UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA – *CAMPUS* PATOS DE MINAS
ENGENHARIA ELETRÔNICA E DE TELECOMUNICAÇÕES

LEAN MANUFACTURING
APLICADO A UMA OFICINA MECÂNICA

MATHEUS EDUARDO LUCAS

Patos de Minas - MG
2019

MATHEUS EDUARDO LUCAS

LEAN MANUFACTURING
APLICADO A UMA OFICINA MECÂNICA

Trabalho de conclusão de curso 2 apresentado à banca examinadora como requisito parcial de avaliação da disciplina de TCC2 da graduação em Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações, da Faculdade de Engenharia Elétrica, da Universidade Federal de Uberlândia, *Campus* Patos de Minas.

Orientadora: Profa. Dra. Elise Saraiva

Patos de Minas - MG
2019

MATHEUS EDUARDO LUCAS

LEAN MANUFACTURING APLICADO A UMA OFICINA MECÂNICA

Trabalho de conclusão de curso 2 apresentado à banca examinadora como requisito parcial para a aprovação na disciplina de TCC2 da graduação em Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações, da Faculdade de Engenharia Elétrica, da Universidade Federal de Uberlândia, *Campus* Patos de Minas.
Orientadora: Profa. Dra. Elise Saraiva

Patos de Minas, 13 de Novembro de 2019

COMISSÃO EXAMINADORA:

Profa. Dra. Elise Saraiva
Universidade Federal de Uberlândia
Orientadora

Prof. Dr. Júlio Cezar Coelho
Universidade Federal de Uberlândia
Examinador

Prof. Dr. Peterson Elizandro Gandolfi
Universidade Federal de Uberlândia
Examinador

RESUMO

A filosofia *Lean Manufacturing* vai ao encontro da necessidade por pregar a busca da melhoria contínua através do aperfeiçoamento de técnicas, procedimentos e eliminação de desperdícios nos processos. Isto permite que as empresas alcancem melhores custos, flexibilidade, qualidade e atendimento. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é elucidar o conceito de produção enxuta e explanar as inúmeras vantagens que a adoção de práticas *Lean* podem gerar a uma organização, ainda que esta seja uma empresa de serviços. Para tanto, realiza-se primeiramente uma contextualização histórica do *Lean Manufacturing*, bem como a explicação dos seus cinco princípios e dos sete tipos de desperdícios que este sistema procura mitigar, e em seguida são apresentadas as principais ferramentas utilizadas para atingir os objetivos do *Lean* em uma organização, sendo então possível que seja aplicado no ambiente de uma oficina mecânica, então após a aplicação dos conceitos que melhor se encaixam no ambiente e orçamento da oficina resultando na redução do desperdício no tempo de prestação de serviços e também na melhor organização do espaço utilizado.

Palavras-chave: Lean Manufacturing, desperdícios, ferramentas Lean.

ABSTRACT

The Lean Manufacturing philosophy responds to this need by lecturing the quest for continuous improvement through the enhancement of techniques, procedures, and removal of waste from processes. This enables companies to achieve better costs, flexibility, quality, and customer services. In this context, the paper's objective is to clarify the concepts of lean production, and to elaborate on the countless advantages of how an organization can benefit from adopting Lean tactics even if it is a service company. Therefore, first of all, it is established a historical context of Lean Manufacturing as well as an explanation of its five principles and seven waste types which this system aims to eliminate, following with the main tools used to achieve the Lean objectives in an organization, it is then possible to be applied in the environment of a mechanical workshop, then after the application of the concepts that best fit the environment and budget of the workshop resulting in the reduction of waste in the time of service rendering and also in the best organization of the space used

Key words: Lean Manufacturing, waste, Lean tools.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo Sistema Toyota de Produção.....13
Figura 2: Processo Puxado e Processo Empurrado.....17
Figura 3: 7 desperdícios do Lean Manufacturing.....18
Figura 4: Etapas percorridas pelo sistema Kanban com um cartão.....21
Figura 5: Etapas percorridas pelo sistema Kanban com dois cartões.....21
Figura 6: Esquemático do mapeamento de fluxo de valores.....23
Figura 7: Foto real da oficina.....27
Figura 8: Simulação da disposição inicial dos equipamentos na oficina visão frontal e corredor.....28
Figura 9: Simulação da disposição inicial dos equipamentos na oficina visão cômodo dos fundos.....28
Figura 10: Simulação da disposição final, após a aplicação total de todos os conceitos determinados para esse projeto, visão frontal.....30
Figura 11: Simulação da disposição final, após a aplicação total de todos os conceitos determinados para esse projeto, visão frontal e corredor.....31
Figura 12: Simulação da disposição final, após a aplicação total de todos os conceitos determinados para esse projeto, visão do cômodo dos fundos.....31
Figura 13: Simulação da disposição final, após os conceitos que foram possíveis sua aplicação, visão frontal e corredor.....33
Figura 14: Simulação da disposição final, após os conceitos que foram possíveis sua aplicação, visão do cômodo dos fundos.....33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

JIT (Just In Time)

MFV (Mapeamento do Fluxo de Valores)

STP (Sistema Toyota de Produção)

TRF (Troca rápida de ferramentas)

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 10

1.1. INTRODUÇÃO 10

1.2. TEMA 10

1.3. PROBLEMATIZAÇÃO 10

1.4. HIPÓTESES 11

1.5. OBJETIVOS 11

1.5.1 OBJETIVOS GERAIS 11

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 11

CAPÍTULO 2 13

2.1 BREVE HISTÓRIA 13

2.2. OS CONCEITOS APLICADOS EM LEAN MANUFACTURING 14

2.2.1 INTEGRAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA DE MANUFATURA 15

2.2.2 QUALIDADE 15

2.2.3 FLEXIBILIDADE DO PROCESSO 15

2.2.4 PRODUÇÃO DE ACORDO COM A DEMANDA 15

2.2.5 COMPROMISSO COM CLIENTES E FORNECEDORES 15

2.2.6 REDUÇÃO DE CUSTOS DE PRODUÇÃO 16

2.3. OS 5 PRINCÍPIOS DO LEAN MANUFACTURING 16

2.3.1 VALOR 16

2.3.2 FLUXO DE VALOR 16

2.3.3 FLUXO CONTÍNUO 16

2.3.4 PRODUÇÃO PUXADA 16

2.3.5 PERFEIÇÃO 17

2.4. SETUP 17

2.4.1 REDUÇÃO DE SETUP 17

2.5. OS 7 TIPOS DE DESPERDÍCIOS 18

2.5.1 ESPERA 19

2.5.2 DEFEITO 19

2.5.3 TRANSPORTE 19

2.5.4 MOVIMENTAÇÃO 19

2.5.6 EXCESSO DE PRODUÇÃO 19

2.5.7 SUPERPROCESSAMENTO 20

2.6. CONCEITO KANBAN 20

2.7. CONCEITO KAIZEN **22**

2.8. 4 OS DO MODELO TOYOTA **22**

2.9. MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALORES (MFV) **22**

2.10.1 SEIRIE (Utilização) **23**

2.10.2 SEITON (Organização) **23**

2.10.3 SEISOU (Limpeza) **24**

2.10.4 SEIKETSU (Saúde) **24**

2.10.5 SHITSUKE (Disciplina) **24**

2.11. CRONOANÁLISE **24**

2.12. PADRONIZAÇÃO **25**

2.13. POKA-YOKE **25**

CAPÍTULO 3 ..... **26**

3.1. CONCEITOS APLICADOS **26**

3.2. MUDANÇAS PROPOSTAS **27**

3.2.1 DESCRIÇÃO DA OFICINA E DISPOSIÇÃO DE EQUIPAMENTOS **27**

3.2.2 APLICAÇÃO DOS CONCEITOS **29**

CAPÍTULO 4 ..... **32**

4.1. RESULTADOS **32**

CAPÍTULO 5 ..... **35**

5.1. CONCLUSÃO **35**

REFERÊNCIAS **36**

CAPÍTULO 1

1.1. INTRODUÇÃO

Diante de um mercado tão competitivo, as empresas têm uma necessidade tamanha para se manter em constante atualização dos métodos de gestão, tendo em vista trazer maior eficiência em processos de produção (ANTUNES, 2008).

1.2. TEMA

O tema desta pesquisa está relacionado ao estudo do sistema *Lean Manufacturing* e, suas aplicações, nas diversas áreas de uma oficina mecânica, procurando minimizar o tempo, o custo do serviço prestado e o desgaste causado nos funcionários.

1.3. PROBLEMATIZAÇÃO

O Lean Manufacturing tem como objetivo a melhora produtiva através da redução dos desperdícios comuns, de modo a amenizar os custos com aquilo que é desnecessário.

Abaixo seguem 8 desperdícios comuns que podem ser tratados com a aplicação dos conceitos de Lean Manufacturing:

- Produtos defeituosos: Defeitos na produção que leva a retrocessos, levando ao maior tempo gasto com atividades desnecessárias.

- Produção excessiva: Alta produção quando a demanda é pequena. Aumenta as movimentações e o estoque.

- Estocagem: Leva a produtos danificados. Normalmente, este item esconde outros problemas como desbalanceamento produtivo e defeitos.

- Movimento de pessoas/máquinas excessivo: Movimentação inútil por parte de pessoas e recursos como, por exemplo, procurar peças e empilhar produtos.

- Transporte desnecessário: Movimento de estoques por longas distâncias ou de forma ineficiente.

- Espera ou ociosidade: Referente ao trabalhador ou maquinário que espera para realizar sua função de trabalho devido a atrasos, problemas no estoque e interrupções.

- Processamento excessivo: Passos desnecessários, que não agregam valor ao cliente, presentes no processo.

- Ideias e conhecimento: Não aproveitamento das habilidades e ideias dos trabalhadores.

A aplicação desta filosofia consiste em encontrar estes desperdícios no ambiente e reduzi-los, ou seja, ir aonde o problema acontece e eliminar os procedimentos onde não há valor agregado ao cliente, uma vez que ele não está disposto a pagar por isso. É de extrema importância o conhecimento detalhado dos processos envolvidos e aplicação das ferramentas adequadas para torná-los mais eficientes. É dessa forma que se atinge a qualidade total, que é um dos preceitos e foco do Lean.

Inúmeras ferramentas são utilizadas neste percurso em busca da redução dos desperdícios e da melhoria contínua. E certamente, quando o assunto é melhoria contínua com disciplina e organização, o 5S é o carro-chefe em pauta. Outras de grande importância são o Kaizen, o Sistema Puxado de produção, o mapeamento de processos, entre muitas alternativas presentes para melhorar do sistema produtivo.

Neste sentido, no trabalho aqui apresentado, tal ferramenta será aplicada no ambiente de uma oficina mecânica, visando a melhora significativa de tempo em execuções de serviços com o mínimo de perdas possíveis e, visando o aumento de lucros conseguindo a minimização de gastos e de desperdícios.

1.4. HIPÓTESES

O sistema Lean tem se mostrado muito aderente ao ambiente industrial, de forma a ser considerado indispensável quando o assunto é a redução de custos operacionais. Acredita-se que este sistema pode trazer os mesmos benefícios, como redução de perdas e de custos, em ambientes comerciais.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVOS GERAIS

Estudar o sistema Lean e verificar se o mesmo pode ser aplicado, de forma eficaz, em áreas distintas daquela para onde o mesmo foi projetado, como por exemplo, em uma oficina mecânica.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Estudar o conceito Lean Manufacturing e com isso obter sua aplicação em uma oficina mecânica;
- Verificar os resultados obtidos através da aplicação do Lean em uma oficina mecânica;
- Comparar os resultados obtidos após a aplicação dos conceitos com o que se tinha antes da aplicação destes conceitos, observando se a aplicação surtiu efeito esperado e satisfatório;

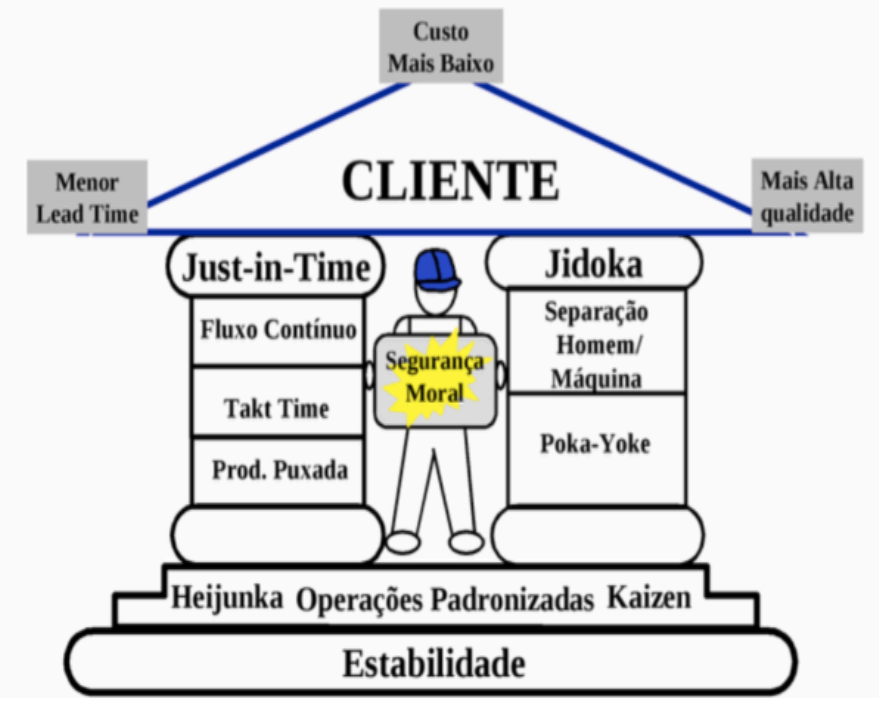
CAPÍTULO 2

2.1 BREVE HISTÓRIA

O Lean Manufacturing também conhecido como Sistema Toyota de Produção teve sua criação no Japão. Os propagadores deste método foram: o fundador da Toyota e mestre de invenções Toyoda Sakichi e, seu filho Toyoda Kiichiro, após a Segunda Guerra Mundial. Em 1950 Eiji Toyoda saiu em busca de conhecer as fábricas da Ford, pois sua produção era quase o dobro da produção da Toyota naquela época. Nesta visita, Eiji percebeu que seria impossível a aplicação do método Rouge que era aplicado na Ford, devido a condição econômica do Japão após a Segunda Guerra. Eiji já de volta ao Japão começou, junto a Taiichi Ohno, a desenvolver o conceito de produção chamado de Sistema Toyota de Produção (WOMACK et al, 2004, CORREA, 2007). O principal objetivo era reduzir desperdícios e conseguir uma maior qualidade nos produtos em um curto prazo para entrega para os clientes. Diante disso, o foco era de se produzir cada vez mais com menos. E este sistema foi chamado de "A máquina que mudou o mundo" por James P. Womack e Daniel T. Jones em seu livro, obra publicada em 1990 nos Estados Unidos.

O Sistema Toyota de Produção (STP) tem como bases fundamentais o *Just in Time* e o *Jidoka* como representado na figura 1, a seguir.

Figura 1: Modelo Sistema Toyota de Produção



Fonte: GHINATO (1996).

Na figura 1 tem-se o esquema de pilares do Sistema Toyota de Produção (STP) onde ele se baseia no *Just in Time* e no *Jidoka* onde eles trazem uma estabilidade, juntando todos os procedimentos dos conceitos necessários para que, o cliente receba um produto com ótima qualidade em um tempo menor e, com um ótimo preço. Melhorando assim o mercado consumidor.

Sistema Toyota de Produção (STP) é uma forma de gestão focada na redução de desperdício sendo estes classificados em sete tipos: espera, transporte, excesso de processamento, superprodução, defeitos, inventário e movimento (WOMACK et al, 2004).

O conceito *Just in Time* determina que se reduza o tempo de produção e de estoque ao mínimo possível, tendo em vista que se produza somente o que o mercado tem necessidade. (GHINATO 1996).

O conceito de automação (*Jidoka*) permite ao funcionário que está desenvolvendo uma certa função, operar mais de uma máquina, tendo assim, maior eficiência na produção. Neste conceito, também há a autonomia do operador, ou da máquina, parar o processo quando detectar alguma anomalia no mesmo (GHINATO 1996).

O principal foco do STP é a redução das perdas a zero e, no caminho para obter as suas metas, tem o JIT e a automação como seus dois pilares de sustentação (GHINATO 1996).

2.2. OS CONCEITOS APLICADOS EM LEAN MANUFACTURING

Deve-se levar em consideração que Lean Manufacturing é um conceito, então, para que haja sucesso na sua implementação deve haver uma mudança considerável na cultura da empresa que está admitindo este conceito (WERKEMA, 2006).

Este conceito foi difundido por Henry Ford no princípio do século XX, que trazia consigo o objetivo de reduzir os valores de unitários das peças com produção em larga escala, com especialização e divisão de trabalho, porém, deveria se ter um estoque e níveis de produção muito grande (OHNO, 1997).

De acordo com o modelo Toyota de Gestão o operário e a gerência devem trabalhar caminhando em uma só direção, para que haja obtenção do sucesso no processo. Toda a responsabilidade da decisão tomada pela empresa se deve a gerência, porém, os operários devem ter a percepção de que sua função é um investimento na empresa. Com isso, existindo reciprocidade e um bom tratamento entre operários e gerência o sucesso será alcançado pela empresa. Mas, lembrando sempre que, a gerência é a autoridade e que deve tomar pulso para

que tudo saia da melhor forma possível, mas, mantendo um clima de cooperação entre as partes. Neste sentido, com a soma desses esforços obtém-se o sistema Toyota de gestão, onde a integração, a cooperação, e a motivação proporcionam um clima melhor para se desenvolver atividades de alto nível (OHNO, 1997).

Assim, os objetivos fundamentais deste sistema são: integração e otimização do sistema de manufatura, qualidade, flexibilidade do processo, produção de acordo com a demanda, ter compromisso com os clientes e fornecedores e, redução de custos de produção. Na sequência será apresentado uma breve explicação para cada um dos itens listados.

2.2.1 INTEGRAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA DE MANUFATURA

Um processo contínuo que visa a redução da quantidade de tarefas, que são inúteis para um processo particular (WOMACK et al, 2004).

2.2.2 QUALIDADE

Nesse processo de manufatura enxuta deve-se obter um produto de qualidade que cumpra com as exigências para se ter uma garantia, e que sejam bem-acabados. Os funcionários devem ser profissionais conhecedores da área para que possam desempenhar um trabalho de qualidade.

2.2.3 FLEXIBILIDADE DO PROCESSO

Quando se consegue materiais com maior agilidade definindo um processo em menor tempo e um custo baixo, tendo então a capacidade de suportar a variação na demanda.

2.2.4 PRODUÇÃO DE ACORDO COM A DEMANDA

A produção se limita aos pedidos dos clientes.

2.2.5 COMPROMISSO COM CLIENTES E FORNECEDORES

A empresa fornecedora do serviço deve manter contato com os clientes e os fornecedores, prestando assim um serviço de qualidade e, entregando um produto de tal forma a respeitar as garantias de qualidades propostas.

2.2.6 REDUÇÃO DE CUSTOS DE PRODUÇÃO

As metas propostas tendem a fazer que o sistema de produção tenha zero defeitos, ou seja, o tempo de preparação seja zero, estoque zero, movimentação zero, quebra zero e lead time zero.

2.3. OS 5 PRINCÍPIOS DO LEAN MANUFACTURING

Lean Manufacturing procura reduzir desperdícios, que são atividades não necessárias, mas promovem um maior custo para o cliente. Tem-se como princípios do Sistema Toyota de Produção, com o objetivo de eliminar desperdícios e tornar-se uma empresa mais maleável respondendo às necessidades dos clientes, e entregando um produto mais barato e em menor tempo (WOMACK e JONES, 2004). Apoia-se em 5 princípios que são:

2.3.1 VALOR

Deve ser definido pelo cliente, gerando assim mais competitividade no mercado e satisfação ao mesmo (WOMACK e JONES, 2004).

2.3.2 FLUXO DE VALOR

Quando se efetua uma análise em toda cadeia produtiva, detectando gastos desnecessários que não agregam valor aos clientes (WOMACK e JONES, 2004).

2.3.3 FLUXO CONTÍNUO

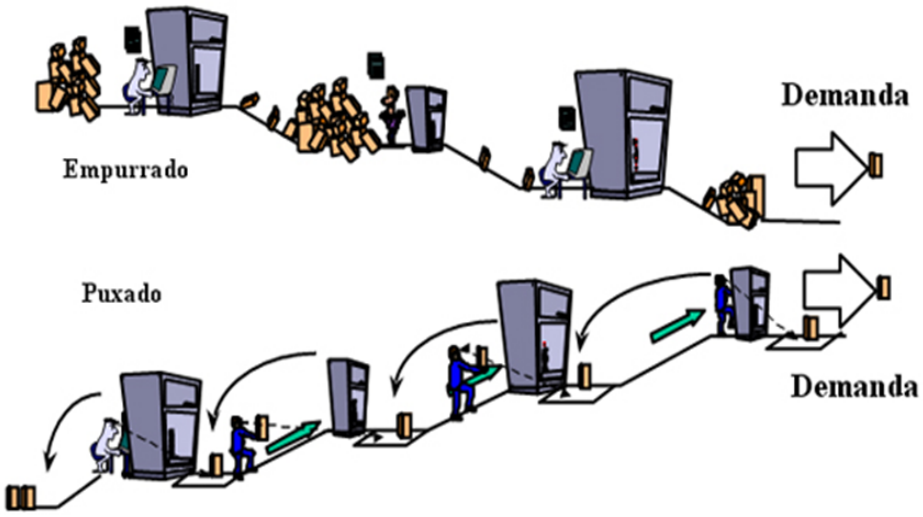
Ocorre quando se cria uma linha de produção sem interrupções, sem desperdícios, e onde o tempo de produção seja mínimo (WOMACK e JONES, 2004).

2.3.4 PRODUÇÃO PUXADA

Quando o cliente puxa o valor, onde é dada a ordem certeira ao processo de produção anterior (WOMACK e JONES, 2004).

A figura 2 demonstra-se o método de produção puxada e a produção empurrada.

Figura 2: Processo Puxado e Processo Empurrado



Fonte: CORRÊA E CORRÊA, 2004.

Na figura acima tem-se os processos de produção empurrada e puxada, onde no processo de produção empurrada todo o processo de produção é feito, sem se levar em conta, se a demanda necessita realmente desta quantidade que está sendo produzida. Já na produção puxada somente se produz aquilo que os clientes realmente necessitam sem promover o acúmulo de mercadorias sem cliente.

2.3.5 PERFEIÇÃO

Ocorre quando se busca sempre um aperfeiçoamento contínuo para se chegar à perfeição (WOMACK e JONES, 2004).

2.4. SETUP

2.4.1 REDUÇÃO DE SETUP

O setup se refere ao procedimento criado por Shigeo Shingo, que consiste em reduzir o tempo em uma troca de produção, de um produto para o outro. Consiste basicamente em uma troca de procedimentos internos em externos, que acarreta uma redução de até 50% no tempo de setup (WERKEMA, 2006).

O tempo de setup segundo Shingo (1996) consiste em dois modelos:

- O setup interno que se dá quando os procedimentos de setup são efetuados com a máquina sem funcionamento. Como, por exemplo, remoção e fixação de matrizes.

- O setup externo que se dá quando os procedimentos de setup são concretizados com a máquina em funcionamento. Por exemplo, transporte de matrizes entre as estações de trabalho.

O método mais eficaz de se obter a redução do setup, é quando se faz a troca rápida de ferramentas (TRF), que é fazer a troca do setup interno em externo. A TRF surge devido as hipóteses propostas por Shingo, ou seja, se seria possível a execução de setup em menos de 10 min (SHINGO, 1996).

2.5. OS 7 TIPOS DE DESPERDÍCIOS

Quando Ohno visitou a Ford pode perceber que o sistema norte americano era cheio de desperdícios (WOMACK et al, 2004).

Segundo Ohno (1997) para se obter uma produção enxuta necessita-se que não ocorra nenhum dos 7 tipos de desperdícios. Segundo Shingo (1996), a defasagem no processo são todas as atividades promovidas que não agregam valor e não contribuem para os processos.

A figura 3 demonstra-se os 7 desperdícios propostos por OHNO (1997).

Figura 3: 7 desperdícios do Lean Manufacturing



Fonte: OHNO (1997)

2.5.1 ESPERA

É o tempo em que o funcionário fica em latência, aguardando material ou, a linha de produção que está atrasada, impossibilitado de dar segmento no processo (OHNO, 1997).

2.5.2 DEFEITO

Ocorrem erros no processo ou na matéria prima, então, ou se tem a troca da peça reiniciando o processo de produção ou, se tem um processo de remanufaturamento da peça, que provoca mais custos (OHNO, 1997). Um método de se prevenir é a existência do controle de qualidade.

2.5.3 TRANSPORTE

Movimentação desnecessária causando uma perca de tempo e um gasto com transporte, aumentando o valor. Os funcionários ou as linhas de produção devem se manter mais próximos para que o processo tenha maior fluência (OHNO, 1997).

2.5.4 MOVIMENTAÇÃO

Movimentos desnecessários em realizações de operações provocados por *layouts* mal feitos, obstáculos no caminho que podem fazer com que o operador tenha que desviar seu curso para chegar ao final do processo (OHNO, 1997). Um estudo de métodos e tempo trazem menores movimentações desnecessárias, tendo então uma melhora na rotina de operações.

2.5.5 EXCESSO DE ESTOQUE

Quando a empresa tem muita matéria prima estocada, sem que tenha o uso necessário, causando então, uma retenção do capital. Isso se deve a fornecedores que não conseguem cumprir os prazos ou por má gestão (OHNO, 1997).

2.5.6 EXCESSO DE PRODUÇÃO

Este é o maior desperdício produzido pela empresa, que pode acarretar vários outros desperdícios, causando assim, gasto de matéria prima, mão de obra, transporte sem necessidade, gerando um excesso de estoque. Isto ocorre devido ao descontrole entre a demanda e a produção (OHNO, 1997).

2.5.7 SUPERPROCESSAMENTO

São processos que acontecem dentro da fábrica que são desnecessários causando um mau desempenho, como exemplo, pode-se mencionar um maquinário usado de forma incorreta. Neste sentido, tem-se então um desperdício, pois esse processo não agrega valor ao serviço ou o produto (OHNO, 1997).

2.6. CONCEITO KANBAN

O Kanban nasceu de uma necessidade para a facilitação de atividades de programação, controle e acompanhamento de sistemas e de lotes de produção (TUBINO, 1997).

Recebe o nome de Kanban por ter como método a utilização dos cartões, com o objetivo de conseguir controlar o fluxo de materiais em um processo produtivo. Normalmente, os cartões utilizados no Kanban são feitos de papelão, muitas vezes tem uma proteção efetuada por envelopes plásticos, contendo as seguintes informações: número e nome do material, fornecedor externo ou processo do fornecedor interno, local do armazenamento e o local onde deve ser consumido. (WERKEMA, 2006).

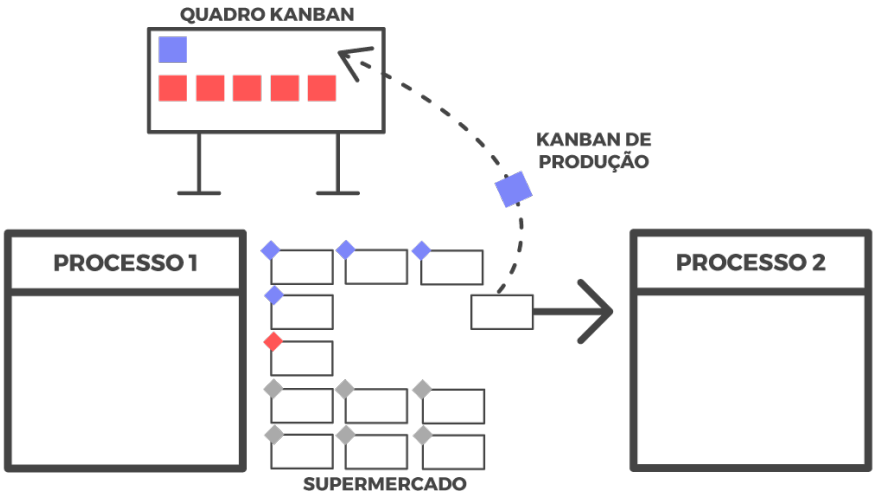
Kanban busca se movimentar apenas quando o cliente de determinado processo solicitar, além disso, tem seu funcionamento a partir de sinalizações para começar a produção e movimentação dos produtos (TUBINO, 1997).

O referido sistema tem dois tipos de dinâmicas para se operar, com um ou com dois cartões.

Com um cartão é utilizado quando o processo cliente fica próximo ao supermercado. Acontece quando o cliente remove peças do supermercado de acordo com a necessidade e, o cartão de produção que estava na caixa é retornado para o quadro (Sistemas de Produção Puxada, Kanban).

A figura 4 mostra o processo do sistema Kanban com um cartão.

Figura 4: Etapas percorridas pelo sistema Kanban de um cartão

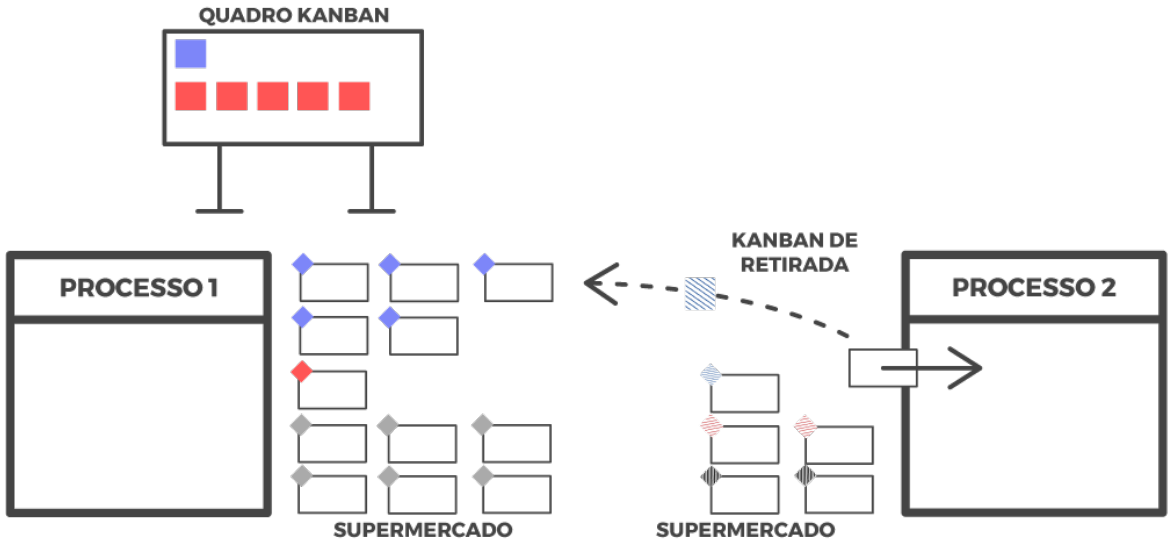


Fonte: Sistemas de Produção Puxada (Kanban).

O processo com dois cartões é utilizado quando o processo cliente fica mais distante do supermercado, por exemplo, no recebimento. Os cartões de retirada que acompanham as embalagens consumidas pelo cliente permitem a aquisição de peças no supermercado do fornecedor (Sistemas de Produção Puxada, Kanban).

Conforme a figura 5 mostra-se o processo do sistema Kanban com dois cartões.

Figura 5: Etapas percorridas pelo sistema Kanban de dois cartões



Fonte: Sistemas de Produção Puxada (Kanban).

2.7. CONCEITO KAIZEN

Um conceito de bastante importância neste sistema de manufatura enxuta é a melhoria contínua também conhecida de Kaizen, um conceito que trouxe bastante sucesso aos processos de produção japoneses. Que se baseia em encorajamento de mudanças e ir aperfeiçoando constantemente os processos diariamente, trazendo consigo a eliminação total das perdas através do estoque zero com a alta qualidade no processo de fabricação (SHINGO, 1996).

O conceito Kaizen tem como objetivo conseguir melhorias rápidas através do senso comum e da capacidade individual para melhorar um processo ou um fluxo de valor. O conceito Kaizen geralmente é utilizado para solucionar problemas de escopo restrito e, é administrado por profissionais de diversas áreas da empresa (WERKEMA, 2006).

Segundo Werkema (2006) o conceito Kaizen deve ser utilizado nas seguintes situações: quando se tem fontes de desperdícios muito evidentes, quando se tem um escopo de projeto bem definido e que a equipe o entenda muito bem, quando se tem um risco para o processo de implementação muito pequeno, necessita-se de resultados imediatos e quando se precisa de crédito e rapidez em fases iniciais de projetos de melhoria (WERKEMA, 2006).

2.8. 4 *OS* DO MODELO TOYOTA

A filosofia que define que a empresa é um método de agregar valor à sociedade, clientes e aos seus funcionários (LIKER, 2007).

O processo, quando os líderes seguem pelo caminho certo obtendo assim, um bom desempenho, um produto de qualidade, com redução de custos (LIKER, 2007).

Pessoas e parceiros, quando se busca um crescimento de valores através de desafios a funcionários e parceiros motivando a um desempenho mais elevado (LIKER, 2007).

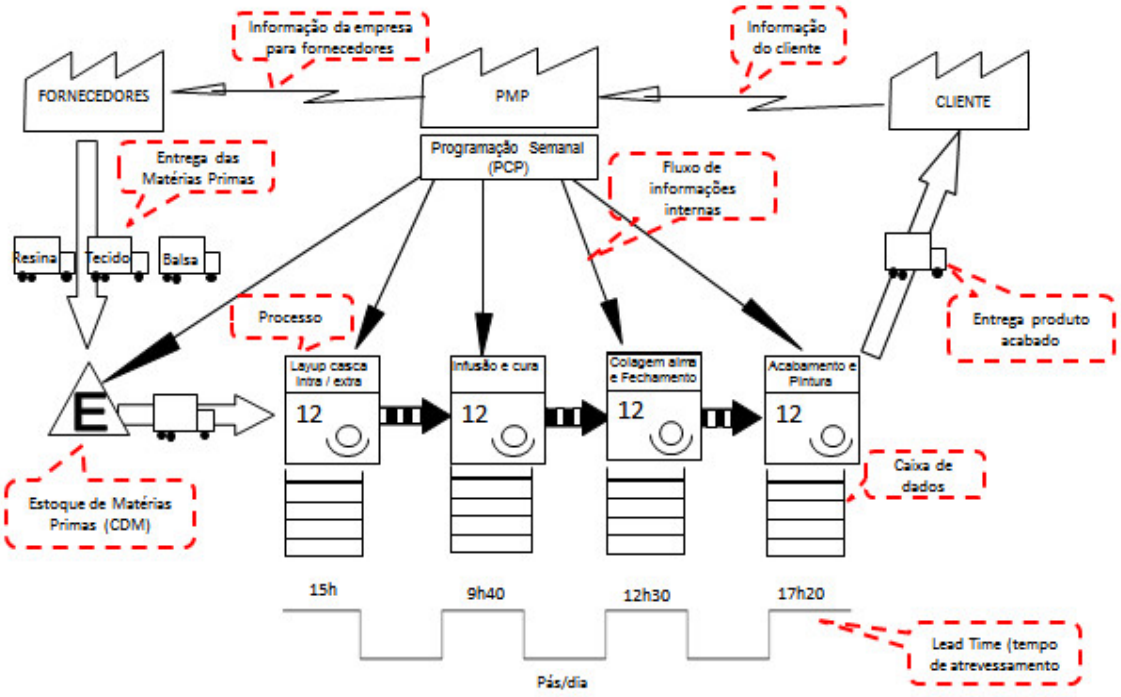
A solução de problemas, se deve a capacidade de solucionar problemas em sua raiz e com isso melhorando o aprendizado organizacional (LIKER, 2007).

2.9. MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALORES (MFV)

Segundo GONÇALVES e MIYAKE (2003) a metodologia proposta para que se mapeie os processos conseguindo assim descobrir, em qual estágio pode estar ocorrendo desperdícios.

Na figura 6 pode-se ver o esquemático utilizado no mapeamento de fluxo de valor.

Figura 6: Esquemático do mapeamento de fluxo de valores



Fonte: Rother e Shook (2012).

Na figura 6 tem-se um mapa, do que é realizado pela empresa, por onde passa as mercadorias, vendo quais as atividades realizadas ao longo do processo, foi utilizado, podendo então, caso aconteça algum erro ou perda e, então, seja possível a correção desse erro e tendo a facilidade de encontrá-lo.

2.10. MÉTODO 5S

Outro método bastante utilizado na manufatura enxuta é o **5S**, recebe esse nome pois é de criação japonesa e são 5 métodos cujas nomenclaturas iniciam com a letra S (GAMASHIRO, 1993). São elas:

2.10.1 SEIRIE (Utilização)

É o senso de utilização, onde se busca um controle sobre o que não será empregado para sua utilização (GAMASHIRO, 1993).

2.10.2 SEITON (Organização)

É o senso de organização, onde se busca uma organização buscando que o produto tenha fácil acesso e mantenha em segurança (GAMASHIRO, 1993).

2.10.3 SEISOU (Limpeza)

É o senso de limpeza, onde se busca a limpeza do ambiente mantendo o mesmo mais agradável (GAMASHIRO, 1993).

2.10.4 SEIKETSU (Saúde)

É o senso de saúde, onde é englobado os 3 S anteriores para que, com a união dos 3 se possa ter um melhor local de trabalho e de maior qualidade (GAMASHIRO, 1993).

2.10.5 SHITSUKE (Disciplina)

É o senso de disciplina, compreende os demais S anteriores mantendo assim que, o funcionamento tenha sucesso, mas é necessário que ocorra inspeções periódicas para que haja isso (GAMASHIRO, 1993).

O 5S tem como objetivo uma melhora na qualidade nos serviços no ambiente de trabalho, trazendo consigo uma qualidade empresarial que leve a empresa ao sucesso em amplas áreas (GAMASHIRO, 1993).

2.11. CRONOANÁLISE

A cronoanálise tem como objetivo a análise dos métodos utilizados nas realizações dos trabalhos. Analisa o tempo de execução de tarefas, conferindo então se está dentro do prazo correto, mantendo assim um padrão contínuo (WAGNER).

A cada análise feita obtém-se dados que posteriormente podem ser comparados, trazendo assim, a oportunidade de melhora. Pode ser feita também uma análise do caminho percorrido pelo produto, conseguindo então fazer com que tenha uma redução de deslocamentos desnecessários. Com esse método é possível analisar as características do local de trabalho verificando a possibilidade de melhora para uma maior produção e, tornando-a menos nociva a saúde do funcionário (WAGNER).

O conceito Lean Manufacturing, utiliza a cronoanálise para ter dados de onde está havendo desperdícios de tempo, buscando uma linha de produção que tenha um rendimento máximo (WAGNER).

2.12. PADRONIZAÇÃO

A padronização vem com o intuito de causar uma redução de custos da produção tendo assim um produto final com um custo menor, podendo melhorar, ou manter a qualidade do produto. Hoje a padronização não é muito utilizada em empresas, seja elas de pequeno, médio ou grande porte. Alguns funcionários realizam trabalhos da forma e métodos que sabem, e muitas das vezes diferente dos demais funcionários. Trazendo a necessidade de uma padronização para que este problema de diferenças de trabalho possa ser resolvido. Com isso, a empresa alcança o sucesso em que se faz o trabalho "apenas uma vez". A padronização tem uma ligação a questão de uniformidade de produtos e de processos de acordo com os padrões pré-estabelecidos, visando diminuir a variabilidade do processo.

2.13. POKA-YOKE

Termo japonês que significa a prova de erros, ocorre quando se tem procedimentos. Possui o objetivo de perceber erros, antes que eles venham a se tornar defeitos, e antes que seja entregue a clientes produtos defeituosos (WERKEMA, 2006).

É uma forma de blindar de interferências provocadas por erros humanos na execução de uma atividade na linha de produção. Utiliza-se o método de inspeção 100%, na qual é necessária a constante atenção do operador àquilo que está sendo produzido. Desta forma, reduz e elimina defeitos acompanhando os resultados e corrigindo-os imediatamente, sendo simples e com baixo custo de investimento para a empresa (O'CONNOR, 1999; GHINATO, 1996; FISHER, 1999; OHNO, 1997; SHINGO, 1996).

Foi criado nos anos 60 por Shigeo Shingo, e definia que defeitos aconteciam por erros, então, sendo assim, se fosse aplicado este conceito, defeitos em produtos seriam cada vez menores pois, os erros seriam detectados quando ocorridos (WERKEMA, 2006).

CAPÍTULO 3

3.1. CONCEITOS APLICADOS

Para a aplicação da metodologia Lean Manufacturing no ambiente de uma oficina mecânica, será utilizado os seguintes conceitos:

- Os 7 Tipos de Desperdícios;
- Cronoanálise;
- Método 5S.

Os conceitos foram definidos levando em consideração o espaço, o capital que pode ser investido e o tempo que se teria para essas modificações, sendo então definido que esses conceitos melhor se encaixariam na atual condição da Oficina mecânica em questão.

Estes conceitos serão aplicados com o intuito de obter uma melhoria nas atividades promovidas na oficina mecânica, buscando analisar e reduzir o tempo de atividades e serviços prestados, reduzindo os desperdícios de material, buscando uma melhora na parte do bem-estar dos funcionários, considerando que eles são parte fundamental de um empreendimento bem-sucedido.

Os conceitos escolhidos dentro da metodologia Lean Manufacturing serão aplicados dentro da oficina, reorganizando toda a aparelhagem de forma que, fique bem-disposto para facilitar todo o trabalho, e que possa então se obter a redução de desperdícios.

Com a aplicação dos conceitos espera-se que o objetivo da redução de desperdícios de tempo e material, uma melhora no ambiente para os funcionários, dando então, prazer aos mesmos ao executar suas tarefas, visando assim, por uma prestação de serviço de qualidade eficiente. Ou seja, sem erros, em menor tempo e, com o menor custo possível para o cliente final. Conseguindo então um empreendimento de sucesso.

Neste sentido, a seguir serão apresentadas três situações: na primeira será mostrado a disposição atual de equipamentos na oficina; na segunda, a simulação idealizada com a aplicação dos conceitos anteriormente estudados; e por último todas as adequações que foram possíveis a serem realizadas.

Tais simulações foram feitas utilizando o *Software SketchUp* para criação de modelos 3D no computador.

3.2. MUDANÇAS PROPOSTAS

3.2.1 DESCRIÇÃO DA OFICINA E DISPOSIÇÃO DE EQUIPAMENTOS

A oficina em questão, que está recebendo a aplicação dos conceitos do Lean Manufacturing, chama-se Cartel Kustom Foi aberta em 2014, conta com 2 mecânicos especializados em customização de peças para carros antigos, alinhamento e balanceamento de carros antigos. Seu ramo de atuação visa o mercado de carros antigos nas funções de customização, suspensão e mecânica para esses modelos de carros. Porém, devido ao mercado não ser tão grande, constante opera em parte de suspensão e rodas de carros mais modernos. Conta também com um estoque de peças reformadas para carros antigos.

A figura 7 mostra uma foto real da oficina.

Figura 7: Foto real da oficina



Fonte: Autor, 2019.

Como não é possível visualizar todos os equipamentos existentes na oficina, através da figura 7, destaca-se que a mesma possui os seguintes equipamentos:

- 2 Elevadores automotivos, utilizados para levantamento dos veículos para remoção de peças.
- 1 rampa de alinhamento e balanceamento, utilizada para alinhamento e balanceamento dos veículos.

- 2 bancadas de ferramentas, bancadas fixas utilizadas para o uso de ferramentas em serviços de maior complexidade
- 2 carrinhos de ferramentas, são moveis, podendo ser deslocados por toda a extensão da oficina visando execução de serviços mais rápidos e simples.
- 5 estantes para estocagem de peças, são destinadas a estocagem de peças para revenda.
- 1 balanceadora de rodas, utilizada para balancear rodas em reparo.
- 1 vulcanizadora de pneu, utilizada para reparos em pneus que sofreram avarias.
- 1 desmontadora de pneu, utilizada para desmontar pneus.

Tais equipamentos são inseridos em uma primeira simulação, ou seja, estes estão dispostos no espaço da oficina mecânica antes da aplicação dos conceitos do Lean Manufacturing, conforme apresentado na figura 8.

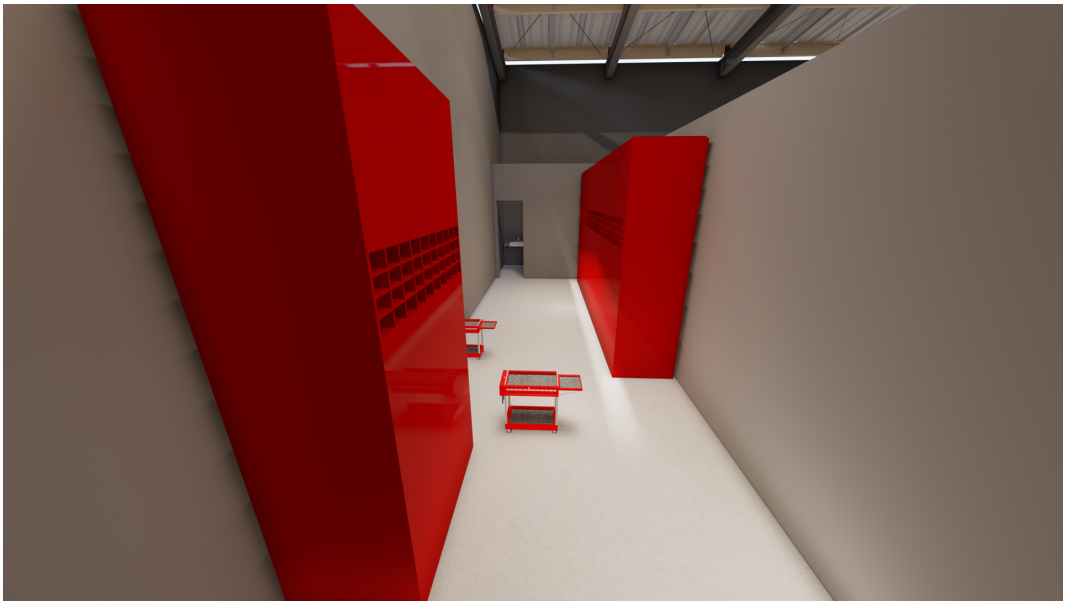
As figuras 8 e 9, mostram como é a disposição dos equipamentos inicialmente dispostos no ambiente da oficina, antes da aplicação dos conceitos propostos pelo Lean Manufacturing com visão da parte frontal da oficina, corredor e do cômodo dos fundos.

Figura 8: Simulação da disposição inicial dos equipamentos na oficina visão frontal e corredor



Fonte: Autor, 2019.

Figura 9: Simulação da disposição inicial dos equipamentos na oficina visão cômodo dos fundos



Fonte: Auto, 2019.

Observando-se essa distribuição, percebe-se que equipamentos e peças de uso essencial estão mal-dispostos, dificultando a movimentação do funcionário e, trazendo exaustão por ter que carregar peças pesadas em deslocamento, para executar atividade na oficina e também causando perda de tempo em execução de tarefas trazendo então uma entrega do serviço com perdas.

3.2.2 APLICAÇÃO DOS CONCEITOS

Após todo o estudo dos conceitos levando em consideração todas as características da oficina foi analisado as possibilidades que levando em conta dimensões capital a ser investido e tempo, se mostraram as mais fáceis de serem alcançadas.

Então tendo a aplicação dos conceitos:

A alteração da posição dos elevadores, procurando uma melhora na distribuição do espaço da oficina. Realizando essa troca de posições, seria possível obter uma melhora considerável no tempo de recebimento de serviços, uma vez que, ao adentrar na oficina, o carro já poderia ser levado ao elevador para uma análise mais correta do que deveria ser feito de serviço no mesmo, tendo então um ganho de tempo para que o serviço prestado seja mais rápido.

A rampa de alinhamento e balanceamento deve ser mantida em seu lugar original próxima aos elevadores, buscando facilitar o translado de uma máquina para a outra. Tendo em vista que, após o carro descer do elevador para qualquer serviço de suspensão e rodas é necessário um alinhamento, para que o carro saia com total segurança.

Sabe-se também que a prestação de serviço somente de alinhamento e balanceamento é oferecida pela oficina então, é necessário que a rampa seja de fácil acesso para que este seja prestado.

A balanceadora de rodas deve ficar entre os elevadores para que, quando as rodas forem retiradas dos veículos não seja necessário um transporte de uma longa distância pelo funcionário. Este fato causaria um esforço desnecessário por este e, uma perca de tempo percorrendo grandes distâncias dentro da oficina.

As bancadas de ferramentas necessitam ficar em posições estratégicas para que os funcionários possam acessá-los de forma fácil, ou seja, entre os maquinários. Na bancada, as chaves devem estar em ordem, para que o funcionário não perca tempo tendo que procurar ferramentas que estão desorganizadas.

Os carrinhos de ferramentas devem estar em locais onde não atrapalhem a locomoção de pessoas pela oficina, mantendo assim o caminho livre para transitar. Esses carrinhos de ferramentas são extremamente úteis para que o funcionário, ao exercer um serviço, não necessite se deslocar ao quadro de chaves para buscar ferramentas, causando assim um desperdício de tempo de serviço.

As estantes para estocagem de peças serão posicionadas dentro do cômodo do fundo, para que não cause interferência no espaço que já é reduzido, tendo em vista que o foco da oficina é a prestação de serviço, e não o comércio de peças. As peças estocadas são produtos para facilitar serviços, peças de custo baixo que tem bastante procura para reparos, tendo então fácil comércio, não gerando então um alto capital retido.

A desmontadora de pneus deve ser localizada próximo aos elevadores para que não haja perca de tempo com distâncias percorridas desnecessárias e, nem um esforço desnecessário dos funcionários.

A vulcanizadora de pneu deve ser posicionada ao lado da desmontadora de pneu para que a realização desse serviço seja otimizada e eficiente.

Estas são as mudanças propostas na aplicação da metodologia Lean Manufacturing para que se tenha uma melhora no ambiente e na prestação de serviços pela oficina mecânica.

As figuras 10, 11 e 12, mostram a simulação de como deveria ser após a aplicação dos conceitos do Lean Manufacturing definidos para esse ambiente, a aplicação seria total e perfeita e dos conceitos tendo então essa disposição ideal, com vista da frente da oficina do corredor e do cômodo dos fundos.

Figura 10: Simulação da disposição final, após a aplicação total de todos os conceitos determinados para esse projeto, visão frontal.



Fonte: Autor, 2019.

Figura 11: Simulação da disposição final, após a aplicação total de todos os conceitos determinados para esse projeto, visão frontal e corredor.



Fonte: Autor, 2019.

Figura 12: Simulação da disposição final, após a aplicação total de todos os conceitos determinados para esse projeto, visão do cômodo dos fundos.



Fonte: Autor, 2019.

CAPÍTULO 4

4.1. RESULTADOS

Após toda a aplicação dos métodos propostos para uma melhora na prestação de serviços, visando uma melhora no tempo e na sua fluidez do serviço e, também no bem estar do funcionário, salientando-se ainda que nem todas as medidas propostas foram possíveis de serem executadas, obteve-se os seguintes resultados.

Os equipamentos que foram possíveis a alteração foram:

A balanceadora de pneus foi deslocada para ao lado da desmontadora como proposto pelo conceito.

Os carrinhos de ferramentas foram dispostos para que sejam de fácil manuseio e que não atrapalhem o trânsito pela oficina.

A reorganização das estantes de estocagem de peças foi possível, conseguindo assim uma despoluição visual e de espaço onde conseguiu-se melhorar a entrada da oficina. Facilitando, assim, onde procurar e achar as peças necessárias.

A rampa de alinhamento foi mantida na posição original, tendo em vista que ela está situada ao lado do elevador e próxima a saída, que facilita o trânsito dentro da oficina. É válido ressaltar que, após o serviço estar concluído, é necessário que o carro seja levado a rua para um teste real, para averiguar se o serviço foi efetuado com sucesso.

Tendo em vista que alguns materiais não foram possíveis sua modificação, os mesmos então ficaram para modificações futuras:

A instalação do segundo elevador não foi possível devido à falta de espaço, uma vez que não foi realizada nenhuma obra para abertura de mais espaço. Neste sentido, manteve-se somente um elevador de carros em funcionamento.

Não foi possível a mudança da vulcanizadora pois a mesma necessita de uma tomada de 220 V, e não foi possível o translado ou criação de um novo ponto 220 V na oficina.

Foi montado apenas um quadro de ferramentas sendo que o outro, devido à falta de espaço não foi possível sua adequação, ficando o mesmo guardado, e aguardando a ampliação do espaço da oficina.

Nesta simulação tem-se todas as alterações possíveis que foram realizadas.

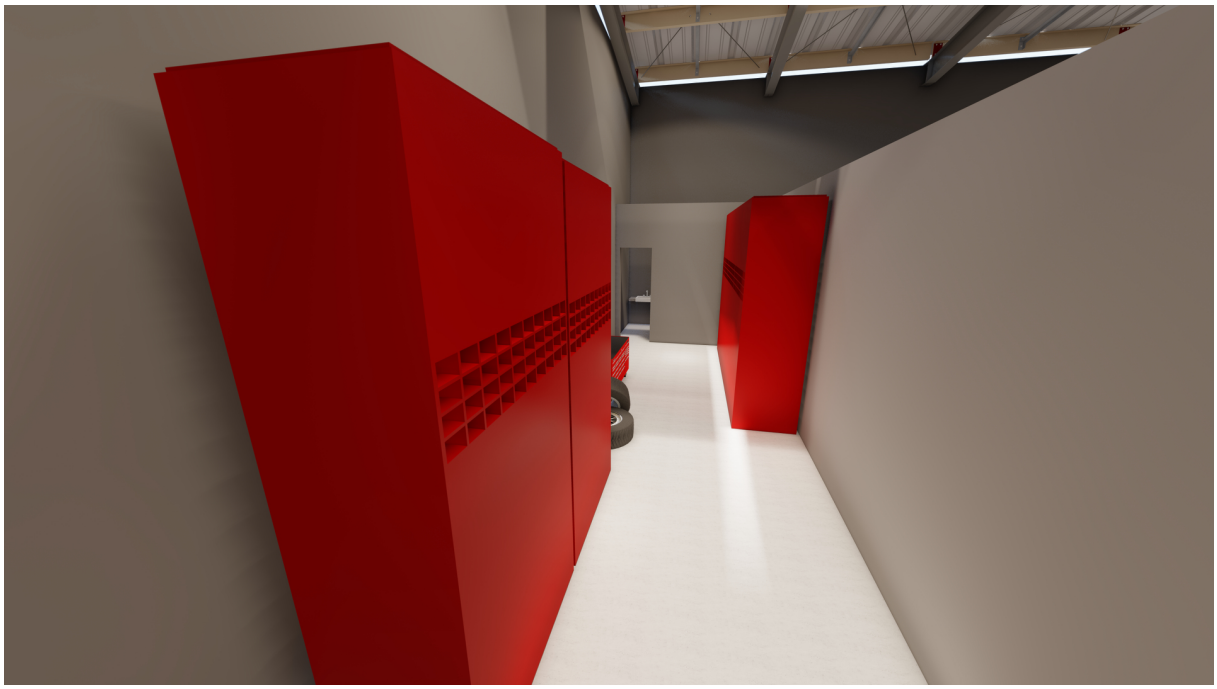
As figuras 13 e 14 mostram como ficou a oficina, após a aplicação dos conceitos que possibilitaram algumas das alterações propostas. Com as visões da parte da frente da oficina do corredor e do cômodo dos fundos que é usado como depósito de peças.

Figura 13: Simulação da disposição final, após os conceitos que foram possíveis sua aplicação, visão frontal e corredor.



Fonte: Autor, 2019.

Figura 14: Simulação da disposição final, após os conceitos que foram possíveis sua aplicação, visão do cômodo dos fundos.



Fonte: Autor, 2019**.**

Devido às mudanças efetuadas, conseguiu-se um ganho em tempo na prestação do serviço, notando que anteriormente à aplicação dos conceitos a oficina em questão trabalhava com agendamento de horário para serviços, sendo agendado apenas 2 carros por dia. Após a aplicação dos conceitos foi possível a ampliação, dobrando a quantidade de carros simultaneamente, ou seja, 4 carros por dia.

CAPÍTULO 5

5.1. CONCLUSÃO

Conclui-se então que após todo o estudo feito sobre a metodologia Lean Manufacturing e seus conceitos, que compõe esta metodologia, foi visto que sua aplicação no ambiente da oficina mecânica é possível, porém, não em sua totalidade devido a não depender somente de uma pessoa. Tendo em vista que a oficina não e somente de um proprietário sendo constituída de 2 sócios e esse sócio esta residindo temporariamente em uma área da oficina, onde seria necessário a ampliação da área para que os conceitos fossem aplicados com sucesso.

As metodologias definidas e que houve possibilidade de sua aplicação no ambiente de uma oficina mecânica resultaram em uma melhora na organização de peças, definindo melhor áreas de execução, sendo possível executar serviços por zonas sem que seja necessário um deslocamento por longas distâncias dentro do ambiente da oficina mecânica, obtendo redução de tempo devido a percas de tempo.

Com o estudo do Lean Manufacturing obtém uma ampla visão para melhoria de vários sistemas empresariais e educacionais onde se tem muita perda de tempo ou de material causando então desperdícios.

O Lean Manufacturing pode ser aplicado por exemplo em um sistema educacional em laboratórios de forma simples, pensando que o técnico que monta um laboratório de eletrônica deve montar várias protoboards para que os alunos utilizem, porém muitas vezes o número de alunos presentes nas aulas não corresponde ao número de material preparada pelo técnico, tendo então que o técnico perdeu tempo montando material que não será utilizado e perdera tempo desmontando o que não foi utilizado, enquanto nesse tempo perdido poderia estar promovendo demais atividades que produziriam mais para o ambiente educacional.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, Junico. Sistemas de Produção: Conceitos e práticas para o projeto e gestão da produção enxuta. Porto Alegre: Editora Bookman, 2008.

CORREA, C. Por dentro da maior montadora do mundo. Exame, São Paulo: Editora Abril, 892 ed. Ano 41, p. 22-30, Maio 2007.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. Administração da produção e operações – manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. São Paulo: Atlas, 2004.

FISHER, M. Process improvement by poka-yoke. Work Study, London, 1999. Proquest.

GAMASHIRO, J. Okinawa. Uma ponte para o mundo. São Paulo: 1993.
LIKER, J. K.; MEIER, D. O modelo Toyota: manual de aplicação. Porto Alegre: Bookman, 2007.

GHINATO, P. Sistema Toyota de Produção - mais do que simplesmente just-in-time – Autonomação e Zero Defeitos. Caxias do Sul: Educs, 1996. 177 p.

O'CONNOR, B. Works Management. Cultivate foolproof business processes, Horton Kirby, 1999. Proquest.

OHNO, T Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala Porto Alegre, 1997.

ROTHER, M.; SHOOK, J. Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo : Lean Institute Brasil, 2012.

Sistemas de Produção Puxada (Kanban), Disponível em: < https://www.nortegubisian.com.br/blog/sistemas-de-producao-puxada-kanban > acessado em 04 de Junho de 2019 as 09:45.

SHINGO, Shigeo. Sistema Toyota de Produção. Porto Alegre: Bookman, 1996.

TUBINO, D. F. Sistemas de Produção: a produtividade do chão de fábrica. Porto Alegre: Bookman, 1997.

WAGNER, Cleiton Rodrigo. Sistema de Apoio à Cronoanálise. Disponível em: <http://ged.feevale.br/bibvirtual/monografia/MonografiaCleitonWagner.pdf> acessado em 01 de Abril de 2019 as 14:50.

WERKEMA, M. C. C. Lean Seis Sigma – Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing. 1. ed. Belo Horizonte : Werkema, 2006.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. A máquina que mudou o mundo. 11. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.