Estudo de caso em uma
fábrica de autopeças Alfa no município de Taubaté**

Trabalho de Graduação apresentado para
obtenção do Certificado de Graduação do
curso de Engenharia de Produção
mecânica do Departamento de
Engenharia Mecânica da Universidade de
Taubaté.

Orientador: Prof. Me. Paulo Cesar Corrêa
Lindgren

Coorientadora: Profa. Me. Maria Regina
Hidalgo de Oliveira
Lindgren

**Taubaté – SP
2019**

SIBi - Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU

S586a

Silva, Ana Beatriz de Freitas da

Aplicação da filosofia lean para melhoria do processo de medição: estudo de caso em uma fábrica de autopeças Alfa no município de Taubaté / Ana Beatriz de Freitas da Silva, Leticia Ribeiro de Lemos. – 2019.

48f. : il.

Monografia (graduação) – Universidade de Taubaté, Departamento de Engenharia Mecânica e Elétrica, 2019.

Orientação: Prof. Me. Paulo Cesar Corrêa Lindgren, Departamento de Engenharia Mecânica.

Coorientação: Prof. Ma. Maria Regina Hidalgo de Oliveira Lindgren, Departamento de Engenharia Mecânica

1. CEP. 2. Lean manufacturing. 3. VSM. I. Lemos, Leticia Ribeiro de.. II. Graduação em Engenharia de Produção Mecânica. III. Título

CDD 658.5

**Ana Beatriz de Freitas da Silva
Leticia Ribeiro de Lemos**

Aplicação da filosofia Lean para melhoria do processo de medição: Estudo de caso em uma fábrica de autopeças Alfa no município de Taubaté

Trabalho de Graduação apresentado para obtenção do Certificado de Graduação do curso de engenharia de produção mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da

DATA: 29/11/2019

RESULTADO: APROVADO.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Paulo Cesar Corrêa Lindgren

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Assinatura:



Profa. Maria Regina Hidalgo de Oliveira Lindgren

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

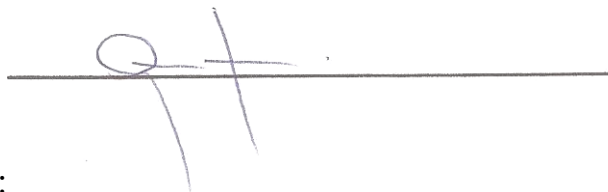
Assinatura:



Prof. José Carlos Sávio de Souza

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Assinatura:



29/11/2019

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaríamos de agradecer a Deus, por nós dar a oportunidade de estudar e de poder chegar até aqui na conclusão da graduação de engenharia de produção mecânica.

Agradecemos também aos nossos pais que nos incentivaram e estiveram presentes nessa trajetória.

Agradecemos a nossa empresa que nos ajudou a crescer e desenvolver para que possamos hoje ter experiência e aplicar as técnicas aprendidas ao longo desse período e nos demais que ainda irão vir.

Agradecemos ao nosso orientador e a nossa coorientadora que apoiaram, nos corrigiram e nos ensinaram para realização desse trabalho.

Agradecemos também aos amigos que fizemos e hoje levaremos junto conosco e aqueles também que estiveram do lado de fora nos apoiando.

Agradecemos a todos que ao longo desses cinco anos estiveram conosco, família, amigos, professores, coordenadores deixamos nosso muito obrigada.

RESUMO

O setor industrial cada vez mais tem sofrido com a instabilidade do mercado atual, sendo necessário as empresas realizarem constantes melhorias internas para atender de forma adequada esse novo ambiente e tornar-se ao mesmo tempo competitivas. Para que isso ocorra, uma das áreas dentro das organizações que necessitam de um olhar especial é a qualidade, no que diz respeito a controle e monitoramento de especificações, pois o uso de processos que não agregam valor ao cliente pode gerar elevações de custo, tempo e mão de obra. Neste contexto, esse trabalho de dissertação tem como objetivo aplicar a Lean Manufacturing, através de um estudo de caso, para apresentar essa filosofia e analisar sua eficiência nos processos de medição. Inicialmente foi feito um estudo teórico da Lean Manufacturing, que consiste de forma geral em uma filosofia que visa através da utilização de ferramentas gerenciais reduzir custos, tempo, eliminar desperdícios e aumentar a produtividade. Posteriormente, foi feita a análise do processo através da carta CEP (controle estatístico do processo) e utilização do VSM (*Value Stream Mapping*) para entender todo o fluxo de material e informações relacionados ao processo de medição. Após aplicação das ferramentas e remodelamento do processo, foi possível verificar os benefícios obtidos com Lean, constatando uma significativa redução de custos, tempo e eliminação de operações que não agregavam valor ao produto e apenas oneram o mesmo.

Palavras-chave: Lean Manufacturing. VSM. CEP.

ABSTRACT

The industrial sector is increasingly suffering from the instability of the current market, and companies need to make constant internal improvements to adequately meet this new environment and become competitive at the same time. For this to happen, one of the areas within organizations that needs a special look is quality when it comes to controlling and monitoring specifications, as the use of processes that do not add customer value can lead to cost, time and cost increases. and labor. In this context, this dissertation aims to apply Lean Manufacturing, through a case study, to present this philosophy and analyze its efficiency in the measurement processes. Initially, a theoretical study was made by Lean Manufacturing, which consists in general of a philosophy that aims through the use of management tools to reduce costs, time, eliminate waste and increase productivity. Subsequently, the process analysis was performed through the CEP (Statistical Process Control) chart and the use of Value Stream Mapping (VSM) to understand the entire material flow and information related to the measurement process. After applying the tools and process remodeling, it was possible to verify the benefits obtained with Lean, noting significant cost savings, time and elimination of operations that do not add value to the product and only adds costs to it.

KEYWORDS: Lean Manufacturing. VSM. CEP.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Sete desperdícios	15
Figura 2: Muri, Mura e Muda.....	17
Figura 3: Processo sob e fora de controle.....	28
Figura 4: Cálculo de capacidade do processo	29
Figura 5: Carta CEP - Peça 1	35
Figura 6: Carta CEP - Peça 2	35
Figura 7: Carta CEP - Peça 3	36
Figura 8: Carta CEP - Peça 4	36
Figura 9: Carta CEP - Peça 5	36
Figura 10: Carta CEP - Peça 6	37
Figura 11: Carta CEP - Peça 7	37
Figura 12: VSM Atual.....	39
Figura 13: Dados coletados do processo	40
Figura 14: Gráfico de ocupação de máquinas	40
Figura 15: PPH Atual	41
Figura 16: VSM Futuro	42
Figura 17: Proposta de melhoria	43
Figura 18: Novo gráfico de ocupação de máquinas	43
Figura 19: Novo PPH.....	44
Figura 20: Comparativo ocupação de máquina	44
Figura 21: Comparativo de PPH.....	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEP	Controle estatístico do processo
VSM	Value Stream Mapping (Mapeamento do Fluxo de Valor)
5s	Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke
SMED	Single Minute Exchange of Die (Troca de Ferramentas em Um Único Dígito de Minuto)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1	SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	12
2.2	OS DESPERDÍCIOS DA PRODUÇÃO - AS OITO PERDAS	14
2.2.1	Desperdício de retrabalho.....	15
2.2.2	Excesso de produção	16
2.2.3	Transporte.....	16
2.2.4	Movimentação desnecessária.....	17
2.2.5	Espera.....	17
2.2.6	Estoque.....	18
2.2.7	Processamento	18
2.2.8	Subutilização da capacidade humana	19
2.3	OS CINCO PRINCÍPIOS.....	19
2.3.1	Especificação de valor segundo o cliente	20
2.3.2	Identificação do fluxo de valor.....	20
2.3.3	Fluxo de valor	20
2.3.4	Produção puxada.....	21
2.3.5	Perfeição.....	21
2.4	FERRAMENTAS DO LEAN MANUFACTURING.....	22
2.4.1	VSM (<i>Value Stream Mapping</i>)	22
2.4.2	5 S	23
2.4.3	<i>Just In Time</i>	24
2.4.4	kanban	25
2.4.5	<i>Single Minute Exchange Of Die</i> – SMED	26
2.5	CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO (CEP)	26
2.5.1	Carta de controle estatístico do processo (CEP)	27
2.5.2	Capabilidade.....	29
3	METODOLOGIA	31
4	DESENVOLVIMENTO	33
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
6	CONCLUSÃO	46

1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios do ramo industrial, a inovação foi buscada incansavelmente por homens e mulheres que se aventuravam neste meio, seja através da criação de ferramentas ou implementação de metodologias que gerassem algum ganho ou reduzissem perdas.

Neste contexto, após a segunda guerra mundial os países derrotados encontravam-se enfraquecidos socialmente e economicamente, necessitando de novas formas para garantir sua sobrevivência. Um país que se destacou por reunir métodos que supriam a necessidade existente de redução de desperdícios e aumento de produtividade foi o Japão, denominado de Lean Manufacturing ou Sistema Toyota de Produção essa filosofia foi disseminada ao redor do mundo, não somente em montadoras de automóveis, onde foi inicialmente criada, mas em todo o setor industrial.

A filosofia Lean tem como princípios a eliminação de desperdícios, otimização da produção e conseqüente aumento de eficiência da organização, que com o passar dos anos tornaram-se características fundamentais para que uma empresa sobreviva à volatilidade do mercado atual, caracterizado por rápida troca de informações, tecnologia e pessoas. Os desperdícios podem estar relacionados à layout, existência de processos que não agregam valor ao fluxo produtivo e somente proporcionam aumento de custo, baixa produtividade, falta de nivelamento da produção, entre outros correspondentes a cada organização.

A partir desse cenário, este trabalho visa realizar um estudo de caso coletando dados referentes ao processo de medição de uma empresa de autopeças. As medições serão realizadas em peças de um cliente X, as quais serão comparadas com o especificado para analisar a situação atual e implementar possíveis melhorias, objetivando o aumento de produtividade, redução de custos e de processos que não agregam valor e nivelamento de PPH (peças por hora) da máquina.

O estudo será dividido em cinco etapas, inicialmente será feita a pesquisa bibliográfica para dar embasamento ao projeto, na segunda será realizado o planejamento, na terceira etapa será feita a coleta de dados, na quarta a análise dos

dados coletados e a verificação da viabilidade do projeto e a quinta etapa será composta pela execução das melhorias e apuração dos resultados encontrados.

Este trabalho possibilitará aprofundar os conhecimentos sobre as ferramentas da filosofia Lean, bem como a eficiência de sua implementação dentro de um processo industrial, almejando ao fim desse trabalho de graduação alcançar os objetivos de melhorias propostos anteriormente.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Os conceitos abordados no Sistema Toyota de Produção, também conhecido por Lean Manufacturing ou Produção Enxuta, originaram-se no Japão, na Toyota Motor Company, após a Segunda Guerra Mundial. No cenário pós-guerra, os países derrotados enfrentavam uma situação de escassez de recursos para investimentos e incentivos na produção em massa, método amplamente utilizado na época e desenvolvido por Henry Ford. Apesar da falta de recursos ser um grande problema, o Japão possuía outros desafios, como por exemplo dificuldades com mão de obra, falta de competitividade no mercado externo e limitação do mercado interno. Com isto, as metodologias aplicadas até então no setor automobilístico não eram suficientes para alavancar a situação da Toyota, aumentando a necessidade de um novo sistema que se adequasse a condição escassa do período.

Taiichi Ohno, vice-presidente da Toyota foi o responsável por estruturar as premissas do Lean Manufacturing, que podem de forma geral serem caracterizadas por aumento da qualidade, produção e flexibilidade do processo por meio da eliminação de desperdícios.

“O Sistema Toyota de Produção é um método para eliminar integralmente o desperdício e aumentar a produtividade. Na produção, “desperdício” refere a todos os elementos de produção que só aumentam os custos sem agregar valor - por exemplo, excesso de pessoas, de estoques e de equipamento. ”
(OHNO,1988).

Para SHINOHARA (1988) os esforços devem ser concentrados em todos os ambientes da organização, desde a administração até a produção, somente dessa forma é possível eliminar todos os desperdícios relacionados a equipamentos, mão de obra, tempo e espaço para que se obtenha apenas processos que visem o aumento da qualidade e produtos com preço e prazo requeridos pelo cliente.

Com esses conceitos o Lean Manufacturing conseguiu alcançar melhorias até então individualizadas em outras filosofias. A produção em massa por exemplo, tinha

como base a elevada produtividade, baixo custo unitário devido ao volume, altos níveis de estoque, falta de flexibilidade nos produtos e ausência de mão de obra especializada dentro de seu processo. Já a produção manual, caracterizava-se por ter mão de obra especializada, alto custo devido à baixa produtividade e grande variedade de produtos. A filosofia Lean combinou as vantagens de ambos tipos de produção, pois proporciona alta produtividade, diversidade de produtos e redução de custos, características que até então não eram possíveis de serem encontradas em apenas um modelo de trabalho.

Para que seja possível alcançar os objetivos estabelecidos pela filosofia Lean, é de extrema importância que a organização realize constantes mudanças, denominadas de melhoria contínua ou Kaizen, as quais devem ser difundidas não somente no meio gerencial, mas em toda sua cadeia de colaboradores, pois o enfoque em eliminar desperdícios e otimizar processos deve ser parte de operações diárias dentro da empresa. As melhorias devem levar em consideração as premissas do Lean, visando otimização e integração do sistema de manufatura, flexibilização, compromisso com o cliente, qualidade, redução de custo e produção de acordo com a demanda.

A integração da manufatura é importante para que seja possível visualizar o processo como um todo, verificando quais etapas não agregam valor ao produto e posteriormente as eliminando. A flexibilização visa o atendimento das necessidades do cliente e das variações de demanda, sendo possível ajustar a produção sem que haja aumento dos custos. Ter compromisso com o cliente também pode ser definido como um método de eliminação de desperdício, pois partindo deste princípio as operações e atividades serão voltadas a atender quantidades e tempo de entrega definidos pelo cliente, forçando à redução do que não auxilia no alcance desse objetivo. Na filosofia Lean a qualidade é implementada em cada etapa do processo de forma que a fase posterior seja considerada como o cliente final, assim evita-se erros e retrabalhos que oneram ao processo. A redução de custos é uma consequência direta da eliminação de desperdícios dentro da organização, são ações dependentes, por isso se deve realizar melhorias a objetivando. Por último a produção de acordo com a demanda, nada mais é do que produzir somente o necessário na quantidade e momento certos, dessa forma ao invés de eliminar

desperdícios evita-se a geração de excessos, que também impactam nos custos do processo.

Resumidamente a filosofia Lean engloba uma série de técnicas e ferramentas que buscam a eliminação de perdas ou princípio do não custo, objetivando que todos os fatores que encarecem o produto tendam a zero. Pois entende-se que a única forma de aumentar o lucro é realizando a redução de seus custos e não aumentando os preços como pensava-se anteriormente, o qual era estabelecido por meio da soma do custo e o lucro que pretendia-se obter, porém com a globalização e competitividade entre as organizações aumentando exponencialmente o preço passou a ser determinado pelo mercado, ou seja, pelos clientes e o lucro da empresa passa a advir da subtração entre o preço de mercado e o custo.

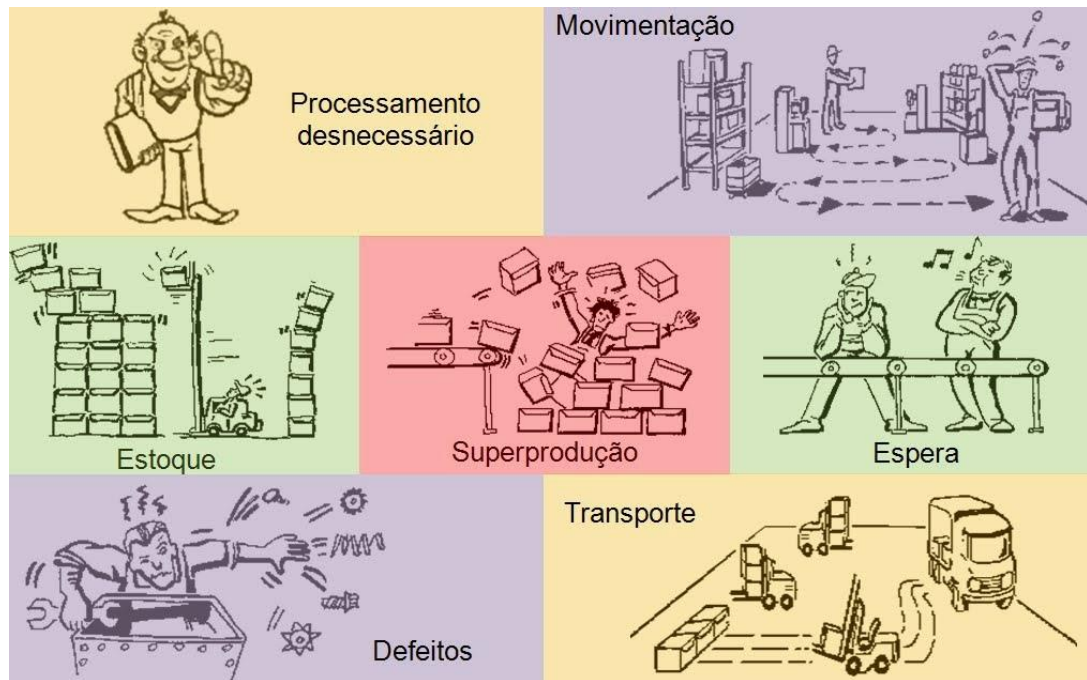
Para que a filosofia funcione de forma eficiente atingindo todos os objetivos citados anteriormente é de extrema importância que além de implementar as ferramentas haja uma mudança na cultura organizacional, pois o controle e manutenção das melhorias realizadas só atingem o sucesso quando o grupo de colaboradores, em todos seus níveis, trabalham em conjunto visando as mesmas metas e cientes do seu papel e importância na empresa.

2.2 OS DESPERDÍCIOS DA PRODUÇÃO - AS OITO PERDAS

O Sistema Toyota de Produção resultou da eliminação dos desperdícios que prejudicavam a organização e o produto final, que era enviado para o cliente.

Taiichi Ohno, lendário líder da Toyota classificou os desperdícios como sendo tudo que consome recurso, mas não adiciona valor, para ele as maiores perdas se categorizam em 7 desperdícios principais como mostra a figura (1) a seguir:

Figura 1: Sete desperdícios



Fonte: Blog Smart Jr.

As causas dos desperdícios podem estar relacionadas há muitos fatores dentro da organização. Uma empresa funcional, por exemplo, que utiliza o desempenho ou os princípios da especialização para se basear na função de cada colaborador, pode apresentar desperdícios que comprometam todo o processo produtivo, qualidade e custos. Brechas no sistema de informações gerenciais, controle excessivo, design de processo desatualizado, falta de treinamento, carga de trabalho desbalanceada, criação de lote por sistema computadorizado, mudança de prioridades, falta de regras, controle visual fraco, local de trabalho desorganizado, ferramentas obsoletas e layout não otimizado são as principais causas de uma empresa apresentar mal desempenho e insuficiência produtiva.

2.2.1 Desperdício de Retrabalho

Peças ou produtos defeituosos ou que não atendam a especificação do cliente precisam passar por repetição de processos para que sejam validadas e

estejam em situação de aceitação, ou seja, a peça só será aprovada se atingir o esperado pelo sistema de qualidade.

Todo esse processamento diminui a capacidade produtiva pois a peça não conforme precisa retomar o início do processo, não conformidade é desperdício de tempo, de mão-de-obra e inspeção, de matéria-prima, disponibilidade de ferramentas e espaço de armazenagem. Para solucionar esse problema é necessário a realização de treinamentos e aplicação de ferramentas da qualidade que foquem no problema de instabilidade do processo.

2.2.2 Excesso de Produção

Sistema empurrado, pode ser uma das causas de desperdícios que geram excesso de produção. Esse sistema está desconectado das outras etapas e é baseado em projeções ou estimativas de demanda, que na maioria das vezes não se confirmam, uma vez que o cliente não solicitou aquela quantidade de produtos produzidos. A forma apropriada de se resolver esse problema é mudar o tipo de sistema para o puxado, ou seja, só fazer o que é necessário e quando necessário, utilizando o Kanban para as devidas solicitações.

2.2.3 Transporte

Muda, Muri e Mura ou os 3 M's são os nomes classificados para o sistema de transporte que ocasiona desperdícios. Muri é o excesso ou a sobrecarga colocada em um caminhão para transportar o produto. Mura é a inconsistência ou a variação de desperdício, ou seja, ter uma quantidade par de itens e os separar no transporte de forma desigual. Muda é o desperdício maior, quando as quantidades de produtos são distribuídas em muitos transportes. A solução para igualar as quantidades sem ter esses 3M's é estabelecer uma quantidade de produtos em caixas que consiga transportar de forma igual, sem sobrecarga ou excesso, como mostra a figura (2) a seguir:

Figura 2: Muri, Mura e Muda



Fonte: Lean.org

2.2.4 Movimentação desnecessária

Um posto de trabalho onde há muita movimentação do funcionário é caracterizado como desperdício. Um operador para realizar suas atividades precisa que todos os instrumentos e ferramentas estejam dispostos de forma fácil e rápida, com um layout que esteja adequado para o ambiente, pois a produtividade diminui quando o excesso de movimento causa um problema. Algumas medidas podem ser tomadas para eliminar esse tipo de desperdício, como por exemplo trazer tudo o que é necessário para perto do funcionário.

2.2.5 Espera

O tempo de espera é um desperdício que acontece toda vez que uma máquina ou uma operação tem que aguardar matéria-prima, troca de ferramenta, liberação para o uso de algum instrumento ou máquina, inspeção, entre outras

situações que geram ociosidade. Essa ociosidade, está diretamente ligada com o custo da empresa, pois toda vez que uma operação atrasa o custo a ser pago será ainda maior.

Dr. Shigeo Shingo contribuiu significativamente para as técnicas de linhas de produção modernas e desenvolveu conceitos para a diminuição de espera e ganho de rapidez em processos de inspeção, como por exemplo o Poka Yoke, mecanismo utilizado para identificar defeitos e os eliminar do processo de forma mais rápida. Outras técnicas que também podem ser utilizadas são o SMED, que é um método para atingir troca rápida de ferramenta, ou também realizar o nivelamento e balanceamento da produção.

2.2.6 Estoque

Estoque parado é um investimento inútil, isso porque a compra de matéria-prima em excesso ou de peças acabadas que foram feitas por meio de estimativa não contribuem para um retorno positivo para a empresa. Além disso, certos produtos contêm prazo de validade, e o mal planejamento de compras pode acarretar no desperdício desse material.

A redução de estoque pode ser resolvida a partir do seguimento de um lead time, criação de um mapeamento de fluxo de valor para se entender a causa raiz do problema, e assim obter uma solução.

2.2.7 Processamento

Existem três tipos de processos que são considerados desperdícios, processos que o homem faz e que não agrega valor, processos realizados pela máquina e processos que não agregam valor, mas que são necessários.

Podemos classificar algumas causas que podem desenvolver esse tipo de problema, como: uso inadequado de ferramentas, instruções de trabalho

desatualizadas ou inexistentes, qualidade em excesso e mudanças constantes no ambiente de trabalho ou no produto.

As eliminações desses desperdícios podem ser feitas por meio de uma análise e aplicação de metodologias eficientes.

2.2.8 Subutilização da capacidade humana

Esse desperdício foi incluído recentemente aos outros sete desperdícios, e esse conceito se definiu de forma que para o Sistema Toyota de Produção, investir em quem está investindo é fundamental para o não desperdício de aprendizado. Um colaborador que está se capacitando para crescer em seu meio de trabalho deve ter as chances de ser recolocado dentro desse ambiente, para que não seja feita a contratação de uma pessoa nova. Ou seja, eliminando a subutilização acarretará no crescimento e bom desenvolvimento para empresa como um todo.

2.3 OS CINCO PRINCÍPIOS

O pensamento enxuto é uma maneira de você pensar a melhoria e a (re) organização de um ambiente produtivo. (COSTA R.S. e JARDIM E.G.M., 2010).

Também chamado de *Lean Thinking*, esse pensamento tem como base cinco princípios, os quais serão descritos a seguir, que guiam as organizações para atingir os objetivos propostos pela filosofia do Sistema Toyota de Produção. O conceito principal acerca do pensamento enxuto é o de agregação de valor ao produto, que é a capacidade de fornecer aceitação do produto pelo cliente, sendo assim todas as atividades produtivas que geram valor são aquelas que interferem diretamente para atender as necessidades do cliente, característica indispensável no atual mercado competitivo que as organizações estão inseridas.

2.3.1 Especificação de valor segundo o cliente

Como foi citado anteriormente, valor é aquilo que atende as necessidades, gera satisfação e benefícios aos clientes. Neste sentido, o pensamento enxuto visa determinar o valor por meio do que é importante para o cliente e não para a organização, dessa forma qualquer característica ou operação que não atenda as especificações ou agregam valor ao produto de acordo com a perspectiva do cliente devem ser retiradas do processo com a finalidade de eliminar os desperdícios e priorizar a satisfação dos consumidores.

2.3.2 Identificação do fluxo de valor

Fluxo de valor são todas as atividades pelas quais o produto é submetido até chegar às mãos do cliente. As quais são divididas em três etapas críticas:

- Solução de problemas, desde a concepção à engenharia;
- Gerenciamento da informação, as quais são todas utilizadas dentro do processo desde o pedido à entrega;
- Transformação física, definida pelo processo de transformação da matéria prima para gerar o produto acabado final.

Mapear esse fluxo é de extrema importância para eliminar desperdícios, pois após mapeado e definido as operações que agregam valor, as que são importantes para manutenção do processo e qualidade e as que não agregam valor é possível recriar um novo processo otimizado, visando sempre o atendimento das necessidades do cliente.

2.3.3 Fluxo de valor

Após identificação dos valores do produto de acordo com o cliente, mapeamento do fluxo de valor e otimização do mesmo por meio da eliminação das

atividades que não agregam valor, o novo fluxo estabelecido deve fluir de forma natural, suave e continua nas etapas críticas citadas anteriormente, para que assim seja feito seu gerenciamento para melhorias futuras.

2.3.4 Produção puxada

O conceito de produção puxada visa eliminar estoques através da produção de acordo com a demanda, ou seja, produzir de forma rápida o que o cliente deseja na quantidade e tempo necessário definido por ele. Dessa forma o cliente puxa a produção, eliminando o acúmulo e a geração de altos níveis de estoque, agregando valor ao produto e gerando aumento da produtividade.

2.3.5 Perfeição

Após a aplicação dos quatro princípios anteriores, entende-se que novos desperdícios e oportunidades de melhorias irão surgir, dessa forma é indispensável que o pensamento Lean seja renovado de forma contínua dentro do processo buscando sempre a perfeição.

Ou seja, apesar da geração de bons resultados com a definição de valor do produto, mapeamento do fluxo do valor, naturalidade do fluxo e produção puxada pelo cliente nenhum processo se mantém imutável e por isso é necessário continuamente realizar melhorias (Kaizen) para eliminar todos os desperdícios, eliminar atividades que não agregam valor e realizar a manutenção daquelas que agregam.

De forma geral, os cinco princípios do pensamento enxuto baseiam-se na geração de valor através das atividades do processo e redução de desperdícios dentro do mesmo, desta forma objetiva-se aumentar a eficiência e reduzir custos.

2.4 FERRAMENTAS DO LEAN MANUFACTURING

Além das mudanças de pensamento dentro da organização há uma série de ferramentas, as quais serão descritas nesse trabalho, que auxiliam a alcançar os objetivos e princípios propostos pelo sistema Lean Manufacturing

2.4.1 VSM (*Value Stream Mapping*)

O *Value Stream Mapping* (VSM) é uma ferramenta base para o Lean Manufacturing que consiste em analisar e levantar melhorias para um determinado processo produtivo ou serviço e essa análise começa desde a aprovação do pedido do cliente no sistema até a entrega final. O mapeamento auxilia na identificação de postos de desperdício e atividades que não agregam valor ao produto.

Para classificar o tipo de VSM a ser usado, é necessário entender o processo. Existem três tipos de mapeamento: *Door to Door* (Porta-a-Porta), Micro e Macro.

- VSM “*Door to Door*” é a análise do fluxo desde a entrada na empresa até a saída.
- VSM Micro é a análise focada apenas em um único processo.
- VSM Macro é a análise de todos os processos como um todo, onde inclui todo fornecimento externo e suas influências nos produtos.

Além disso, para ROTHER E SHOOK o fluxo de valor poderia ser definido da seguinte maneira:

“É seguir a trilha da produção de um produto, desde o consumidor até o fornecedor, e cuidadosamente desenhar uma representação visual de cada processo no fluxo de material e informação. Então, formula-se um conjunto de questões-chave e desenha-se um mapa do estado futuro de como o processo deveria fluir. Fazer isso repetidas vezes é o caminho mais simples para que se possa enxergar o valor e, especialmente, as fontes do desperdício. (ROTHER & SHOOK, 1998)”

2.4.2 5 S

Para CAMPOS (1992), a metodologia 5 S baseia-se na mudança de comportamento organizacional, a qual visa um melhor ambiente de trabalho através da organização, troca de informações ampla, limpeza, padronização e administração responsável dos colaboradores.

Os 5S devem ser difundidos em todos os setores da organização, para gerar aumento de produtividade, eficiência, segurança e motivar os trabalhadores, ela provém de cinco palavras japonesas: *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke*, que significam senso de utilização, senso de ordenação, sendo de limpeza, senso de saúde e senso de autodisciplina (OSADA, 2010).

- *Seiri* (Senso de utilização): Definido pelo uso consciente de materiais, máquinas e equipamentos no ambiente de trabalho, cujo foco deve ser o de eliminar desperdícios, evitando a cultura de armazenamento para casos de necessidades e mantendo apenas o que será utilizado nos postos de trabalho.
- *Seiton* (Senso de Ordenação): Determina que se deve armazenar de forma correta os materiais, máquinas e equipamentos, deixando-os acessíveis para os setores, através de identificação visual e a implantação de um sistema para organização a fim de evitar movimentações desnecessárias e desorganização no ambiente de trabalho.
- *Seiso* (Senso de limpeza): A limpeza no ambiente do trabalho é fundamental para melhorar a qualidade dos colaboradores no âmbito profissional, facilitar o uso e manutenção de equipamentos e auxiliar na manutenção da segurança.
- *Seiketsu* (Senso de saúde): As condições de saúde e físicas do local conquistadas devem ser mantidas e conservadas pelos colaboradores, realizando controles diários para isso.
- *Shitsuke* (Senso de autodisciplina): Com a utilização de *Seiri*, *Seiton*, *Seiso* e *Seiketsu* o passo seguinte é manter os resultados alcançados com essas melhorias e é de responsabilidade de todos colaboradores realizar essa manutenção de forma diária no ambiente de trabalho. Não somente isso, a

organização também deve realizar avaliações e cronogramas para incentivar que essa cultura seja disseminada e assegurar que todos estejam motivados a praticá-la visando melhorias individuais no âmbito profissional e também organizacional como um todo.

É explícito que os conceitos da metodologia 5 S auxiliam na eliminação de desperdícios, bem como na propagação de um ambiente de trabalho seguro, limpo e agradável, por meio da otimização dos recursos, layout, movimentação e consequente prevenção de acidente. A satisfação e autonomia do trabalhador geram inúmeros ganhos para a organização e para ele mesmo, por isso é muito importante essa mudança de cultura, a fim de que os problemas sejam identificados e sanados de forma mais rápida através de um olhar mais sensível e cuidadoso ao ambiente de trabalho.

2.4.3 *Just In Time*

Segundo OHNO (1988) *Just in time* (JIT) nada mais é do que um fluxo inteligente que fornece à linha de montagem o material necessário no momento e quantidades requeridas, e quando implementado por uma organização a mesma tende a chegar ao estoque zero.

A criação do sistema JIT foi marcada por uma quebra de paradigma dentro da indústria, pois até então o formato de produção era caracterizado pelo sistema Just in Case (Apenas no caso de), definido por produzir acima da demanda a fim de gerar estoque de segurança para prevenir contra fatores inesperados.

Em contrapartida o objetivo do JIT é eliminar os desperdícios provenientes do acúmulo de estoque e produção em excesso. Por meio do modelo de produção puxada, citado anteriormente, o sistema JIT busca atender a demanda do cliente de forma exata, produzindo apenas aquilo que se vende e de forma rápida pois o tempo também é um fator de desperdício. O conceito de estoque zero criado pelo JIT é explicado pela redução de custos gerados por ele, atingindo esta situação ideal não haveria custos relacionados a armazenagem de matéria prima e produtos acabados, movimentação de materiais e mão de obra utilizadas para manutenção desse estoque.

Para que seja possível implantar o JIT é necessário possuir um fluxo produtivo altamente integrado, tanto com os colaboradores internos quanto os externos. Isso significa que os campos de trabalho dentro das organizações devem realizar trocas de informações constantes relacionadas aos níveis de reposição de material necessário, bem como seus fornecedores devem estar disponíveis a realizar o reabastecimento de matéria prima necessária de acordo com as quantidades estabelecidas, comumente através de pequenos lotes, para isso utiliza-se ferramentas de controle como por exemplo *Kanban*.

2.4.4 Kanban

Kanban pode ser definido como um método de trocar informações sobre o processo produtivo, no que diz respeito às necessidades de materiais, retirar ou abastecer a produção. (OHNO, 1988)

O objetivo do *Kanban* é que através de cada elo produtivo se elimine perdas com a comunicação visual estabelecida através de cartões, a informação contida pode ser dividida em informação de coleta, de transferência e de produção. Informação de coleta informa a quantidade de itens que devem ser apanhados do processo precedente; informação de transferência é utilizada para que nenhum item seja retirado ou transportado sem um *Kanban* e informação de produção indica a quantidade e sequência que os itens devem seguir no processo produtivo.

Dessa forma, as informações ficam evidentes impedindo a produção e movimentação de materiais em excesso, facilita a determinação de processos com problemas, já que todos eles são identificados pelos cartões e os produtos com defeitos não podem ser enviados à operação seguinte, controla o processo produtivo, elimina a burocracia e torna o fluxo mais dinâmico.

É importante ressaltar que o sucesso da implantação dessa ferramenta na organização depende também que seja implementado conjuntamente o sistema *Just in Time* e para um melhor aproveitamento toda a filosofia *Lean Manufacturing*.

2.4.5 *Single Minute Exchange of Die – SMED*

A troca rápida de ferramentas, é um conjunto de técnicas que proporciona a redução de setup das máquinas, desse modo fazendo com que o fluxo de produção trabalhe com mais eficiência. A redução do tempo é de suma importância, pois visa a eliminação de desperdícios e perdas durante o processo produtivo, além de melhorar a capacidade da máquina e a qualidade dos produtos.

Para Shigeo Shingo (1985) para implantar o SMED é necessário identificar os processos de *setup* e a função, analisar, desempenhar um sistema que estimule a redução de tempo e depois otimizar as atividades correspondentes.

2.5 CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO (CEP)

A melhoria contínua almejada dentro das empresas deve ser feita através de esforços repetitivos, reconhecendo o problema, aplicando ações corretivas, implantando-as e analisando constantemente os resultados obtidos de forma que seja possível verificar rapidamente quando os dados coletados fugirem do esperado.

Para isso é necessário localizar a origem dos problemas e as ferramentas estatísticas garantem isso de forma racional, lógica e organizada através da coleta de dados e análise e correção das causas que estiverem ocasionando instabilidade no processo. Pode-se afirmar, que o controle estatístico do processo abrange a coleta, a análise e a interpretação de dados com a finalidade de resolver um problema particular (Paranthaman, 1990).

A eficiência do CEP está no monitoramento, pois muitas empresas acreditam não ser necessário sua utilização quando se trata de processos produtivos que não possuem altos níveis de variabilidade, entretanto com o uso do controle estatístico é possível conhecer todas as causas comuns de variabilidade e prever os possíveis acontecimentos e infortúnios que esse processo em questão possa sofrer. Dessa forma entende-se que o CEP, de forma geral, é o conjunto de ferramentas que têm a finalidade de evitar defeitos e manter a qualidade esperada de forma preventiva e corretiva quando necessário.

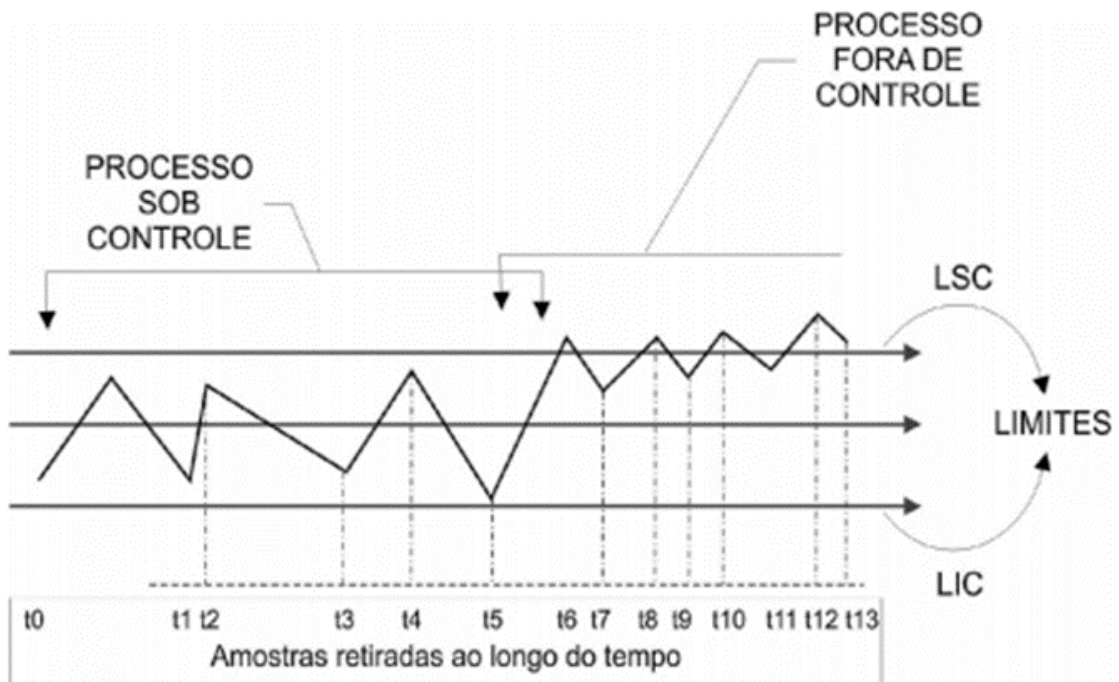
Essa ferramenta é de grande importância quando se trata de melhoria contínua na qualidade produtiva e pode facilmente ser relacionada com o pensamento Lean, pois uma vez que os processos se encontram com pouca variabilidade e otimizados obtêm-se redução de custos, tempo e mão de obra que estariam sendo empregados para tentar solucionar problemas.

2.5.1 Carta de controle estatístico do processo (CEP)

Para realizar o controle estatístico realiza-se a medição de variáveis do processo, num determinado período de tempo, em pontos de interesse, os quais são registrados nas chamadas cartas de controle estatístico do processo (CEP). As cartas CEP são ferramentas que têm como objetivo monitorar o processo, detectando desvios acima ou abaixo dos parâmetros esperados, porém vale ressaltar que elas não têm capacidade de determinar as causas, mas fornecem informações necessárias para que as mesmas sejam identificadas.

A carta de controle é composta por três linhas, uma central que é representada pela especificação ideal das variáveis coletadas, uma acima e outra abaixo que são definidos como os limites de especificação, ou seja, a variabilidade tolerável dentro das medições encontradas. Os dados coletados são dispostos na carta CEP, caso eles estejam dentro dos limites de controle e dispersos de forma aleatória e sem tendências entende-se que o processo está sob controle, porém caso haja dados fora dos limites ou com tendências incomuns considera-se que esse processo está fora de controle. Na figura (3) pode-se ver o exemplo gráfico de um processo sob e fora do controle.

Figura 3: Processo sob e fora de controle



Fonte: (Carneiro Neto, 2003).

Para a construção do gráfico utiliza-se a média aritmética das medições coletadas por amostragem, a qual é definida como a linha central, para os limites de controle superior (LSC) e inferior (LIC) eles podem ser definidos de acordo com a especificação do cliente ou por meio do acréscimo e decréscimo de três desvios padrões à média.

As cartas de controle podem ser baseadas em variáveis ou atributos, quando referenciadas a atributos é necessário o uso de um sistema binário para que seja possível plotar em um gráfico os dados obtidos, de forma geral os dados das cartas de tributo respondem o questionamento se o produto atende ou não às especificações quando elas não estão relacionadas somente a números. Já para as cartas baseadas em variáveis é necessário realizara coleta de dados contínuos de medição, os quais são o suficiente para indicar a aceitabilidade ou não de um processo.

Após a coleta e plotagem dos gráficos, é necessário analisar os resultados obtidos, os quais seguem um padrão de distribuição no gráfico para que o mesmo seja considerado um processo estável ou não. Os dados devem estar dispostos de

forma aleatória na carta sem tender a algum padrão crescente ou decrescente, pois a variabilidade de um processo é algo comum e até mesmo defeitos e falhas podem ocasionar, desde que não seja um padrão e haja dados fora do limite de controle. (Ramos, 2000).

2.5.2 Capabilidade

Para Ramos (2003) o estudo da capabilidade visa verificar se o processo consegue atender às especificações, ou não. Após analisar a estabilidade do processo, para que se obtenha um controle estatístico completo é ideal que seja verificada também a capabilidade, ou seja, um indicador da capacidade em atender às tolerâncias e especificações. Esse conjunto de ações de controle estatístico são importantes em diversas ações de melhoria, planejamento, redução de custos, variabilidade e de controle.

Para verificar essa capabilidade se faz necessário alguns cálculos através de indicadores denominados de C_p e C_{pk} , conforme descrito na figura (4) abaixo:

Figura 4: Cálculo de capacidade do processo

Índice	Cálculo	Informações adicionais
C_p	$C_p = \frac{LSC - LSI}{6\sigma}$	σ representa o desvio padrão dos valores amostrais
C_{pk}	$C_{pk} = \text{mínimo} \frac{LSC - x}{3\sigma} ; \frac{x - LSI}{3\sigma}$	σ representa o desvio padrão dos valores amostrais x representa a média dos valores amostrais O maior valor calculado será descartado.

Fonte: Repositorio.unesc.net adaptado pelo autor

O índice Cp indica a variabilidade que é permitida ao processo utilizando a amplitude do mesmo e apenas valores nominais, ou seja, ele não indica o quanto um processo é capaz e sim a potencialidade para que isso ocorra. Sendo assim, utiliza-se em conjunto o indicador Cpk que calcula a distância da média com relação aos limites de especificação observando sempre o menor valor encontrado, dessa forma é possível verificar a capacidade do processo de acordo com os valores reais de medição encontrados. Para análise dos resultados encontrados para o Cp e Cpk entende-se como consenso que um processo é capaz quando está acima de 1,33, incapaz quando está abaixo de 1 e potencialmente capaz quando está entre esses valores.

3 METODOLOGIA

A metodologia engloba todo o processo de desenvolvimento do trabalho de graduação, desde a fase inicial, onde o tema é formulado, até a conclusão e escrita da dissertação. Para o desenvolvimento deste trabalho foi realizada uma pesquisa descritiva ou também denominada de estudo de caso, cujo objetivo é alcançar esclarecimento sobre o assunto estudado, analisando e comparando informações sobre o objeto de estudo.

Para Yin (2001) o estudo de caso ocorre quando, se faz uma questão do tipo “como” ou “por que” sobre um conjunto de acontecimentos, sobre o qual se tem pouco ou nenhum controle. Para tal, o desenvolvimento foi feito em cinco fases principais: a formulação do tema e revisão literária, planejamento, coleta e análise de dados, aplicação da filosofia Lean Manufacturing e análise dos resultados encontrados.

Após a escolha do tema, foi feita a pesquisa bibliográfica para elucidar e aumentar o conhecimento, por meio de livros, dissertações, trabalhos de graduação, Internet e artigos. De forma conjunta à pesquisa bibliográfica, foi feito o planejamento das ações a serem tomadas durante o desenvolvimento do trabalho, com descrição das atividades, responsáveis para realização e cronograma.

Através desse planejamento foi definido que a coleta e análise de dados seria retirada do processo de medição de uma empresa de autopeças através da amostra de duas peças, com cento e vinte dados de coleta para cada uma. Esta tarefa foi realizada de forma manual por uma ou duas pessoas através da observação do processo e para facilitar a análise organizou-se esses dados em planilhas, as quais foram utilizadas como medidores de desempenho do processo

atual e auxiliadora na etapa de elaboração da carta de controle estatístico e mapa de fluxo de valor.

Posterior a essa análise foi feita a implementação das ferramentas da Filosofia Lean, as quais foram definidas por meio da análise dos dados coletados anteriormente. Após o encerramento das quatro primeiras etapas, inicia-se o processo de encerramento da pesquisa descritiva que se caracteriza pela coleta e análise dos resultados encontrados com a implementação das ferramentas Lean, nesta fase foi possível realizar as conclusões e observar os efeitos da implementação da Filosofia Lean em um estudo de caso real.

4 DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento deste trabalho, como citado anteriormente, os procedimentos foram realizados em cinco etapas principais, as quais elucidam a importância do tema e dão margem para resolução de novos problemas que abordem o mesmo título ou similares.

A primeira etapa consiste na formulação do tema e revisão literária, a escolha do tema consistiu nos pontos relevantes do assunto e possibilidade de aplicação do mesmo, a revisão foi acerca das ferramentas e assuntos utilizados para a resolução do estudo de caso. Na segunda etapa foi feito o planejamento de todo o desenvolvimento do estudo de caso, quais seriam as etapas seguintes, os objetivos a serem alcançados com a implementação das melhorias e quais seriam as ferramentas Lean utilizadas. As etapas posteriores ao planejamento englobam toda a parte de coleta de dados e análise de resultados, de forma que nesse tópico apenas será abordado de forma superficial como foram elas foram feitas e no tópico em sequência será tratado de forma mais elucidada quais foram os dados e resultados obtidos com este estudo de caso.

A terceira etapa definida pela coleta e análise de dados foi feita através da observação do processo numa amostragem de peças para realizar o levantamento dos números de medição obtidos. Para que a análise fosse feita de forma mais ampla foi elaborada uma carta de controle estatístico do processo para verificar a capacidade do mesmo e se as medições se encontravam dentro dos limites de especificação, visto isso foi necessário também a elaboração de um mapa de fluxo de valor (VSM) para que dessa forma fosse possível visualizar todo o fluxo que causava gargalos e folgas no processo produtivo, bem como possíveis problemas encontrados aquém do processo de estudo inicial.

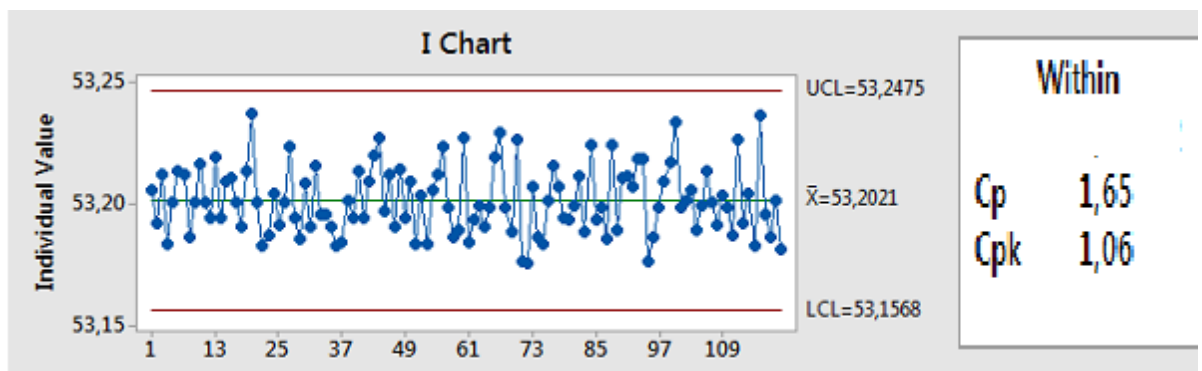
A quarta etapa do desenvolvimento, após a análise de todos os dados, foi a aplicação de forma efetiva da filosofia Lean que como visto na revisão bibliográfica consiste resumidamente na eliminação de desperdícios e, de acordo com os dados o processo inicial com determinado número de máquinas não se fazia necessário para todas as peças de forma que foi possível eliminar esse custo excessivo para algumas peças definidas como capazes de produzir dentro dos limites, tais dados serão apresentados no tópico de resultados e discussão.

A quinta e última etapa foi a análise dos dados encontrados após a aplicação da filosofia Lean Manufacturing, tais resultados objetivam uma redução significativa em desperdício, custos, mão de obra, tempo além do nivelamento da ocupação das máquinas para que não haja gargalos e nem folgas excessivas

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

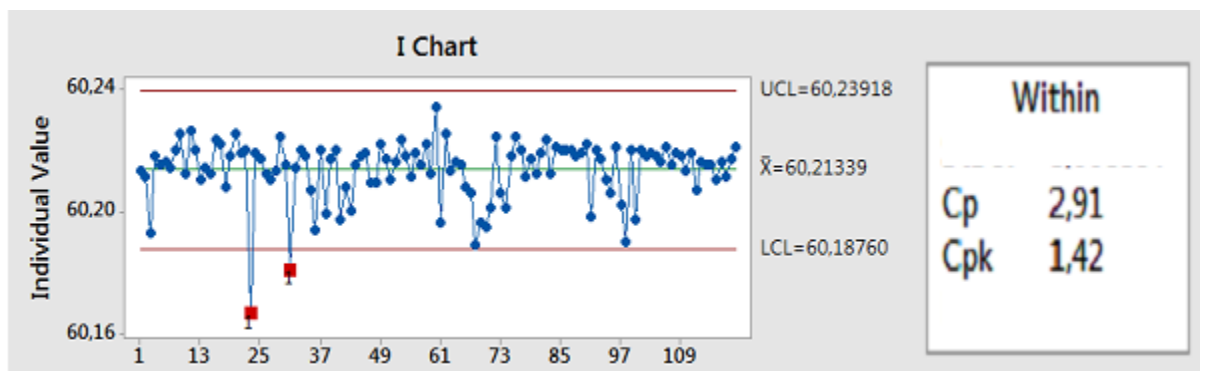
Inicialmente foi realizada uma carta de controle estatístico com os dados coletados do processo para verificar se as peças estudadas eram capazes e estavam sendo produzidas dentro dos limites de especificação. Foram coletados dados de dezenove peças que passam por até dois processos de medição que são realizados por cinco máquinas, sendo essas peças divididas em dois grupos, com abas e sem abas, apenas sete obtiveram resultados de Cp e CPK acima de 1,33, ou seja, têm capacidade. Abaixo seguem os valores encontrados para as peças com capacidade aceitável.

Figura 5: Carta CEP - Peça 1



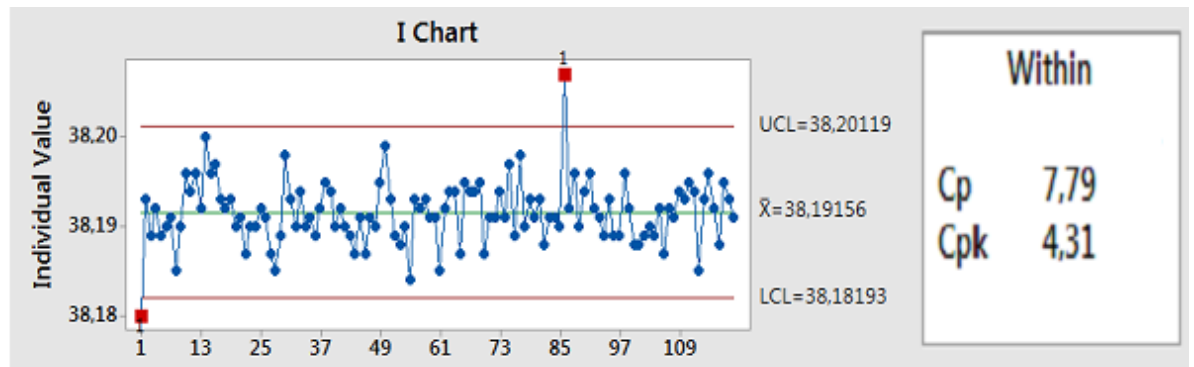
Fonte: Elaborado pelas autoras

Figura 6: Carta CEP - Peça 2



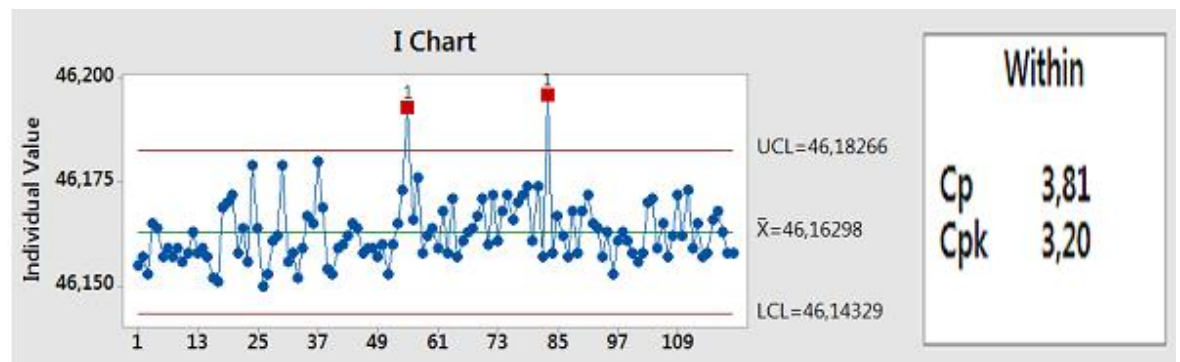
Fonte: Elaborado pelas autoras

Figura 7: Carta CEP - Peça 3



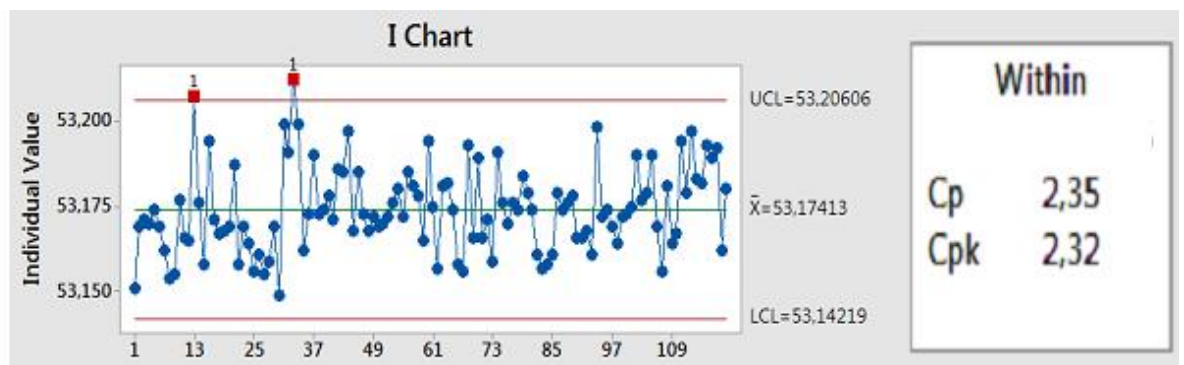
Fonte: Elaborado pelas autoras

Figura 8: Carta CEP - Peça 4



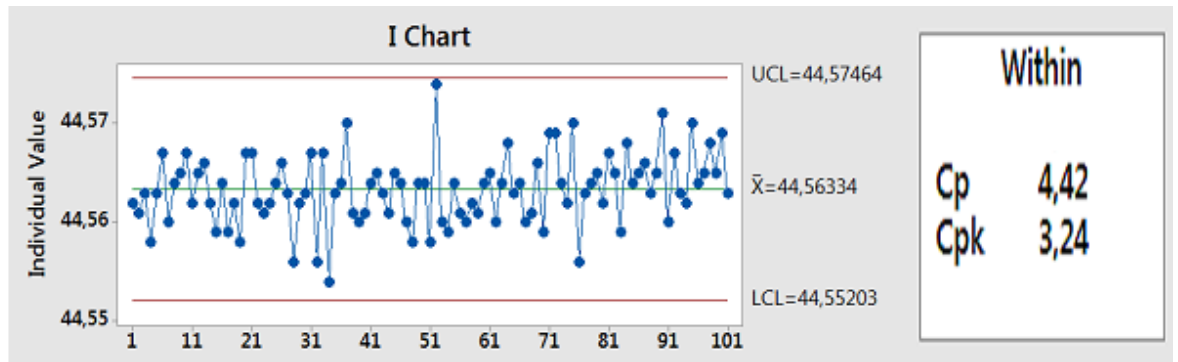
Fonte: Elaborado pelas autoras

Figura 9: Carta CEP - Peça 5



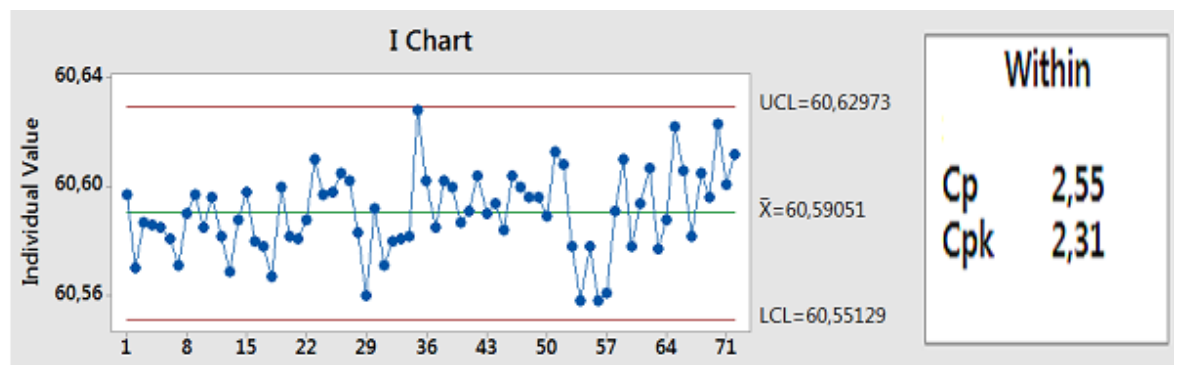
Fonte: Elaborado pelas autoras

Figura 10: Carta CEP - Peça 6



Fonte: Elaborado pelas autoras

Figura 11: Carta CEP - Peça 7



Fonte: Elaborado pelas autoras

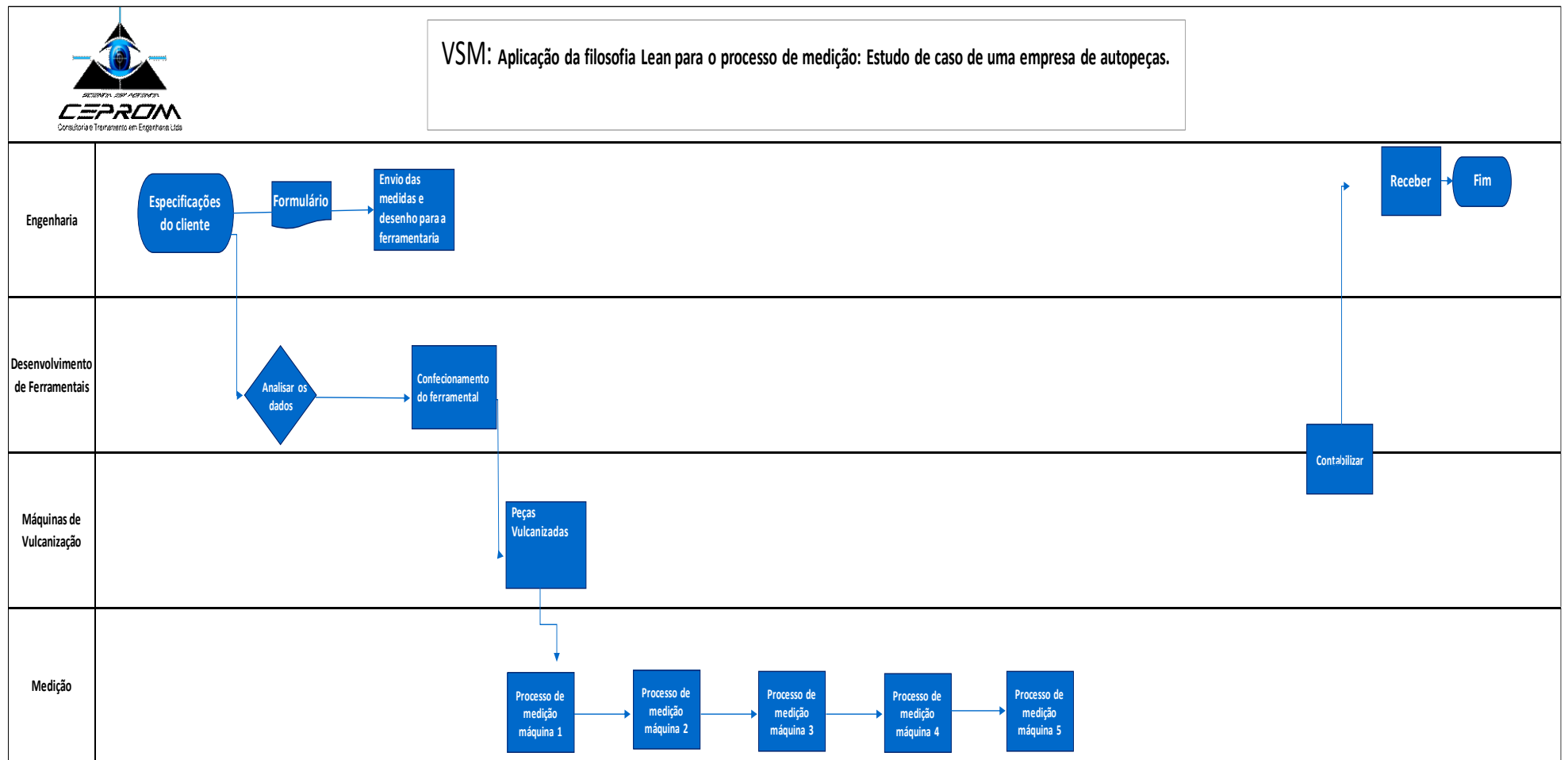
A peças que não se encontravam dentro dos limites de especificação e possuíam um CPK abaixo de 1,33 foram encaminhadas para a área de melhoria com a finalidade de avaliar o processo e verificar as causas de seu descontrole.

Posteriormente, foi realizado o mapeamento do processo produtivo através do mapa do fluxo de valor para verificar os gargalos e desperdícios no processo. Ambos os grupos de peças citados anteriormente passavam por processos iguais, desde o desenvolvimento de suas partes metálicas, vulcanização e medição, mudando apenas o design do ferramental.

No desenvolvimento do Mapa de Fluxo de Valor dividimos seus processos em cinco grupos para alinhar de acordo com a amostragem das peças estudadas:

- 1° Grupo: envio das especificações do cliente para o setor de engenharia;
- 2° Grupo: desenvolvimento dos ferramentais conforme especificação do cliente;
- 3° Grupo: Vulcanização;
- 4° Grupo: Medição;
- 5° Grupo: Finalização do processo;

Figura 12: VSM Atual



Fonte: Elaborado pelas autoras

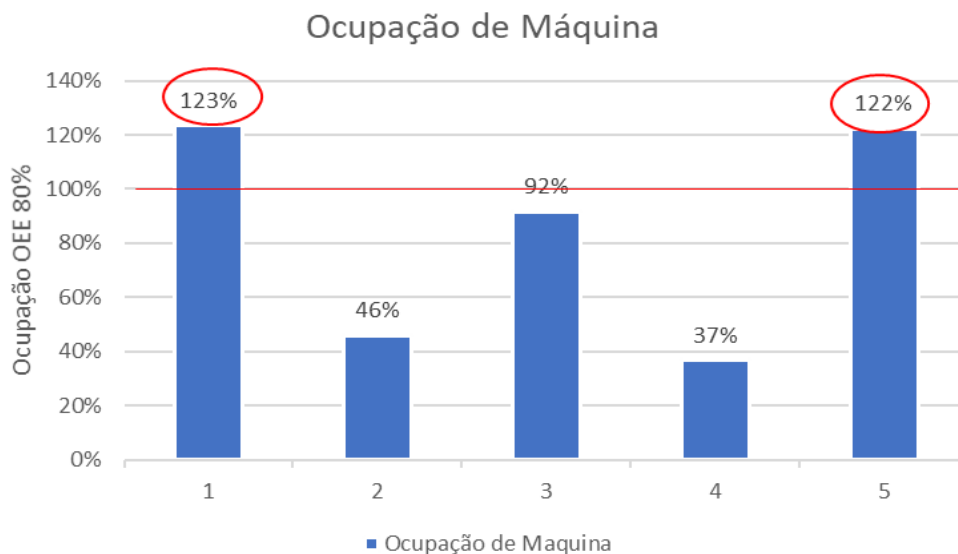
Para realizar o cálculo de ocupação das máquinas e PPH (peças por hora) utilizamos os dados coletados do processo, os quais foram muito importantes para ajudar a avaliar juntamente com a carta estatística e o VSM a situação atual do processo. Sendo assim, os dispusemos em uma tabela e montamos um gráfico para visualizar de forma mais clara.

Figura 13: Dados coletados do processo

Current										
Wave	Peça	Com Aba	VOLUME PER YEAR	Machine	OPERATOR	Machine A	Machine B	PPH	OEE 80%	CPK
1	1	Com Aba	172428	1	1	YES	YES	240	16,0%	4,31
1	2	Sem Aba	171864	2	1	YES	YES	240	15,9%	
1	3	Com Aba	160764	1	1	YES	YES	211	16,9%	
1	4	Com Aba	422400	1	1	YES	YES	276	34,0%	2,81
1	5	Sem Aba	187068	1	1	YES	YES	240	17,3%	1,42
1	6	Com Aba	213180	1	1	YES	YES	276	17,2%	1,14
1	7	Sem Aba	213408	1	1	YES	YES	216	22,0%	
2	8	Sem Aba	14400	2	1	YES	YES	275	1,2%	
2	9	Com Aba	1104000	3	1	NO	YES	276	88,9%	
2	10	Com Aba	34560	3	1	NO	YES	276	2,8%	
2	11	Com Aba	200000	2	1	NO	YES	276	16,1%	
3	12	Sem Aba	0	3	1	YES	YES	240	0,0%	
4	13	Com Aba	761460	5	1	YES	YES	300	56,4%	
4	14	Com Aba	9840	5	1	YES	YES	250	0,9%	
4	15	Com Aba	365520	5	1	YES	YES	250	32,5%	
4	16	Com Aba	365520	5	1	YES	YES	250	32,5%	
3	17	Sem Aba	147840	4	1	YES	YES	276	11,9%	
3	18	Sem Aba	306336	4	1	YES	YES	275	24,8%	1,06
3	19	Sem Aba	158496	2	1	YES	YES	275	12,8%	

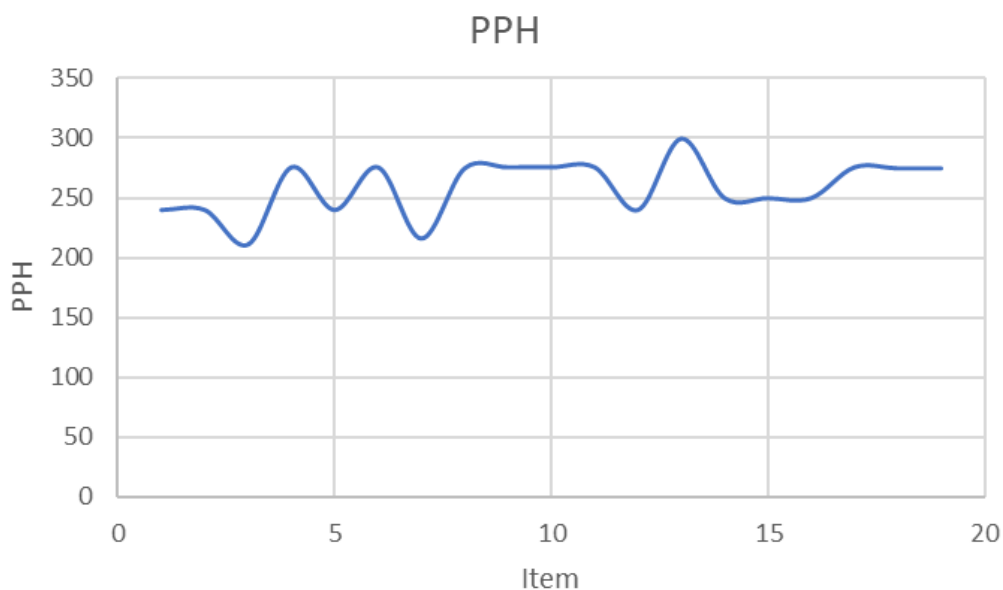
Fonte: Elaborado pelas autoras

Figura 14: Gráfico de ocupação de máquinas



Fonte: Elaborado pelas autoras

Figura 15: PPH Atual



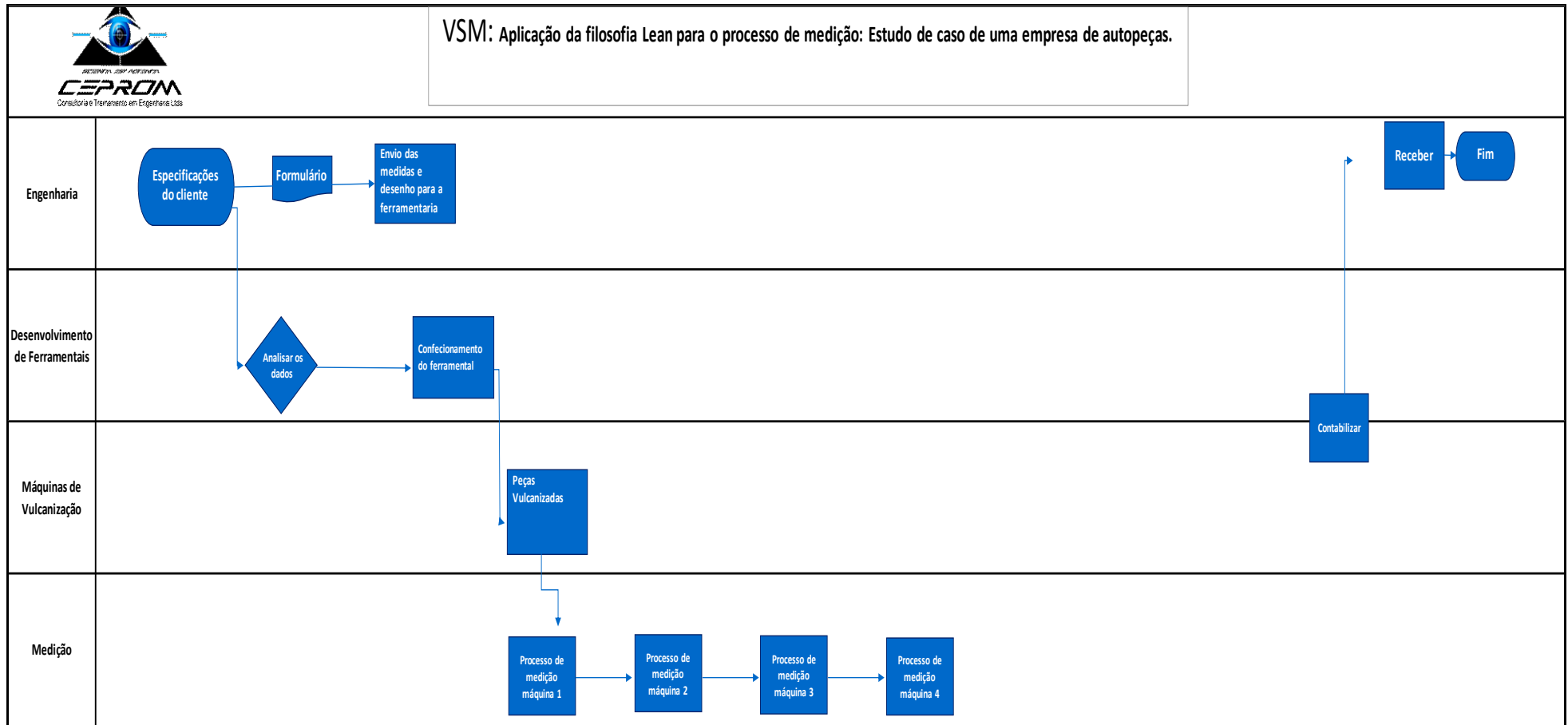
Fonte: Elaborado pelas autoras

De acordo com os dados coletados e desenho do VSM é possível verificar que há uma geração de custos excessiva sobre tempo, mão de obra e ocupação de máquinas pois como abordado ao longo desse estudo de caso o cliente em questão não paga para que sejam realizadas tais medições.

O processo atual onera custos com mão de obra ao disponibilizar colaboradores para realizar a atividade de medição, custos com tempo pois a produtividade é desacelerada devido às medições, ocupação de máquina pois enquanto temos máquinas com longo tempo de ociosidade há outras que trabalham acima de sua capacidade podendo gerar falhas e custos relacionados a produtividade devido ao desnivelamento do PPH.

Dessa forma, a proposta de melhoria para esse estudo de caso é aplicar a filosofia Lean de eliminação de desperdícios, reduzindo de cinco para quatro máquinas que realizam as medições o que conseqüentemente acarretará no nivelando do PPH das máquinas, balanceando das ocupações, redução de custo de mão de obra, máquina e tempo. Os novos dados para a proposta encontram-se a seguir:

Figura 16: VSM Futuro



Fonte: Elaborado pelas autoras

Figura 17: Proposta de melhoria

Propose					
Machine	OPERATOR	Machine A	Machine B	PPH	OEE 80%
1	1	NO	NO	360	10,6%
1	1	NO	NO	360	10,6%
1	1	NO	NO	360	9,9%
1	1	NO	NO	360	26,1%
1	1	NO	NO	360	11,5%
1	1	NO	NO	360	13,2%
1	1	NO	NO	360	13,2%
2	1	NO	NO	360	0,9%
2	1	NO	NO	360	68,1%
2	1	NO	NO	360	2,1%
2	1	NO	NO	360	12,3%
3	1	NO	NO	360	0,0%
4	1	YES	YES	300	56,4%
4	1	YES	YES	250	0,9%
4	1	YES	YES	250	32,5%
4	1	YES	YES	250	32,5%
3	1	NO	NO	360	9,1%
3	1	NO	NO	360	18,9%
3	1	NO	NO	360	9,8%

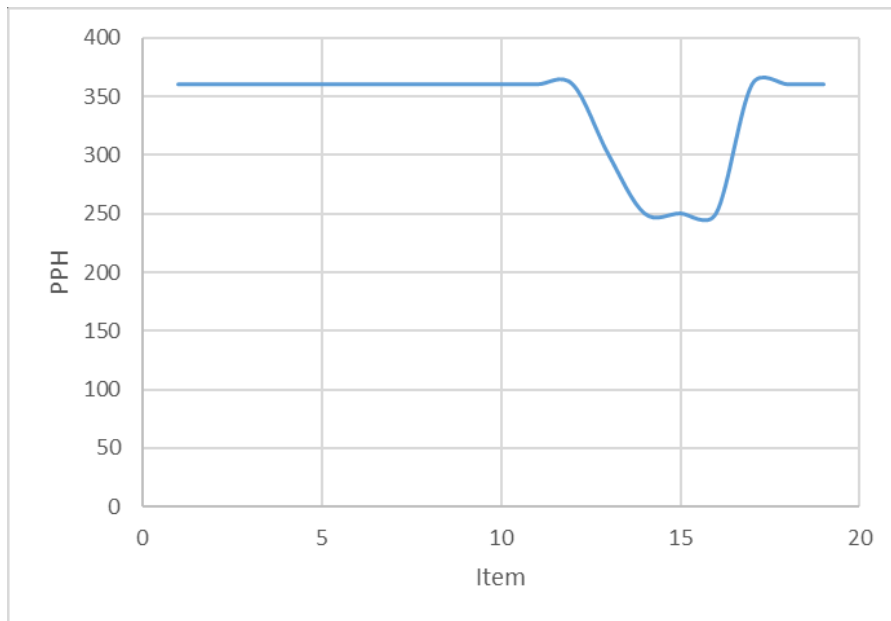
Fonte: Elaborado pelas autoras

Figura 18: Novo gráfico de ocupação de máquinas



Fonte: Elaborado pelas autoras

Figura 19: Novo PPH



Fonte: Elaborado pelas autoras

Abaixo foi elaborado um comparativo dos resultados encontrados após aplicação da filosofia Lean. Observa-se que houve a redução de 81% de ocupação das máquinas e ganho de 1532 peças na produtividade com o nivelamento do PPH.

Figura 20: Comparativo ocupação de máquina

Ocupação de máquina		
Maquina	Atual	Proposta
1	123%	95%
2	46%	84%
3	92%	88%
4	37%	72%
5	122%	
Total	420%	339%

Fonte: Elaborado pelas autoras

Figura 21: Comparativo de PPH

Peça	Com Aba	PPH ATUAL	PPH NOVO
1	Com Aba	240	360
2	Sem Aba	240	360
3	Com Aba	211	360
4	Com Aba	276	360
5	Sem Aba	240	360
6	Com Aba	276	360
7	Sem Aba	216	360
8	Sem Aba	275	360
9	Com Aba	276	360
10	Com Aba	276	360
11	Com Aba	276	360
12	Sem Aba	240	360
13	Com Aba	300	300
14	Com Aba	250	250
15	Com Aba	250	250
16	Com Aba	250	250
17	Sem Aba	276	360
18	Sem Aba	275	360
19	Sem Aba	275	360
	Total	4918	6450

Fonte: Elaborado pelas autoras

6 CONCLUSÃO

Por meio desse trabalho de graduação foi possível evidenciar a eficiência e eficácia da Filosofia Lean para redução de desperdícios nos processos de medição, pois através do pensamento enxuto e uso de suas ferramentas é possível alcançar redução de custos e tempo no processo. Dentre as ferramentas citadas o VSM tem grande importância para verificar as ineficiências, gargalos e folgas do processo, afim de mapear e controlar toda a cadeia produtiva. Além disso, a carta de controle estatístico do processo (CEP) permite um acompanhamento preciso através da coleta e análise de dados para que seja possível verificar o atendimento aos limites especificados pelo cliente e controlar e corrigir rapidamente qualquer tendência de desvio do mesmo.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, V. F. **TQC - Controle da Qualidade Total**. 2. ed. Belo Horizonte: Bloch Editores, 1992.

CARNEIRO NETO, W. **Controle estatístico de processo CEP [CDROM]**. Recife: UPE-POLI; 2003.

COSTA, R.S. E JARDIM, E.G.M. - **Os Cinco Passos Do Pensamento Enxuto**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.trilhaprojetos.com.br>>. Acesso em: 10 de maio de 2019.

FRANCISCO, F. S. **Estudo do controle estatístico de processo como ferramenta para o gerenciamento de uma unidade fabril de revestimentos cerâmicos**. Criciúma, 2015. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/3723/1/Fabiano%20da%20Silva%20Francisco.pdf>>. Acesso em: 15 de setembro de 2019.

LEAN INSTITUTE BRASIL, **Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM) Estado Futuro**. BRASIL: 1998-2019. Disponível em: <[https://www.lean.org.br/conceitos/72/mapeamento-do-fluxo-de-valor-\(vsm\)---estado-atual-e-futuro.aspx](https://www.lean.org.br/conceitos/72/mapeamento-do-fluxo-de-valor-(vsm)---estado-atual-e-futuro.aspx)>. Acesso em 10 de setembro de 2019.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Muda, Mura, Muri - Tipos Atividades que Geram Desperdícios**. Brasil, 1998-2019. Disponível em: <<https://www.lean.org.br/conceitos/78/muda,-mura,-muri---tipos-atividades-que-geram-desperdicios.aspx>>. Acesso em 3 de junho de 2019.

LIMA, A.A.N.; LIMA, J.R.; SILVA, J.L.; ALENCAR, J.R.B.; SOARES SOBRINHO, J.L.; LIMA, L.G.; ROLIM NETO, P.J. **Aplicação do controle estatístico de processo na indústria farmacêutica**. Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/Cien_Farm/article/view/380/364>. Acesso em: 13 de setembro de 2019.

LINDGREN, P. **APOSTILA DE ENGENHARIA- ANALISTA DE MELHORIA CONTINUA – CEPROM**, Taubaté, 2019.

OHNO, T. **Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production**. Cambridge, MASSACHUSETTS, PRODUCTIVITY PRESS, 1988

OSADA, Takashi. **Housekeeping, 5 s's: seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke**. 4 ed. São Paulo: Instituto IMAN, 2010

Paranthaman D. **Controle de qualidade**. São Paulo: McGrawHill Ltda; 1990. p.118-212.

Ramos, A. W. **CEP para processos contínuos e em bateladas**. São Paulo: Ed Edgard Blucher; 2000. 130p

Ramos, E. M. L. S. **Aperfeiçoamento e desenvolvimento de ferramentas do controle estatístico de qualidade - utilizando quartiz para estimar o desvio padrão**. [Tese] Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2003.

RODRIGUES, M. V. **Sistema de Produção Lean Manufacturing**. CAMPUS, 2015
ROTHER, M.; SHOOK, J. **Learning to See - Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda**. The Lean Enterprise Institute, MA, USA, 1998

SHINGO, S. A. **Revolution in Manufacturing: The SMED System**. Productivity Press. Cambridge, MA, 1985

SHINOHARA, ISAO. **New Production System: Jit Crossing Industry Boundaries**. PRODUCTIVITY PRESS, 1988.

SOARES, A. **Sistema Toyota de produção**. Paracatu, 2013. Disponível em: <<https://administradores.com.br/artigos/sistema-toyota-de-producao>>. Acesso em 20 de maio de 2019

TOYOTA. **Sistema Toyota De Produção (Toyota Production System)**. Brasil, 2019. Disponível em: <<https://www.toyota.com.br/mundo-toyota/toyota-production-system/>>. Acesso em 25 de maio de 2019.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.