

FERNANDO KEITI YAMAMAOTO

**Aplicação de ferramentas do lean manufacturing em áreas administrativas do
setor de Supply Chain: planejamento de materiais**

Fernando Keiti Yamamoto

**Aplicação de ferramentas do lean manufacturing em áreas administrativas do
setor de Supply Chain: planejamento de materiais**

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em engenharia mecânica da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Mecânica.

Orientador: Professor Dr. Fernando Augusto Silva Marins

Guaratinguetá - SP
2020

Y19a	Yamamoto, Fernando Keiti Aplicação de Ferramentas do Lean Manufacturing em Áreas Administrativas do Setor de Supply Chain – Planejamento de Materiais / Fernando Keiti Yamamoto – Guaratinguetá, 2020. 82 f : il. Bibliografia: f. 82 Trabalho de Graduação em Engenharia Mecânica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2020. Orientador: Prof. Dr. Fernando Augusto Silva Marins 1. Produção enxuta. 2. Controle de estoque. 3. Administração de material. I. Título. CDU 658.78
------	--

Luciana Máximo

Bibliotecária CRB-8/3595

FERNANDO KEITI YAMAMOTO

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

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA



Prof. Dr. CELSO EDUARDO TUNA
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. FERNANDO AUGUSTO SILVA MARINS
Orientador/UNESP-FEG



Prof. Dr. FERNANDO DE AZEVEDO SILVA
UNESP-FEG



Prof. Dr. MAURO HUGO MATHIAS
UNESP-FEG

Dezembro/2020

DADOS CURRICULARES

FERNANDO KEITI YAMAMOTO

NASCIMENTO 29.01.1996 – Andradina / SP

FILIAÇÃO Delfina Suemi Sado

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus familiares e amigos que me proporcionaram todas as vivências e experiências que pude passar até o dia de hoje. Agradeço, também, a todos colaboradores que eu pude trabalhar juntos elaborando projetos e fazendo a diferença.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Fernando Augusto Silva Marins que me orientou neste trabalho, proporcionando todas as ajudas necessárias para o desenvolvimento do mesmo. Além de dedicar cada segundo para realização deste trabalho.

Agradeço aos funcionários da Biblioteca do Campus de Guaratinguetá pela disponibilidade em me atender e guiar com as ferramentas necessárias.

A todos os professores da Faculdade de Engenharia do Campos de Guaratinguetá por cada aula que foram muito preciosas para o meu desenvolvimento pessoal.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo principal a aplicação das ferramentas do *Lean Manufacturing* para buscar pontos de melhorias no setor de *Supply Chain*. Entre as ferramentas utilizadas destacam-se: Ciclo DMAIC, KCA (*Kaizen Circle Activity*), *Just-In-Time*, Análise de *Mudas*, 5W1H, Cinco Por quês, *Brainstorming*, VOC (*Voice of the Customer*), SIPOC, Fluxograma e Diagrama de Ishikawa. A aplicação de tais ferramentas mostram como um projeto pode ser conduzido dentro de uma indústria, sendo capaz de mostrar resultados eficientes. Entre os principais resultados obtidos nos projetos apresentados estão: Redução de custo, Melhor gerenciamento de estoque, Simplificações de processos e Redução no *lead time*. Neste trabalho serão apresentados três projetos que tiveram seus fundamentos no *Lean Manufacturing*. O primeiro projeto apresentado teve um custo de armazenagem reduzido significativamente. O segundo projeto mostrou a simplificações de processos em uma determinada atividade e, consequentemente, a redução do *lead time*. Já o terceiro projeto obteve como resultado o melhor controle na gestão de estoque dos materiais, reduzindo significativamente as divergências em um inventário. A conclusão obtida dos projetos é de que bons manuseios das ferramentas do *Lean Manufacturing* trazem benefícios para os clientes e para as empresas no setor de *Supply Chain* e demais áreas envolvidas.

PALAVRAS-CHAVE: *Lean manufacturing*. Ciclo DMAIC. *Supply Chain*. Gestão de estoque. *Kaizen*.

ABSTRACT

The paper presents a proposal to improve some activities in the Supply Chain department using Lean Manufacturing tools. Among the tools which used are: DMAIC Cycle, KCA (Kaizen Circle Activity), Just-In-Time, Muda's Analysis, 5W1H, 5 Why Analysis, Brainstorming, VOC (Voice of the Customer), SIPOC, Flowchart and Ishikawa Diagrams. The application of such of these tools shows how someone could conduct a project within industry. And then getting positive results and benefits. The principal results achieved of these projects are: Cost reduction, Better management of stock, Process simplification and Lead time reduction. This paper describes three projects which were used Lean Manufacturing tools in some activities in the Supply Chain department. The first project is about management of the expired materials in the external warehouse, it brings as result a reduction of cost to stock. The second project is about the simplification of a complex process to issue the Certificate of Analyze. It brings as result a reduction of the lead time. The third project is about reduction of the inventory divergence. It brings as result a reduction of divergence between system stock and physical stock in the warehouse. The conclusion from of these projects is that the good handling of Lean Manufacturing tools brings benefits and reductions of the many wastes. And these benefits can be extended not only to the company but also to the clients.

KEYWORDS: Lean manufacturing. DMAIC cycle. Supply Chain. Stock management. Kaizen.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Quantidade de documentos publicados nos últimos 5 anos relacionado ao tema <i>Lean Manufacturing</i>	14
Figura 2 – Os 10 países que mais publicaram documentos relacionados ao <i>Lean Manufacturing</i> nos últimos 5 anos	15
Figura 3 - Fluxograma da condução do projeto.....	18
Figura 4 – Imagem básica da produção Lean	21
Figura 5 – Influência dos 5S na mudança organizacional	24
Figura 6 – Os 8 Muda's	25
Figura 8 – Exemplo de Fluxograma	31
Figura 9 –Caracterização de um processo por meio do Diagrama de Ishikawa.....	32
Figura 10 – Ilustrações das etapas do Ciclo PDCA.....	33
Figura 11 – Relação entre a melhoria e a padronização	34
Figura 12 – Relação entre o Ciclo PDCA e SDCA	34
Figura 13 – Método DMAIC	36
Figura 14 - Correspondência entre o Método DMAIC e o Ciclo PDCA	45
Figura 15 – Diagrama de Ishikawa para o problema.....	53
Figura 18 – Respondendo os 5 Porquês para melhor identificar os problemas do projeto “Simplificação do processo de emissão do certificado de análise”	61
Figura 19 – Fluxograma antes do projeto “Simplificação do processo de emissão de certificado de análise”	64
Figura 20 – Fluxograma após o projeto “Simplificação do processo de emissão de certificado de análise”	64
Figura 21 – Diagrama de Ishikawa para o problema do projeto “Redução de divergência de inventário”	70
Figura 22 – <i>Layout</i> da etiqueta de identificação do material utilizado no almoxarifado anteriormente	72
Figura 23 – <i>Layout</i> da etiqueta de identificação do material utilizado no almoxarifado posteriormente	72

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Atividades a serem realizadas na Etapa D.....	37
Quadro 2 – Perguntas a serem respondidas na Etapa D	38
Quadro 3 – Atividades a serem realizadas na Etapa M	39
Quadro 4 – Perguntas a serem respondidas na Etapa M.....	39
Quadro 5 – Atividades a serem realizadas na Etapa A.....	40
Quadro 6 – Perguntas a serem respondidas na Etapa A	40
Quadro 8 – Perguntas a serem respondidas na Etapa I.....	42
Quadro 9 – Atividades a serem realizadas na Etapa C	44
Quadro 11 – Perguntas respondidas na Etapa D do projeto “Gestão de materiais com validades expiradas”	48
Quadro 12 – Perguntas respondidas na Etapa M do projeto “Gestão de materiais com validades expiradas”	49
Quadro 13 – <i>Muda's</i> destacados do projeto “Gestão de materiais com validades expiradas” .	49
Quadro 14 – Perguntas respondidas na Etapa A do projeto “Gestão de materiais com validades expiradas”	50
Quadro 15 – 5W1H, <i>What</i> do projeto “Gestão de materiais com validades expiradas”	50
Quadro 16 – 5W1H, <i>How</i> do projeto “Gestão de materiais com validades expiradas”	51
Quadro 17 – 5W1H, <i>Why</i> do projeto “Gestão de materiais com validades expiradas”	51
Quadro 18 – 5W1H, <i>Where</i> do projeto “Gestão de materiais com validades expiradas”	52
Quadro 19 – 5W1H, <i>When</i> do projeto “Gestão de materiais com validades expiradas”	52
Quadro 20 – 5W1H, <i>Who</i> do projeto “Gestão de materiais com validades expiradas”	53
Quadro 21 – Perguntas respondidas na Etapa I do projeto “Gestão de materiais com validades expiradas”	54
Quadro 23 – Perguntas respondidas na Etapa D do projeto “Simplificação do processo de emissão do certificado de análise”	58
Quadro 24 – Aplicação do SIPOC no problema identificado	59
Quadro 25 – Perguntas respondidas na Etapa M do projeto “Simplificação do processo de emissão do certificado análise”	60
Quadro 26 – Perguntas respondidas na Etapa A do projeto “Simplificação do processo de emissão do certificado de análise”	61
Quadro 27 – Perguntas respondidas na Etapa I do projeto “Simplificação do processo de emissão do certificado de análise”	62

Quadro 28 – Perguntas respondidas na Etapa C do projeto “Simplificação do processo de emissão de certificado de análise”	63
Quadro 29 – Perguntas respondidas na Etapa D do projeto “Redução de divergência de inventário”	66
Quadro 30 – Perguntas respondidas na Etapa M do projeto “Redução de divergência de inventário”	67
Quadro 31 – Perguntas respondidas na Etapa A do projeto “Redução de divergência de inventário”	69
Quadro 32 – Perguntas respondidas na Etapa I do projeto “Redução de divergência de inventário”	71
Quadro 33 – Perguntas respondidas na Etapa C do projeto “Redução de divergência de inventário”	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação dos materiais de acordo com a Classe A, B e C	68
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SIPOC – *Suppliers, Inputs, Processo, Outputs e Costumers*

NF – Nota Fiscal

CT – Controle de Transporte

KCA – *Kaizen Circle Activity*

PDCA – *Plan, Do, Check, Action*

DMAIC – *Define, Measure, Analyze, Improve, Control*

VOC – *Voice of the Customer*

LM – *Lean Manufacturing*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO E QUESTÕES DE PESQUISAS	14
1.2	OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS, DELIMITAÇÃO E JUSTIFICATIVAS DO TRABALHO	16
1.3	ETAPAS E CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	17
1.4	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	19
2	O SISTEMA LEAN MANUFACTURING.....	20
2.1	DEFINIÇÕES E CONCEITOS.....	20
2.2	BREVE HISTÓRICO – COMO A FERRAMENTA SURTIU.....	21
2.3	MÉTODOS/TÉCNICAS/FERRAMENTAS AUXILIARES NO SISTEMA LEAN MANUFACTURING	22
3	DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	47
3.1	CASE 1: GESTÃO DE MATERIAIS COM VALIDADES EXPIRADAS	47
3.1.1	Etapa D.....	47
3.1.2	Etapa M.....	48
3.1.3	Etapa A.....	49
3.1.4	Etapa I.....	54
3.1.5	Etapa C.....	56
3.2	CASE 2: SIMPLIFICAÇÃO DO PROCESSO DE EMISSÃO DE CERTIFICADO DE ANÁLISE DOS MATERIAIS	57
3.2.1	Etapa D.....	58
3.2.2	Etapa M.....	59
3.2.3	Etapa A.....	60
3.2.4	Etapa I.....	62
3.2.5	Etapa C.....	63
3.3	CASE 3: REDUÇÃO DE DIVERGÊNCIA DE INVENTÁRIO.....	65
3.3.1	Etapa D.....	65
3.3.2	Etapa M.....	66
3.3.3	Etapa A.....	68
3.3.4	Etapa I.....	70
3.3.5	Etapa C.....	73
4	RESULTADOS DOS PROJETOS	74

4.1	VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS DOS PROJETOS.....	74
4.1.1	Case 1: Gestão de materiais com validades expiradas.....	74
4.1.2	Case 2: Simplificação do processo de emissão de certificados de análises dos materiais.....	75
4.1.3	CASE 3: Redução de divergência de inventário.....	76
5	CONCLUSÃO.....	78
5.1	RESPOSTAS ÀS QUESTÕES DE PESQUISAS	78
5.2	SUGESTÕES PARA CONTINUIDADE DO TRABALHO.....	79
	REFERÊNCIAS.....	80

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E QUESTÕES DE PESQUISAS

O século XXI marcou pelas grandes transformações globais, sobretudo no que diz respeito à tecnologia. É importante destacar que estas transformações globais estão cada dia mais acelerada, gerando informações e dados em grande escala diariamente.

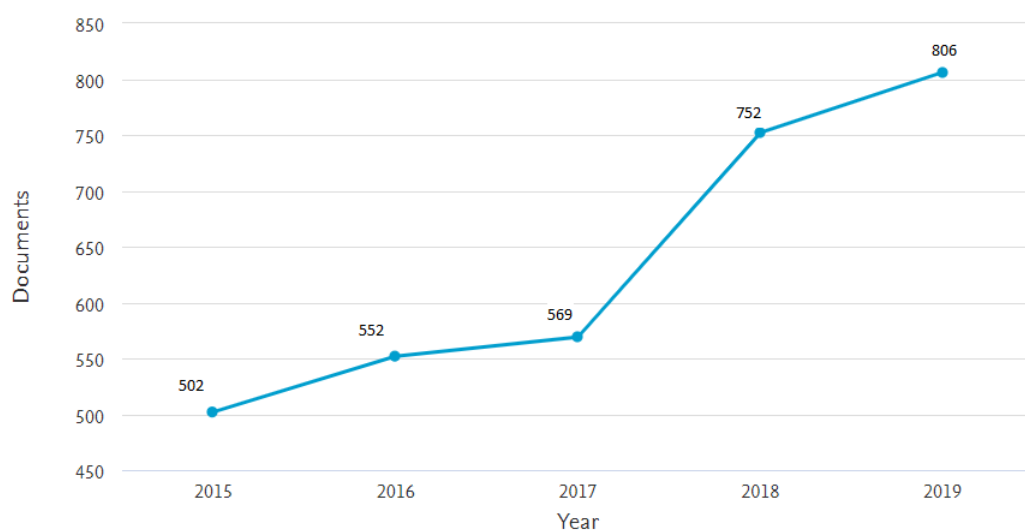
Para acompanhar tal alteração e permanecer no mercado competitivo foi necessário se adaptar a maneira de como trabalhamos, necessitando aumentar a produtividade, diminuir os custos dos produtos e gerar satisfações dos clientes.

Desse modo, devido à enorme pressão mercadológica, grandes mudanças nos padrões de demanda e produções, além de se desenvolver nas novas formas de trabalho se tornaram um pré-requisito para se manter no mercado competitivo.

Portanto, é essencial os fornecimentos de produtos com alta qualidade, baixo custo e menor *lead time*. Para se desenvolver da melhor forma, oferecendo produtos de acordo com tais requisitos, o *Lean Manufacturing* se destaca como uma das principais ferramentas para atingir tal meta.

Quando se pesquisa por “*Lean Manufacturing*” de títulos de artigos, resumo ou palavras-chaves no período de 2015 a 2019, encontra-se cerca de 3.181 documentos, conforme está ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Quantidade de documentos publicados nos últimos 5 anos relacionado ao tema *Lean Manufacturing*

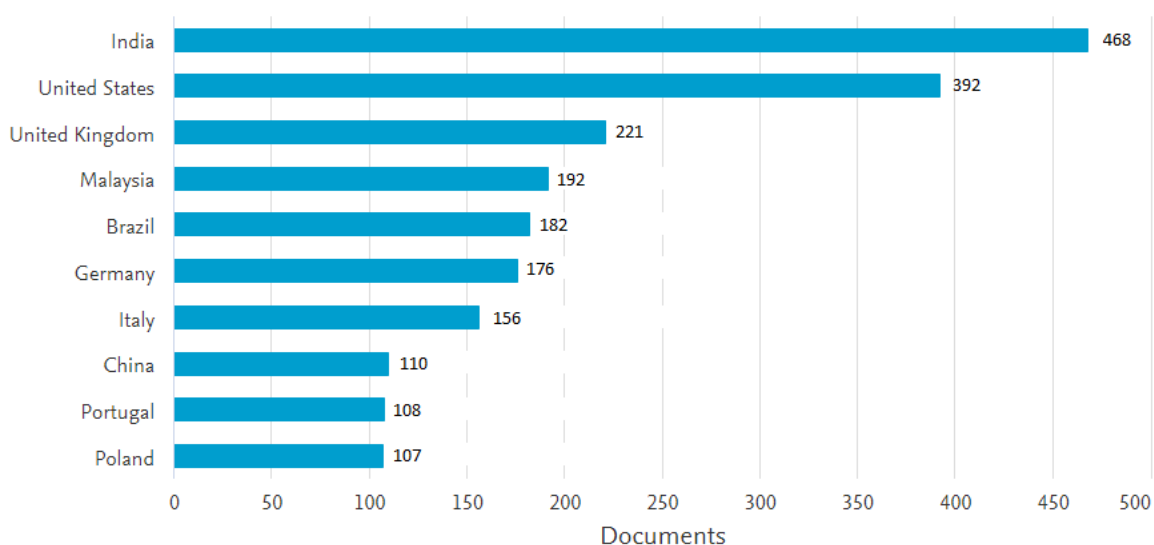


Fonte: SCOPUS (2020).

Fica, assim, evidente que o interesse pelo assunto “*Lean Manufacturing*” cresceu e ele tornou-se uma ferramenta extremamente útil para as empresas.

Além disso, se analisar a quantidade de documentos publicados por país, no topo encontra-se a Índia. Não muito longe, o Brasil se encontra na 5ª posição deste mesmo *ranking*. Como pode ser visto na Figura 2, seguem os 10 países que mais publicaram documentos relacionado ao “*Lean Manufacturing*”.

Figura 2 – Os 10 países que mais publicaram documentos relacionados ao *Lean Manufacturing* nos últimos 5 anos



Fonte: SCOPUS (2020).

Porém, uma empresa de consultoria multinacional, a *BAIN & COMPANY* (<http://www.bain.com/bainweb/PDFs/cms/Public>) publicou um resultado de uma pesquisa que chama atenção. Nesta mesma pesquisa, a empresa informou que 70 % dos programas de mudança falham. Além disto, Justa (2016) identificou que entre três gestores, dois gestores consideram os resultados obtidos pelos projetos ineficientes.

Conclui-se que existe uma grande incoerência entre os objetivos iniciais e os resultados esperados. Assim, surge a existência da grande diferença entre expectativa e realidade de um projeto.

Para solucionar este problema, uma alternativa é o bom gerenciamento das ferramentas como o método PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) e o método DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) (Justa, 2016). Os métodos gerenciais PDCA e DMAIC auxiliam para

alcançar as metas de melhorias, deixando evidente os benefícios obtidos com um determinado projeto.

A motivação deste trabalho consistiu em procurar responder as seguintes questões de pesquisa:

- Como verificar a aplicabilidade das ferramentas do *Lean Manufacturing* dentro do setor de *Supply Chain* – Planejamento de materiais, buscando melhorar algumas atividades, desenvolvendo projetos e propondo uma mudança que traz benefícios às empresas?
- Quais são algumas condições necessárias para se implementar com sucesso projetos industriais na área de *Supply Chain* com *Lean Manufacturing*?
- Quais são melhorias que podem ser obtidas com o uso do *Lean Manufacturing* na área de *Supply Chain*?

1.2 OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS, DELIMITAÇÃO E JUSTIFICATIVAS DO TRABALHO

Procurando obter respostas às questões de pesquisa formuladas na seção anterior, o objetivo geral é investigar a aplicabilidade das ferramentas do *Lean Manufacturing* no setor de *Supply Chain*. Os objetivos específicos são referentes à três problemas em duas empresas, uma no ramo de vidro e outra no ramo químico localizadas no Vale do Paraíba:

- Buscar soluções que mitiguem o custo de armazenagem de materiais vencidos e sem possibilidade de utilização em depósitos externos.
- Propor soluções que diminuam as reclamações de empresas terceirizadas, sobre a demora nos envios de certificados de análise dos materiais.
- Propor soluções que melhorem a gestão de materiais armazenados no almoxarifado.

Observe-se que os certificados de análise são um tipo de fichas técnicas em que se apresenta as especificações do material. Este documento é como uma espécie de garantia do material. Sem os certificados corretos, estas empresas parceiras não conseguiam realizar o descarregamento dos materiais que chegavam em suas plantas. A razão para isto é que sem essa garantia é arriscado o recebimento do material, sendo, algumas vezes, necessário que o caminhoneiro aguardasse o envio dos certificados para iniciar o descarregamento dos materiais. Este problema pode gerar custos extras com estadias para a transportadora.

Como delimitação deste trabalho, os projetos foram aplicados em duas empresas localizadas no Vale do Paraíba. Uma delas no ramo de vidro e outra no ramo químico. Nestas duas indústrias, foram observadas algumas dificuldades no setor de *Supply Chain*. Portanto, o

foco principal deste trabalho é solucionar os 3 problemas encontrados nas empresas destacadas anteriormente, aplicando as ferramentas do *Lean Manufacturing*.

Dois dos três problemas encontrados envolvem gestão de estoque. Muitas vezes, como o planejador de materiais não possui contato físico com o almoxarifado, torna-se difícil verificar alguns dos problemas encontrados no almoxarifado. Assim, passando despercebidamente alguns problemas deles como, por exemplo, o acúmulo de materiais com a data de validade expirada.

Outra dificuldade que foi observada são os excessos de atividades devido à grande departamentalização da empresa. Isto é, muitas vezes há uma grande quantidade de departamentos e áreas envolvidos para a execução de uma atividade simples. Deste modo, e por passar por diversas áreas, o *lead time* aumenta, prejudicando na entrega do produto final.

Por meio da aplicação das ferramentas do *Lean Manufacturing* buscou-se tratar alguns problemas verificados nessas empresas. A ideia principal é que com a aplicação das ferramentas do *Lean Manufacturing*, seja possível trazer reduções de custos, agilidade na entrega e uma melhor organização das atividades.

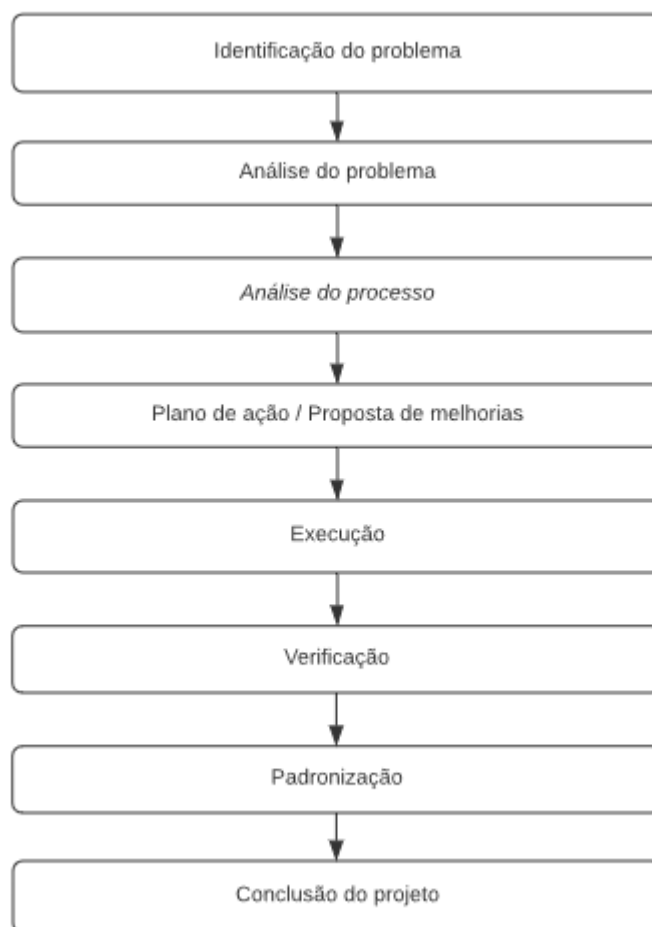
1.3 ETAPAS E CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Este trabalho baseia-se, sobretudo, no ciclo DMAIC, apresentado por Werkema (2013), que é uma das principais ferramentas do *Lean Manufacturing*. Buscou-se uma aproximação maior dos planejadores de materiais com os depósitos e abordar os problemas encontrados nas empresas, e por meio de novas propostas de projetos buscou-se melhorias nestas atividades.

Os materiais utilizados na pesquisa foram: levantamento de informações do processo, desenho do fluxograma, levantamento de redução de gastos e as opiniões dos clientes. Para levantamento desses dados e desenho do fluxograma, foram utilizados a planilha de Excel, Power Point e o Sistema Integrado, SAP, com transações relacionadas ao MM (*Materials Management* ou Gerenciamento de Materiais) e WM (*Warehouse Management* ou Gerenciamento de depósitos).

A organização das etapas do trabalho, seguiram o fluxograma conforme a Figura 3, e detalhadas na sequência.

Figura 3 - Fluxograma da condução do projeto



Fonte: Proprio autor (2020).

Descrição das etapas do trabalho:

Identificação do Problema: Nesta etapa, os problemas ou processos que necessitam de melhorias foram identificados.

Análise do Problema: Nesta etapa, foi realizada uma análise qualitativa e quantitativa do problema ou processo identificado anteriormente. Ou seja, foi verificado as características do problema.

Análise do Processo/Propostas de Melhorias: Nesta etapa foram identificadas as principais causas dos problemas, isto é, os principais atos/fatores que desencadeavam o problema, propondo possíveis soluções.

Plano de Ação/Propostas de Melhorias: Nesta etapa, por meio de reuniões com diversas áreas, foram propostas novas ideias que poderiam resolver o problema ou melhorar o processo.

Execução: Nesta etapa os planos de ações apresentados anteriormente foram colocados em prática, seja em pequena escala, caso necessitassem de um teste, ou em larga escala, caso não necessitassem de um teste prévio.

Verificação: Nesta etapa, os resultados foram levantados. Caso fosse possível verificar um outro ponto de melhoria, seriam propostos novos planos de ações, caso não fosse verificado nenhum outro ponto de melhoria, o projeto seria padronizado e concluído.

Padronização: Nesta etapa, foram definidos padrões de medidas/ações e frequências para aplicação das atividades.

Conclusão do Projeto: Na conclusão, foram apresentados os novos cenários, melhorias e outros benefícios que os projetos trouxeram para a empresa.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Esta monografia está estruturada em mais 4 Capítulos:

Capítulo 2 – Apresenta um breve histórico do surgimento do *Lean Manufacturing* e apresenta as ferramentas que serão utilizadas para identificar e diagnosticar os pontos de melhoria da empresa.

Capítulo 3 – Apresenta os desenvolvimentos dos projetos deste trabalho, mostrando a aplicabilidade das ferramentas do *Lean Manufacturing*.

Capítulo 4 – Descreve os resultados obtidos nos projetos apresentados no Capítulo 3.

Capítulo 5 – Apresenta a conclusão do trabalho respondendo às questões de pesquisa e apresenta as sugestões para continuidade do trabalho.

Finalmente são apresentadas as referências bibliográficas utilizadas na elaboração deste texto.

2 O SISTEMA LEAN MANUFACTURING

2.1 DEFINIÇÕES E CONCEITOS

Denis (2008) definiu o *Lean Manufacturing* (LM) como um sistema integrado de partes, com uma meta claramente definida. Além disso, o referido autor destacou que um dos problemas enfrentados pela implementação do sistema LM é o fato de selecionar uma atividade ao invés de notar o sistema como um todo.

A produção *lean* baseia-se na ideia de fazer mais em menos. Isto é, realizar as atividades em menos tempo, menos espaço e até mesmo com menos material. Porém destaca-se que é importante não perder o foco no cliente, entregando-lhes o que foi combinado. (DENIS, 2008).

Segundo Justa (2016), o LM é uma ferramenta fundamental para competir no mercado, contribuindo para melhorias de processos. Sendo esta melhoria por eliminação de desperdícios no fluxo da produção e buscando por uma qualidade melhor do produto com menor custo e maior rapidez em atender as necessidades dos clientes. Portanto, é comum ouvir o termo manufatura enxuta associando ao LM.

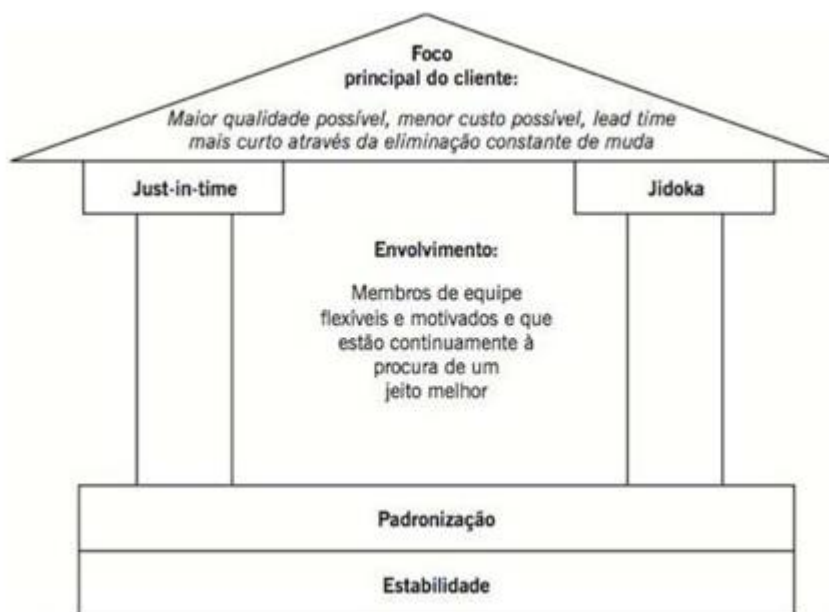
Ohno (1997) estabeleceu que para aplicar a manufatura enxuta, é necessário identificar as sete perdas, ou desperdícios, conforme descrito na sequência:

- a) A perda por produção excessiva de mercadorias;
- b) A perda no tempo devido à espera do operador aguardando o equipamento para finalizar o trabalho;
- c) A perda por transporte não necessitados de mercadorias;
- d) A perda pelo excesso de processamento, devido ao fluxo de atividade inadequado;
- e) A perda pela armazenagem excessiva de estoque;
- f) A perda pelo movimento desnecessário;
- g) A perda por produção de produtos de má qualidade não atendendo a necessidade do cliente.

Linker (2005) adicionou mais um desperdício: o desperdício da criatividade dos funcionários. Por outro lado, Justa (2016) ainda destacou que não menos importante o envolvimento de membros da equipe deve ser administrado tão intensamente quanto produção e qualidade.

O envolvimento dos colaboradores é essencial no LM. Acrescenta que o envolvimento desenvolve a competência dos membros da equipe e melhora as perspectivas de sucesso de longo prazo. Denis (2008), caracterizou a LM com base em alguns pressupostos, como destacado na Figura 4.

Figura 4 – Imagem básica da produção Lean



Fonte: Denis (2008).

Segundo Denis (2008), a base do LM é estabilidade e padronização. As paredes, *Just-In-Time* e *Jidoka*, estão relacionadas com a entrega do produto. O telhado representando o foco no cliente: entregar a mais alta qualidade do produto para o cliente ao menor custo, e maior rapidez, isto é, menor *leadtime*.

2.2 BREVE HISTÓRICO – COMO A FERRAMENTA SURTIU

Ohno (1997) descobriu que produzir lotes menores com trocas rápidas na verdade resultava, também, em economia de custos. Lotes pequenos também melhoravam a qualidade, pois os defeitos podiam ser detectados mais facilmente, e o *lead time* era mais baixo porque havia menos produtos em processo.

A necessidade de estimular as indústrias nacionais e a exportação de produtos levou à criação do Sistema Toyota de Produção – STP. Com isso foi possível reverter a reputação de país fornecedor de produtos de baixa qualidade.

2.3 MÉTODOS/TÉCNICAS/FERRAMENTAS AUXILIARES NO SISTEMA LEAN MANUFACTURING

Denis (2008) explicou que a meta de qualquer processo é melhorar a produtividade, a qualidade, o custo, o tempo de entrega, a segurança e o ambiente e a moral (PQCDSM - *Productivity, Quality, Cost, Delivery time, Safety and environment, and Morale*) por meio de:

- Solução de problemas específicos;
- Redução de complexidade;
- Redução de riscos;
- E a meta mais importante é melhorar a competência dos membros de equipe.

A seguir serão apresentados sucintamente as principais ferramentas e técnicas que usualmente são aplicadas ao se implementar um LM à fim de alcançar os objetivos principais:

(a) KCA – *Kaizen Circle Activity*

Segundo Denis (2008), a atividade de círculo kaizen (KCA -*Kaizen Circle Activity*) é, a atividade de envolvimento mais conhecida de todas as ferramentas. O KCA oferece grandes benefícios como:

- (I) Desenvolvimento dos membros da equipe em:
 - Trabalhar como equipe;
 - Liderar uma equipe;
 - Pensar clara e logicamente;
 - E resolver problemas.
- (II) Desenvolve a confiança mútua entre membros de equipe. Preparando-os para o próximo desafio.
- (III) Soluciona o problema mais crítico realizando um trabalho em equipe.

De acordo com Ohno (1997), o *Kaizen* significa melhoria contínua. Já Imai (1994) definiu o *Kaizen* como pequenas mudanças realizadas como resultados dos esforços contínuos.

(b) 5S

Para Lapa (2000), o nome 5S provém de cinco palavras do japonês, que apontam para os 5 comportamentos que devem ser adotados. Os três primeiros ‘S’, estão diretamente relacionados ao ambiente, como físico, do trabalho:

(I) *Seiri* (senso de utilização) – Consiste no descarte dos materiais inúteis.

Aqui é importante descartar o excesso de materiais, itens e processos desnecessários.

(II) *Seiton* (senso de organização) – Consiste na padronização das atividades, incluindo a organização dos objetos. É importante, por exemplo, a aplicação de etiquetas que limitam o espaço para o armazenamento do objeto. Pois esta etiquetagem faz com que a pessoa se comunique visualmente com o ambiente.

(III) *Seisou* (senso de limpeza) – Consiste em manter o ambiente de trabalho limpo e preparado para a execução das atividades a qualquer momento, mantendo-se guardados todos os demais objetos desnecessários naquele momento.

Já os dois últimos S, estão relacionados com mudança no hábito das pessoas:

(IV) *Seiketsu* (senso de saúde) – Consiste em manter as boas condições sanitárias do ambiente de trabalho. É importante adotar a atividade de limpeza com uma determinada frequência.

(V) *Shitsuke* (senso de autodisciplina) – Autocontrole e auto direção são as duas palavras chaves que definem o ato. Consistem na manutenção da ordem geral buscando os procedimentos mais eficientes.

A Figura 5 ilustra como os 5S podem influenciar no processo de mudança organizacional e nos resultados obtidos (JUSTA, 2016).

Figura 5 – Influência dos 5S na mudança organizacional



Fonte: Justa (2016).

(c) JIT (Just-In-Time)

Produção *Just-In-Time* (JIT) significa produzir o produto certo na hora certa e na quantidade certa. Qualquer Produção em excesso se torna um *muda*. *Muda* significa desperdícios no idioma japonês.

A Toyota introduziu a produção *Just-In-Time* (JIT) na década de 50 e continua aprimorando-a até nos dias de hoje. A JIT foi introduzida na América do Norte na década de 80 junto com círculos de qualidade, controle estatístico de processo (CEP) e outras inovações metodológicas adotadas no Japão (DENIS, 2008).

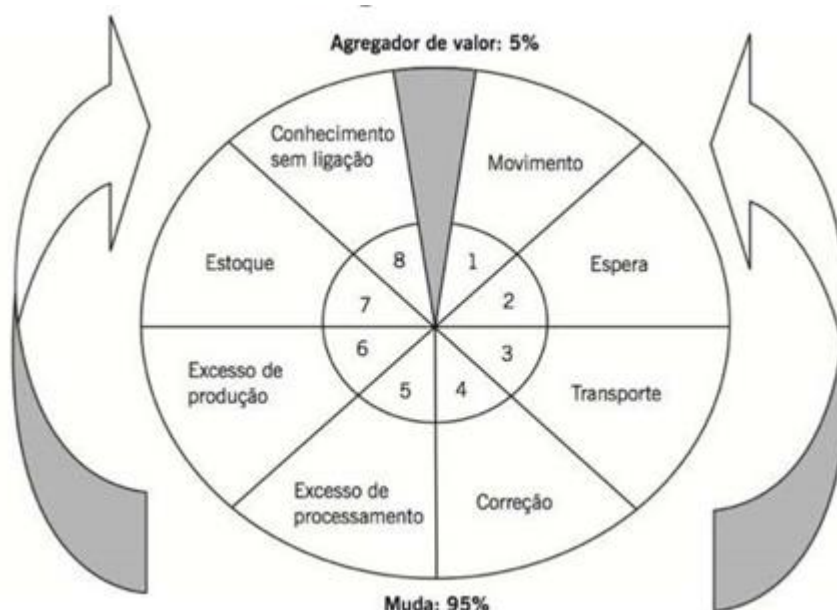
A produção JIT seguem algumas regras:

1. Não produzir um item sem que haja um pedido do cliente.
2. Acure, ou busque a precisão, do nível de demanda para que o trabalho possa fluir da melhor forma.
3. Conecte os processos através de ferramentas visuais, adotando os *Kanban*.

(d) Análise dos *Muda's*

Segundo Denis (2008), *muda* significa qualquer atividade que o cliente não deseja a pagar e que agregou um valor no produto final, tornando-os mais caros. O mesmo autor ainda classificou o *muda* em 8 categorias como pode ser visto na Figura 6, e comentado na sequência.

Figura 6 – Os 8 Muda's



Fonte: Adaptado de Denis (2008).

(I) Movimento

Existem dois movimentos considerados como desperdiçados. De um lado o componente humano, do outro o componente mecânico envolvido. Movimento humano desperdiçado é aquele relacionado à ergonomia no local de trabalho. Pois maus projetos ergonômicos afetam de forma negativa a produtividade do colaborador e qualidade do produto, além de afetar a segurança.

Ou seja, preocupar com a ergonomia do colaborador já leva, como consequência, a evitar este tipo de muda. A ergonomia, portanto, é fundamental na redução de *muda* do movimento humano.

(II) Espera

Desperdício devido à espera ocorre, por exemplo, quando uma atividade é impedida de ser realizada devido a uma atividade anterior. Sendo esta atividade anterior uma limitação para as demais atividades fluírem na cadeia como um todo.

A espera aumenta o *lead time* - ou seja, o tempo entre o pedido do cliente e a chegada do produto na mão do mesmo. Para Denis, o *lead time* pode ser calculado pela Equação (1):

$$\text{Lead time} = \text{tempo de processamento} + \text{tempo de retenção} \quad (1)$$

(III) Transporte

O desperdício no transporte está relacionado diretamente ao layout. Seja o layout de como as máquinas estão organizadas em um ambiente de trabalho, layout de como os materiais são carregados em um determinado transporte, isto é, maximização no aproveitamento do espaço.

Para evitar este tipo de desperdício, uma prática essencial é verificar se o lote de um determinado produto não é muito grande a ser fabricado, pois o transporte do mesmo pode ser dificultado devido ao tamanho. Produzir lotes menores e colocar os processos mais próximos uns dos outros pode reduzir o *muda* de transporte.

(IV) Correção

O muda de correção está relacionado a produzir materiais fora da especificação necessitando de uma atividade corretiva adicional, necessitando de um esforço e tempo extra.

(V) Excesso de processamento

Esta é uma forma de *muda* relacionado a produção excessiva do que a necessidade do cliente.

(VI) Estoque

Muda de estoque está relacionado ao controle/gestão de matéria-prima. Além de espaço em excesso para armazenar o produto, há uma preocupação quanto à validade do material. O mesmo podendo vencer e sendo inutilizado na produção. Gerando um custo extra na fabricação do produto.

(VII) Excesso de produção

A produção em excesso significa produzir coisas que não serão vendidas. Isto é, que não houve um pedido do cliente para iniciar aquela produção.

(VIII) Conhecimento sem ligação

Esse tipo de *muda* existe quando há falta de comunicação dentro da equipe ou até mesmo entre fornecedor e clientes. Isso inibe o fluxo de conhecimento, ideias novas, criando frustração e oportunidades perdidas. Uma forma de tratar este tipo de desperdício é o *Brainstorming*, que será explicado mais adiante.

(e) 5W1H

Segundo Macieira et al. (2003), 5W1H é um plano de ação baseado em questionamentos referentes aos seis elementos para implementação de uma solução efetiva de um determinado problema.

A matriz 5W1H, que significa os 5W's e 1H das palavras, com as seguintes perguntas:

- WHAT* - O que será feito (etapas);
- HOW* - Como deverá ser realizada cada tarefa/etapa (método);
- WHY* - Por que deve ser executada a tarefa (justificativa);
- WHERE* - Onde cada etapa será executada (local);
- WHEN* - Quando cada uma das tarefas deverá ser executada (tempo);
- WHO* - Quem realizará as tarefas (responsabilidade).

(f) Cinco Porquês

Para Onho (1997), por trás da causa de um problema encontra-se uma outra causa do problema. Sendo esta a causa real, a principal causa do problema identificado. À fim de chegar nesta causa real precisa-se perguntar 5 vezes o motivo daquele problema em base na resposta anterior.

A análise dos cinco porquês é uma ferramenta central na solução do problema. Segundo Justa (2016), na Toyota, eram ensinados constantemente a perguntar “por que?” até encontrarmos a causa real de um problema.

Justa (2016) exemplifica o “Cinco Por quês” conforme abaixo:

- 1º) Por que a máquina parou? Porque houve uma sobrecarga e o fusível queimou;
- 2º) Por que houve uma sobrecarga? Porque o mancal não estava suficientemente lubrificado;

- 3º) Por que não estava suficientemente lubrificado? Porque a bomba de lubrificação não estava bombeando suficientemente;
- 4º) Por que não estava bombeando suficientemente? Porque o eixo da bomba estava gasto e vibrando;
- 5º) Por que o eixo estava gasto? Porque não havia uma tela acoplada e entrava limalha.

Linker (2005) afirmou que aplicando este método pode-se chegar à causa real do problema. Verificou-se que as causas raiz estão em algum dos seguintes elementos: falta de método de trabalho, método inadequado de trabalho ou falta de treinamento no método.

(g) *Brainstorming*

É uma reunião na qual um grupo de participantes de diversas áreas, ou da mesma área, tentam encontrar uma solução para um determinado problema a partir de ideias espontâneas. Esta reunião permite que as áreas se conheçam melhor e que novas ideias surjam (JUSTA, 2016).

Segundo Minicucci (2001), *Brainstorming* é um tipo de interação que incentiva os integrantes a exporem diversas opiniões, não impondo quaisquer tipos de restrição.

Pande, Neuman e Cavanagh (2000) afirmam que, durante uma sessão de *Brainstorming*, tais perguntas devem ser respondidas:

- Quais ideias podem eliminar as causas prioritárias?
- Qual é a aplicabilidade dessas ideias? Elas são facilmente aplicáveis?
- Quais soluções que atingem a meta global a menor custo e com maior simplicidade para serem executadas?

(h) Sistema de análise visual

Um sistema visual é um conjunto de dispositivos visuais feitos para compartilhar informações através do olhar. O sistema 5S se baseia na ideia de um local de trabalho auto-explicativo e auto-organizativo.

Em um ambiente visual, é possível identificar erros que estão fora do padrão imediatamente. A partir de tal evidência os próprios funcionários podem corrigir (DENIS, 2008).

(i) *Kanban*

Segundo Denis (2008), um *Kanban* é uma ferramenta visual usada para chegar à produção *Just-In-Time*, ele permite a sinalização para continuar ou interromper a produção, e além disso, pode conter outras informações relacionadas, tais como:

- Sinalização para a compra de um determinado material;
- Onde um determinado objeto deve ser armazenado;
- Como um produto deve ser transportado.

(j) VOC (*Voice of the Customer*)

A Voz do Cliente representa as necessidades e expectativas dos consumidores quanto aos produtos recebidos. É de extrema importância ouvir os clientes à fim de fornecer um melhor trabalho/produto.

A Voz do Cliente pode ser a melhor fonte para destacar os pontos de melhoria de uma empresa. Os dados podem ser provenientes de reclamações ou sugestões de melhorias. Uma forma de identificar tais pontos são as pesquisas de um questionário.

(k) SIPOC

Segundo Werkema (2013), SIPOC é um diagrama que tem como objetivo detalhar os principais processos envolvidos no projeto. Desse modo, facilitando a visualização do escopo do trabalho como um todo. SIPOC significa: fornecedores (*Suppliers*), insumos (*Inputs*), processo (*Process*), produtos (*Outputs*) e consumidores (*Customers*).

Um exemplo de aplicação do SIPOC do fornecimento de um material está na Figura 7.

Figura 7 – Ilustração do SIPOC

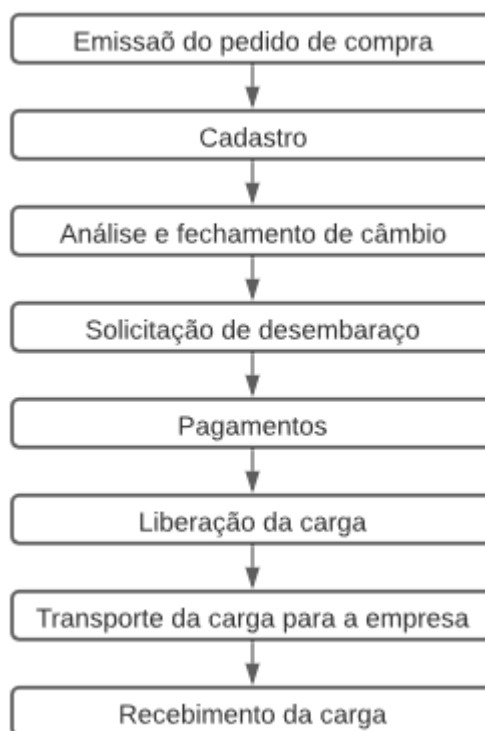
<i>Supplier</i>	<i>Inputs</i>	<i>Process</i>	<i>Outputs</i>	<i>Customers</i>
Departamento de vendas	Pedido do cliente	Recebe o pedido	Produto entregue ao cliente	Cliente
Equipe de material plástico	Material plástico	Fabricar peças plásticas		Consumidor final
Estoque de chapas de aço	Chapas de aço	Fabricar peças metálicas		
Departamento de pintura	Tintas e equipamentos para pintura	Pintar peças metálicas		
Estoque de materiais comprados	Componentes metálicos	Receber componentes metálicos do estoque		
Departamento de montagem	Equipamentos de montagem	Montar o produto de acordo com o pedido		
Box Ltda.	Caixas de papelão, plástico bolha e adesivo	<i>Embalar o produto</i>		
		<i>Entregar o produto ao cliente</i>		

Fonte: Adaptado de Werkema (2013).

(l) Fluxograma

O Fluxograma é uma ferramenta utilizada para a visualização das etapas e suas respectivas características de um processo. O importante é destacar cada etapa no maior detalhe para compreender aquele processo. (WERKEMA, 2013). A Figura 8 apresenta um fluxograma para um processo de compra de materiais.

Figura 8 – Exemplo de Fluxograma



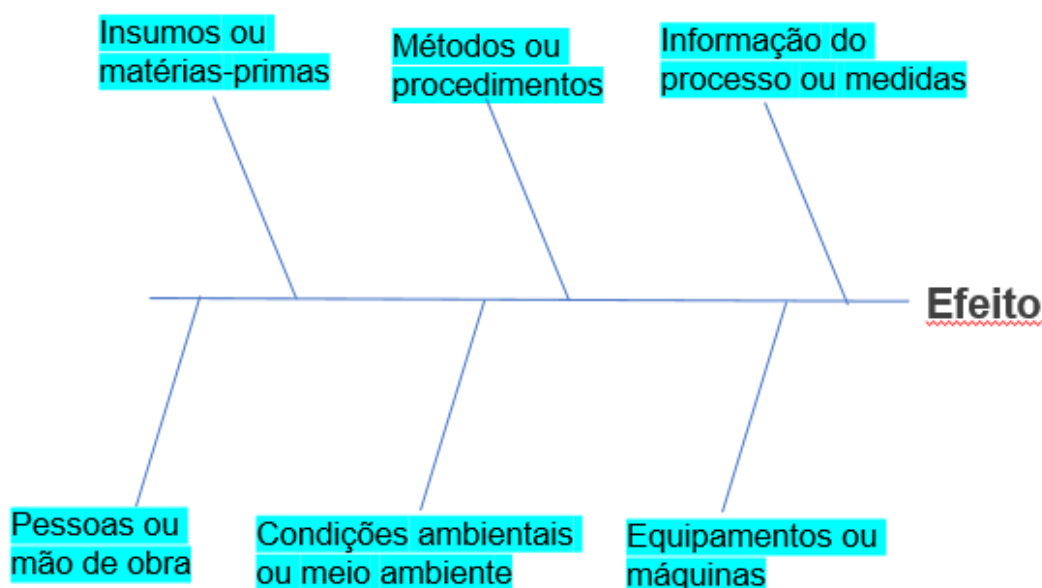
Fonte: Adaptado de Werkema (2013).

(m) Diagrama de Ishikawa

Segundo Werkema (2013), um processo pode ser dividido em categorias de causas. A ferramenta do Diagrama de Ishikawa é utilizada para analisar estas causas. Estas causas podem ser separadas em fatores que um processo objetiva atingir e as causas dos problemas que impedem tal alcance.

Também é conhecido como Diagrama de Causa e Efeito, pois ela estuda as possíveis causas que podem estar contribuindo para um determinado efeito ou problema. A Figura 9 caracteriza um processo por meio do Diagrama de Ishikawa.

Figura 9 –Caracterização de um processo por meio do Diagrama de Ishikawa



Fonte: Adaptado de Werkema (2013).

Para construir este diagrama sugere-se o passo-a-passo (ISHIKAWA, 1989):

- 1º) O primeiro passo é definir o problema a ser estudado e entender o mesmo.
- 2º) Estudar o problema e conhecer o processo envolvido através de observação, documentação e conversas entre as áreas ou pessoas envolvidas.
- 3º) Fazer um *brainstorming* é essencial para discutir novas ideias propostas pelas novas áreas.
- 4º) Após coletar todas as informações, organizá-las em: causas principais, e secundárias eliminando informações sem importância.
- 5º) Montar o diagrama, e conferir com todos os envolvidos se a representação da situação atual está correta
- 6º) Marcar aquilo que é mais importante para alcançar o objetivo.

(n) CICLO PDCA E SDCA

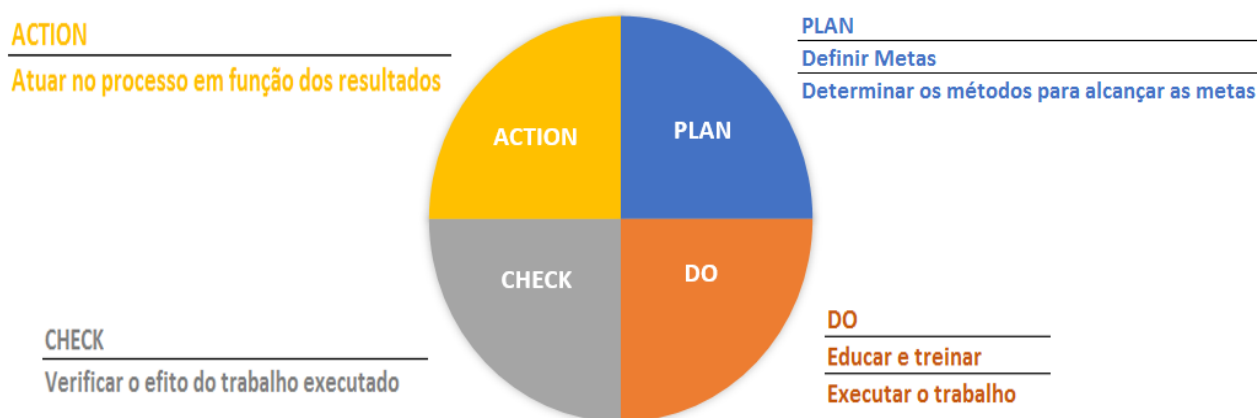
Para Werkema (2013), o Ciclo PDCA é um método de gestão que representa os processos a serem seguidos para que o objetivo seja alcançado. Para aplicação deste método é necessário a utilização de várias ferramentas analíticas apresentadas anteriormente.

Este método é eficaz para solucionar problemas e atingir a meta principal. Além disso, o mesmo direciona de tal modo a evitar um problema diante de situações desconhecidas ou sujeitas aos imprevistos. O PDCA organiza as tarefas a serem executadas para atingir o objetivo do projeto e, conseqüentemente, trazer a melhoria e a manutenção dos resultados alcançados (JUSTA, 2016).

Segundo Imai (1994), o Ciclo PDCA é um método gerencial formado por quatro fases básicas, como descrito a seguir e ilustrado na Figura 10.

- (I) P – *Plan* (planejar):
Nesta etapa definem-se as metas, os métodos que permitirão atingir os objetivos traçados;
- (II) D – *Do* (executar):
Nesta etapa, estuda e treina seguindo o método, executa as tarefas e coleta os dados;
- (III) C – *Check* (verificar):
Nesta etapa, verifica-se os resultados obtidos com a coleta de dados;
- (VI) A – *Action* (agir):
Nesta etapa, atua-se corretivamente além de aperfeiçoar o processo;

Figura 10 – Ilustrações das etapas do Ciclo PDCA



Fonte: Adaptado de Werkema (2013).

O *Kaizen*, também, objetiva a padronização das melhorias alcançadas. Para isso, de acordo com Justa (2016), a padronização ocorre pela estabilização do resultado alcançado, seguindo o ciclo SDCA.

O “S” de *Standardize* significa a atuação pela padronização das melhorias alcançadas para aquele determinado processo. Somente após a verificação da estabilidade, é possível trabalhar em novas melhorias, com um próximo ciclo PDCA.

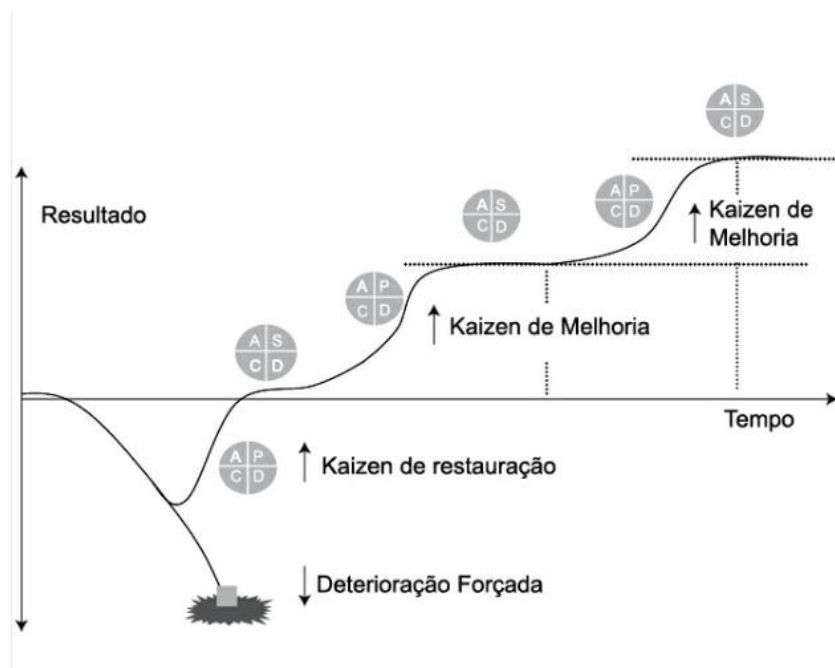
Figura 11 – Relação entre a melhoria e a padronização



Fonte: Adaptado de Imai (1996).

É por meio dessas pequenas melhorias que se produz um novo ciclo PDCA após a conferência no ciclo SDCA. Justa (2016), ainda apresenta uma relação do ciclo PDCA e SDCA de como eles se relacionam entre si, como pode ser visto na Figura 12.

Figura 12 – Relação entre o Ciclo PDCA e SDCA



Fonte: Justa (2016).

Werkema (2013) subdividiu o ciclo PDCA em 7 fases:

(I) Etapa P – Fase 1: Identificação do problema

Nesta fase identifica-se o problema gerador pela meta de melhoria. Baseia-se em fatos e dados para identificar uma solução e melhoria no problema. Entender quais são os problemas mais importantes, no momento, para a empresa.

(II) Etapa P – Fase 2: Análise do fenômeno

Consiste no reconhecimento das características do problema.

(III) Etapa P – Fase 3: Análise do processo

Consiste na identificação das causas fundamentais do problema.

(IV) Etapa P – Fase 4: Plano de ação

Nesta fase propõe plano de ação para solucionar as causas principais que tenham sido identificadas na fase anterior. A etapa de planejamento consiste, portanto, no estabelecimento das ações necessárias para que cada meta possa ser atingida.

(V) Etapa D – Fase 5: Execução

Nesta fase atua de acordo com o plano de ação proposto anteriormente. Nessa fase é realizado as coletas dos dados que serão utilizados na próxima fase.

(VI) Etapa C – Fase 6: Verificação

Nesta fase confirma a efetividade ou não do plano de ação definido anteriormente. Essa confirmação deve ser feita por meio dos dados coletados antes e após a execução do plano de ação.

(VII) Etapa A – Fase 7: Padronização

Nessa fase, se for comprovado os benefícios do projeto, o procedimento deve ser padronizado. Caso não tenha conseguido comprovar os benefícios, deve revisar os procedimentos propostos anteriormente.

(o) MÉTODO DMAIC

O método DMAIC, é um método para a condução dos projetos *lean* de melhorias contínuas. Além disso, é importante ressaltar que o método DMAIC se baseia no método PDCA. Ou seja, os dois apresentam semelhanças e correspondências em suas respectivas etapas. O método DMAIC é dividido em 5 etapas. Werkema (2013) descreveu as cinco etapas:

(I) Etapa D – *Define* (Definir):

Nesta etapa, define-se com precisão o escopo do projeto.

(II) Etapa M – *Measure* (Medir):

Nesta etapa, determina a localização ou foco do problema.

(III) Etapa A – *Analyze* (Analisar):

Nesta etapa, determinar as causas dos problemas prioritários.

(IV) Etapa I – *Improve* (Melhorar):

Nesta etapa, avalia e implementa soluções para cada problema prioritário.

(V) Etapa C – *Control* (Controlar):

Nesta etapa, é importante garantir que o alcance da meta global seja mantido a longo prazo. A Figura 13 ilustra o Ciclo DMAIC.

Figura 13 – Método DMAIC



Fonte: Adaptado de Werkema (2013).

(I) ETAPA D: *DEFINE* – DEFINIR

Nesta fase, identifica-se:

- Produtos e/ou processos que necessitam de melhorias.
- As necessidades e requisitos do cliente;
- Os objetivos do projeto.

Nas palavras de Campos (1994), para definir uma meta é necessário um objetivo, um valor e definir um prazo. De acordo com Werkema (2013), algumas atividades devem ser seguidas conforme Quadro 1.

Quadro 1 – Atividades a serem realizadas na Etapa D

ETAPA D	ATIVIDADES
	Definir o problema do projeto com uma meta global.
	Avaliar o histórico do problema, os impactos econômicos e sobre os clientes.
	Avaliar a prioridade na execução do projeto.
	Verificar os integrantes para participar do projeto.

Fonte: Adaptado de Werkema (2013).

Além disso, Werkema (2013) enunciou uma lista de perguntas a serem respondidas na etapa D conforme disposto no Quadro 2.

Quadro 2 – Perguntas a serem respondidas na Etapa D

ETAPA D	PERGUNTAS A SEREM RESPONDIDAS
	Qual é o problema que deve ser resolvido com o projeto?
	Qual é a principal meta?
	Qual o cliente afetado pelo problema?
	Existe alguma economia com o projeto?
	Existe algum indicador para o problema?
	Em qual situação o problema pode ser observado?
	Qual é o impacto do projeto?

Fonte: Adaptado de Werkema (2013).

Alguns métodos/ferramentas que auxiliam nas respostas das perguntas na fase D (WERKEMA, 2013):

- VOC (*Voice of the Customer*);
- SIPOC.

(II) ETAPA M: *MEASURE* - MEDIR

Nesta etapa, obtém-se amostras do processo que será investigado para estudo e análise estatística. Estes dados auxiliarão a avaliar as necessidades do cliente. De acordo com Werkema(2013), as atividades que devem ser seguidas na etapa M podem ser descritas no Quadro 3.

Quadro 3 – Atividades a serem realizadas na Etapa M

ETAPA M	ATIVIDADES
	Definir como a coleta de dados será realizada.
	Identificar o método de coleta dos dados.
	Verificar a viabilidade da coleta de medição.
	Coletar dados.
	Identificar os problemas prioritários.
	Definir uma solução para cada problema prioritário.

Fonte: Adaptado de Werkema (2013).

Além disso, Werkema (2013) apresentou uma lista de perguntas a serem respondidas na fase M, conforme está disposto no Quadro 4.

Quadro 4 – Perguntas a serem respondidas na Etapa M

ETAPA M	PERGUNTAS A SEREM RESPONDIDAS
	Como será feita a estratificação do problema?
	É possível utilizar dados histórico para a estratificação dos dados?
	Existe a meta para cada problema?
	É possível de atingir as metas?

Fonte: Adaptado de Werkema (2013).

Há algumas ferramentas/métodos para ajudar na análise da medição e identificação do problema (WERKEMA, 2013):

- Gráfico de Pareto;
- Histograma;

- Índice de Capacidade e Métricas do *Lean Six Sigma*;
- Carta de Controle;
- Análise dos *Muda*.

(III) ETAPA A: ANALYZE – ANALISAR

Nesta etapa deverão ser determinadas as causas fundamentais do problema prioritário associado a cada uma das metas definidas na etapa anterior. Isto é, nesta etapa, para cada meta estabelecida, será verificado a prioridade da meta.

De acordo com Werkema(2013), algumas atividades devem ser seguidas na etapa A conforme descrito no Quadro 5.

Quadro 5 – Atividades a serem realizadas na Etapa A

ETAPA A	ATIVIDADES
	Analisar os fatores que causam ao problema.
	Identificar as causas potenciais do problema.

Fonte: Adaptado de Werkema (2013).

Além disso, Werkema (2013) formulou uma lista de perguntas a serem respondidas na etapa A, conforme está no Quadro 6.

Quadro 6 – Perguntas a serem respondidas na Etapa A

ETAPA A	PERGUNTAS A SEREM RESPONDIDAS
	Qual é o fator gerador do problema?
	Quais são as causas potenciais que mais influenciam no problema?
	As causas foram comprovadas?

Fonte: Adaptado de Werkema (2013).

Ao final da etapa *Analyze*, as causas fundamentais do problema prioritário devem estar identificadas e quantificadas, de modo a constituírem a base para a busca de soluções, que ocorrerá na próxima etapa.

O objetivo da fase A é compreender o porquê os defeitos são gerados, identificando as causas raízes dos problemas e seus impactos. Os 5 por quês, também, é uma técnica muito efetiva para descobrir causas raízes de problemas de baixa complexidade.

Há algumas ferramentas/métodos para ajudar na etapa A (WERKEMA, 2013):

- 5W1H;
- Diagrama de Ishikawa;
- Fluxograma;
- 5 Por Quê.

(IV) ETAPA I: *IMPROVE* - MELHORAR

Nesta fase, as características dos processos devem ser aprimoradas em busca dos alvos de desempenho técnico e financeiro. Para isso, as características são diagnosticadas para revelar as possíveis melhorias. Além disso, o objetivo nesta fase é comprovar os efeitos das variáveis chave quantificando tais efeitos e obter o nível ótimo de desempenho.

Primeiramente, o importante é propor novas soluções para a eliminação do problema prioritário identificados na etapa anterior.

De acordo com Werkema (2013), algumas atividades devem ser seguidas na etapa I conforme está no Quadro 7.

Quadro 7 – Atividades a serem realizadas na Etapa I

ETAPA I	ATIVIDADES
	Propor novas ideias que solucionam os problemas prioritários.
	Avaliar se as soluções prioritárias apresentam algum fator limitante.
	Testar a solução em pequena escala.
	Se necessário, propor ajustes das soluções.
	Verificar se atingiu a meta.
	Elaborar um plano para aplicação da solução em larga escala.

Fonte: Adaptado de Werkema (2013).

Além disso, Werkema (2013) formulou uma lista de perguntas a serem respondidas, ainda nesta etapa I, conforme está no Quadro 8.

Quadro 8 – Perguntas a serem respondidas na Etapa I

ETAPA I	PERGUNTAS A SERREM RESPONDIDAS
	Existe alguma solução? Quais são essas soluções?
	Existe algum risco nas soluções apresentadas?
	Há necessidade de aplicar a solução, primeiramente, em pequena escala?
	Como os testes serão feitos?
	Qual foi o resultado obtido do teste?
	Como a solução será aplicada em larga escala?
	A meta foi atingida?

Fonte: Adaptado de Werkema (2013).

Para realizar as atividades propostas e responder as perguntas, algumas ferramentas/métodos auxiliam nesta etapa I (WERKEMA, 2013):

- Stakeholder Analysis (Análise de Grupos de Interesse);
- Brainstorming;
- 5S.

(V) ETAPA C: *CONTROL* – CONTROLAR

Nesta fase, verifica-se o resultado da aplicação em larga escala. É importante monitorar os resultados obtidos com a implementação em larga escala. Apenas desse modo será possível confirmar se a meta foi atingida.

Essa confirmação pode ser feita através de um quadro comparativo entre os dados coletados anterior e posteriormente à implementação da solução em larga escala.

Se for verificado que a meta não foi atingida quando aplicado em larga escala, é necessário retornar à etapa M do DMAIC para uma análise novamente. Pode -se, também, considerar a possibilidade de realizar apenas pequenos ajustes. Caso os pequenos ajustes não sejam capazes de trazer benefícios, será necessário implementar um novo projeto do produto e/ou do processo considerados no trabalho.

Se o resultado da aplicação em larga escala for favorável (meta atingida em larga escala), necessitará em seguida de uma padronização das alterações realizadas no processo (WERKEMA, 2013). De acordo com Werkema (2013), algumas atividades devem ser seguidas na etapa C conforme está Quadro 9.

Quadro 9 – Atividades a serem realizadas na Etapa C

ETAPA C	ATIVIDADES
	Avaliar os resultados obtidos da solução após aplicação em larga escala.
	Padronizar as novas atividades propostas.
	Definir um plano de monitoramento da performance do processo e verificar se a meta continua sendo atingida.
	Definir um plano corretivo caso seja verificada novos problemas no processo.
	Realizar recomendações para trabalhos futuros.

Fonte: Adaptado de Werkema (2013).

Além disso, Werkema (2013) formulou algumas perguntas a serem respondidas na Etapa C, conforme está no Quadro 10.

Quadro 10 – Perguntas a serem respondidas na Etapa C

Etapa C	PERGUNTAS A SEREM RESPONDIDAS
	Atingiu a meta global?
	Qual é o retorno?
	Foram estabelecidos alguma forma de manutenção da padronização?
	Após a padronização, como serão feitos os acompanhamentos dos futuros sucessos?

Fonte: Adaptado de Werkema (2013).

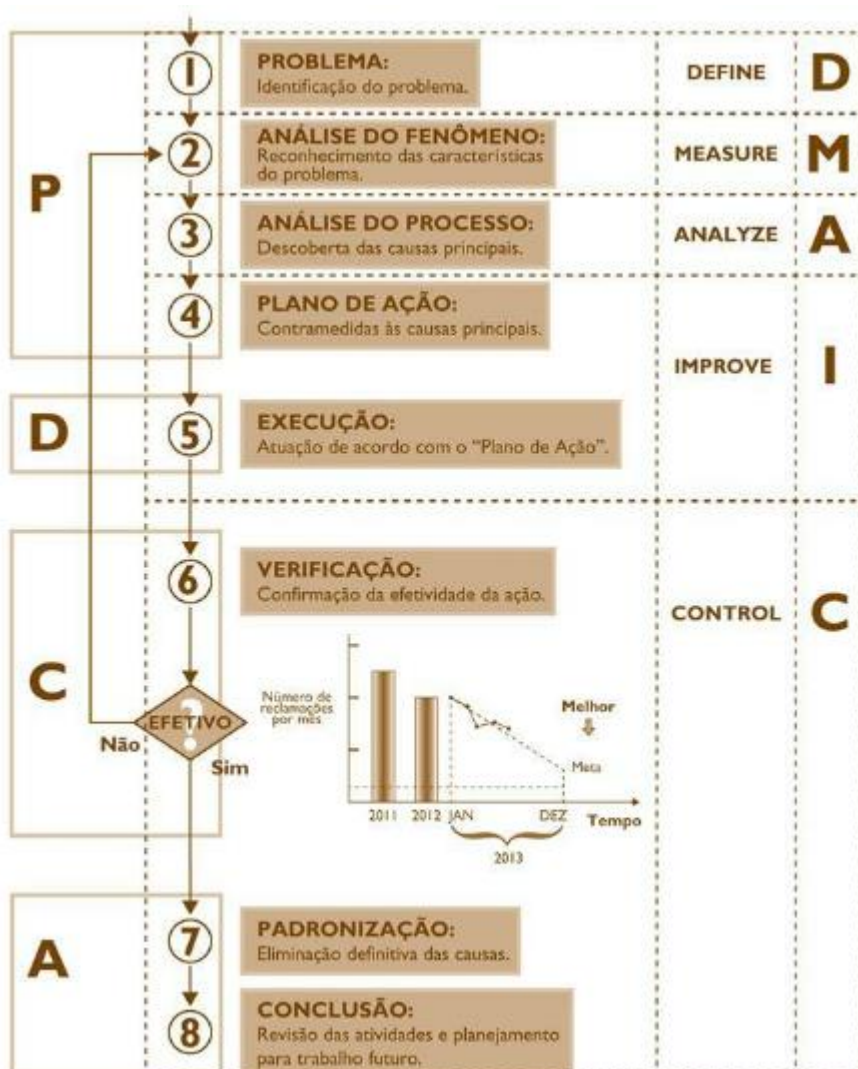
Algumas ferramentas/métodos que ajudam a verificar as atividades e responder as perguntas são (WERKEMA, 2013):

- Avaliação de Sistemas de Medição e Inspeção;
- Gráfico de Pareto;
- Carta de Controle;

- Histograma;
- Índices de Capacidade e Métricas do Lean Seis Sigma;
- *Poka-Yoke*;
- Reuniões e treinamento no trabalho (*On the Job Training* – OJT).

Para fazer uma comparação entre o Ciclo PDCA e o método DMAIC, pode-se verificar na Figura 14 algumas correspondências existentes.

Figura 14 - Correspondência entre o Método DMAIC e o Ciclo PDCA



Fonte: Werkema (2013).

Observando as relações e correspondências entre esses dois ciclos, pode-se afirmar que o DMAIC, com seu roteiro detalhado e maior número de ferramentas analíticas, pode e deve complementar o PDCA.

3 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

Neste capítulo, serão apresentados três casos de melhoria nos processos realizadas utilizando o método DMAIC e ferramentas complementares apresentadas anteriormente no setor de *Supply Chain*.

E no final deste capítulo, serão apresentados os resultados obtidos em cada projeto executado.

3.1 CASE 1: GESTÃO DE MATERIAIS COM VALIDADES EXPIRADAS

Em uma empresa localizada no Vale do Paraíba foi verificada a falta de gestão de materiais com validade expiradas. O problema foi identificado em um dos depósitos externos da empresa. Nele verificou-se a armazenagem de diversos materiais vencidos sem a possibilidade de uso em futuras campanhas. Estes materiais armazenados e acumulados no depósito externo gera um custo por unidade de material armazenado. Isto é um custo de armazenagem extra, o qual poderia ser reduzido. Além disso, tais materiais dificulta a análise da gestão de materiais no sistema integrado da empresa (SAP).

3.1.1 Etapa D

Nesta etapa foi verificado o porquê os materiais com validade expirada e sem possibilidade de consumo em futuras campanhas estavam sendo armazenados, gerando um custo adicional a companhia. Para definir o problema, foram respondidas as perguntas conforme está no Quadro 11.

Quadro 11 – Perguntas respondidas na Etapa D do projeto “Gestão de materiais com validades expiradas”

PERGUNTAS	RESPOSTAS
Qual é o problema que deve ser resolvido com o projeto?	A inexistência do gerenciamento eficaz de materiais armazenados em depósitos externos.
Qual é a principal meta?	Descartar/Vender os materiais sem possibilidade de consumo em campanhas futuras.
Qual o cliente afetado pelo problema?	A própria empresa que gasta com o custo de armazenagem.
Existe alguma economia com o projeto?	Economia no custo de armazenagem.
Existe algum indicador para o problema?	O custo de armazenagem em depósitos externos.
Qual é o impacto do projeto?	No armazém externo.

Fonte: Proprio autor (2020).

Agora identificado, claramente, o problema segue-se para a etapa M.

3.1.2 Etapa M

Para análise desta etapa foram respondidas as perguntas conforme está no Quadro 12.

Quadro 12 – Perguntas respondidas na Etapa M do projeto “Gestão de materiais com validades expiradas”

PERGUNTAS	RESPOSTAS
Como será feita a estratificação do problema?	Através de custos de armazenagens.
É possível utilizar dados histórico para a estratificação dos dados?	Não.
É possível de atingir as metas?	Através de custos de armazenagens.
As metas são atingíveis?	Sim.
As metas pertencem a minha área de atuação?	Sim, e diversas áreas também.

Fonte: Proprio autor (2020).

Para auxiliar nesta etapa, foram analisados os excessos que acarretavam os desperdícios. Entre os 8 desperdícios, ou *muda's*, apresentado no Capítulo 2, observou-se sobretudo, 2 *muda's* conforme está Quadro 13.

Quadro 13 – *Muda's* destacados do projeto “Gestão de materiais com validades expiradas”

MUDA	Motivos
EXCESSO DE PROCESSAMENTO	Muitas vezes é necessário fazer uma dupla análise se o material estaria disponível para uso. Pois, não se tem uma visão clara das informações da disponibilidade do material, como, por exemplo, a validade, a quantidade disponível etc.
ESTOQUE	Observa-se o excesso de estoque, uma vez que se armazena materiais vencidos.

Fonte: Proprio autor (2020).

3.1.3 Etapa A

Para auxiliar na etapa A, as perguntas foram respondidas conforme está no Quadro 14.

Quadro 14 – Perguntas respondidas na Etapa A do projeto “Gestão de materiais com validades expiradas”

PERGUNTAS	RESPOSTAS
Qual é o fator gerador do problema?	A má gestão de materiais armazenados em depósitos externos.
Quais são as causas potenciais que mais influenciam no problema?	O acúmulo de materiais vencidos armazenados, consequentemente, gerando um custo adicional.
As causas foram comprovadas?	Sim, através de um levantamento de custos.

Fonte: Proprio autor (2020).

Além disso, através dos 5W1H foi possível analisar como poderia propor uma solução ao problema. Através dos quadros a seguir, entre os Quadros 15 ao 20, cada um deles foi respondido.

(I) *What*

Quadro 15 – 5W1H, *What* do projeto “Gestão de materiais com validades expiradas”

5WIH		
<i>What</i>	O que será feito?	Analisar os materiais vencidos no depósito externo e verificar quais deles se encontra vencido. (1)
		Verificar uma possibilidade de revalidação dos materiais vencidos. (2)
		Caso, não haja possibilidade de revalidação do material, verificar como será descartado. (3)
		Verificar a possibilidade da venda do material vencido para indústrias terceiras. (4)

Fonte: Proprio autor (2020).

(II) *How*Quadro 16 – 5W1H, *How* do projeto “Gestão de materiais com validade expirada”

5W1H		
<i>How</i>	Como deverá ser realizada cada tarefa/etapa	Geração de um relatório de itens armazenados no armazém. Verificar quais materiais se encontram vencidos. (1)
		É essencial a participação do Laboratório de embalagens para verificação da possibilidade de revalidações dos materiais. (2)
		É importante o envolvimento das áreas Comercial, Logística e <i>Supply Chain</i> para verificar como os itens serão descartados/vendidos. (3) e (4)

Fonte: Proprio autor (2020).

(III) *Why*Quadro 17 – 5W1H, *Why* do projeto “Gestão de materiais com validade expirada”

5W1H		
<i>Why</i>	Por que deve ser executada a tarefa?	Porque está gerando um custo desnecessário de armazenagem dos materiais.

Fonte: Proprio autor (2020).

(IV) *Where*

Quadro 18 – 5W1H, *Where* do projeto “Gestão de materiais com validade expirada”

5W1H		
<i>Where</i>	Onde cada etapa será executada?	Todas etapas serão executadas por meio de trocas de e-mail's.

Fonte: Proprio autor (2020).

(V) *When*

Quadro 19 – 5W1H, *When* do projeto “Gestão de materiais com validade expirada”

5W1H		
<i>When</i>	Quando cada uma das tarefas deverá ser executada?	É o passo inicial para a atividade.(1)
		Após a liberação da lista pelo time de <i>Supply Chain</i> . (2)
		Após a elaboração de tratativas feitas pelo time de <i>Supply Chain</i> e Laboratório de embalagens. (3) e (4)

Fonte: Proprio autor (2020).

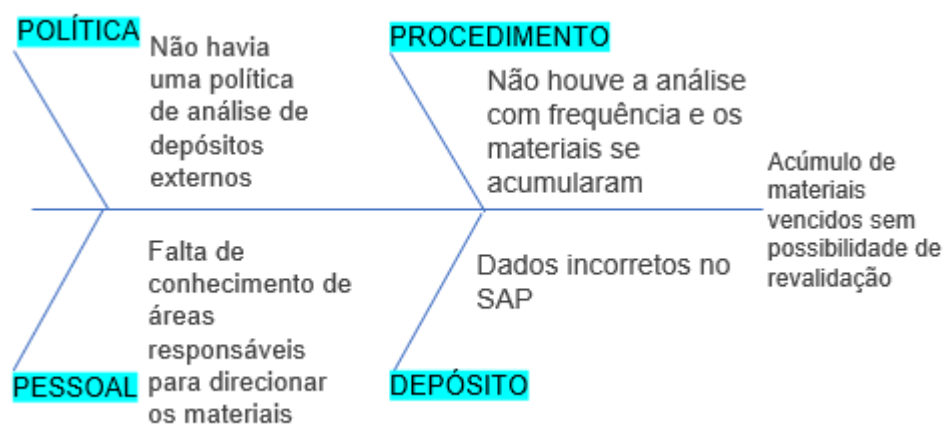
(VI) *Who*Quadro 20 – 5W1H, *Who* do projeto “Gestão de materiais com validade expiradas”

5W1H		
Who	Quem realizará as tarefas?	Setor <i>Supply Chain</i> - Planejamento de Materiais.(1)
		Setores <i>Supply Chain</i> - Planejamento de Materiais e Laboratório de Embalagens. (2)
		Setores <i>Supply Chain</i> - Planejamento de Materiais, área Comercial, Logística e empresas terceiras. (3) e (4)

Fonte: Proprio autor (2020).

Além disso, o Diagrama de *Ishikawa* auxiliou na identificação das dificuldades encontradas para executar o projeto conforme apresentado na Figura 15.

Figura 15 – Diagrama de Ishikawa para o problema



Fonte: Proprio autor (2020).

Após a verificação da aplicabilidade do projeto e responsabilidade de cada área, prossegue-se a etapa I.

3.1.4 Etapa I

Para auxiliar na etapa I as perguntas foram respondidas conforme está no Quadro 21.

Quadro 21 – Perguntas respondidas na Etapa I do projeto “Gestão de materiais com validades expiradas”

PERGUNTAS	RESPOSTAS
Existe alguma solução? Quais são essas soluções?	Descarte/Vendas dos materiais que não tem possibilidade de revalidação.
Existe algum risco nas soluções apresentadas?	Não.
Há necessidade de aplicar a solução, primeiramente, em pequena escala?	Não.
A meta foi atingida?	Sim.

Fonte: Proprio autor (2020).

Nesta etapa, foram realizadas diversas conversas entre as áreas envolvidas. Inicialmente, após a demonstração do problema quantificando os materiais vencidos sem possibilidade de consumo nem revalidação ao gestor da área de *Supply Chain* – Planejamento de materiais, iniciaram-se algumas reuniões envolvendo as equipes do Laboratório de Embalagens, Logística e Comercial.

Após a verificação da lista gerada pelo time de *Supply Chain*, ela foi enviada para a análise do Laboratório de Embalagens para verificar a possibilidade de revalidação dos materiais vencidos. Após esta análise, os materiais classificados como impossibilitados de revalidar foram direcionados para buscar suas respectivas tratativas.

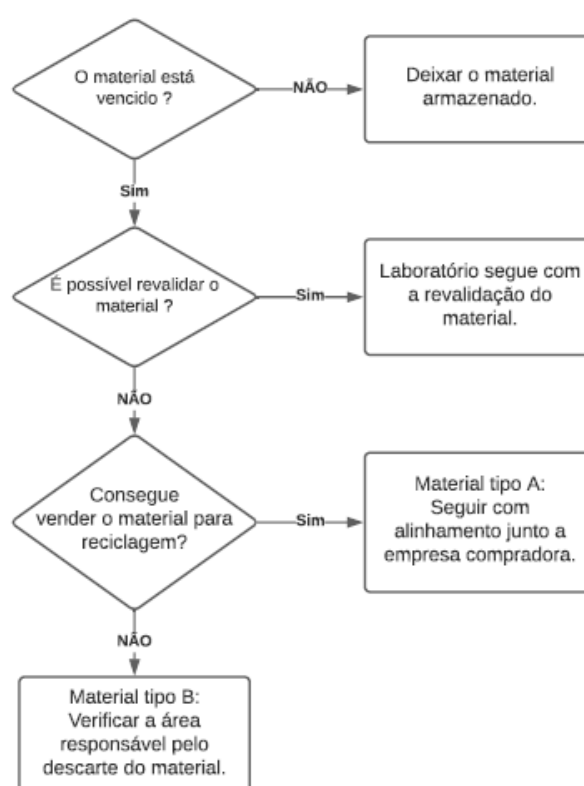
De acordo com sua tratativa, os materiais foram classificados, sobretudo, em 2 classes diferentes:

Classe A - Nesta classe se encaixaram os materiais que possuíram a possibilidade de revenda para empresas terceiras. Os mesmos foram reciclados e reutilizados.

Classe B - Nesta classe foram colocados os itens que não haviam a possibilidade de revenda e necessitavam ser descartadas.

Para os itens da classe A foram envolvidas a equipe Comercial e empresas interessadas na compra dos materiais. Já, na classe B foram envolvidas a equipe do Laboratório de Embalagem e a Logística para o descarte do material. O fluxograma da Figura 16 ilustra as atividades de como foram feitas as análises para cada material.

Figura 16 – Fluxograma do direcionamento dos materiais



Fonte: Proprio autor (2020).

Após a finalização do primeiro ciclo de descarte/ventas de materiais vencidos, foi levantado o custo de armazenagem que a empresa estava pagando até então pelo armazenamento dos materiais vencidos sem a possibilidade de consumo em futuras campanhas.

3.1.5 Etapa C

Para prosseguir com a etapa C, foram respondidas as seguintes perguntas, conforme está no Quadro 22.

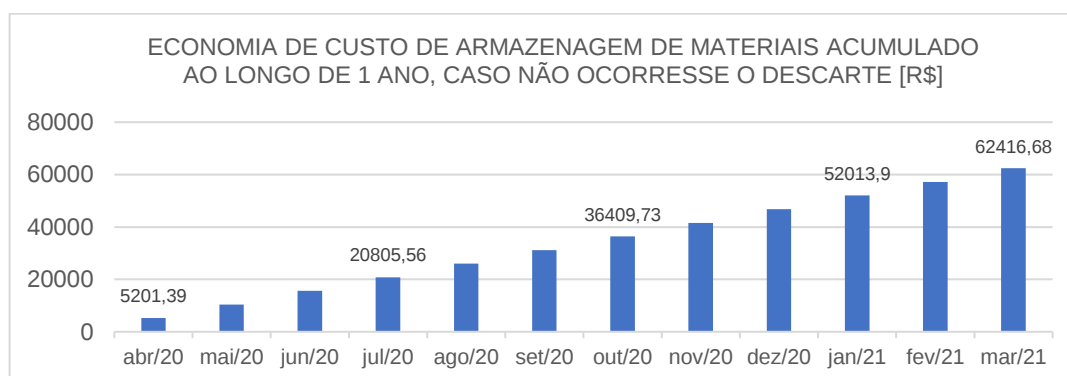
Quadro 22 – Perguntas respondidas na Etapa C do projeto “Gestão de materiais com validades expiradas”

PERGUNTAS	RESPOSTAS
Atingiu a meta global?	Sim.
Qual é o retorno?	Obteve uma economia de R\$62416,68 no ano.
Após a padronização, como serão feitos os acompanhamentos dos futuros sucessos?	Foi definido que o mesmo ciclo será seguido semestralmente.

Fonte: Proprio autor (2020).

Foi verificado que havia um custo mensal de R\$5.201,39 para armazenagem dos materiais vencidos. Foi realizado, então, uma projeção quantificando a economia gerada com o descarte dos materiais, levando o custo de armazenagem que isso teria levado ao longo de um ano, caso permanecessem armazenados sem as tratativas. Assim, foi concluído que houve uma economia anual de R\$62.416,68, conforme ilustrado na Figura 17.

Figura 17 – Economia de custo de armazenagem de materiais acumulado ao longo de 1 ano com o projeto “Gestão de materiais com validade expiradas”



Fonte: Proprio autor (2020).

Ao final do projeto foi definido que esta mesma atividade será realizada semestralmente, evitando que o acúmulo de materiais vencidos e sem possibilidade de utilização em campanhas futuras volte a acontecer. Além disso, a gestão de estoque de materiais por meio do sistema integrado obteve uma melhora significativa na visão geral de estoque.

3.2 CASE 2: SIMPLIFICAÇÃO DO PROCESSO DE EMISSÃO DE CERTIFICADO DE ANÁLISE DOS MATERIAIS

No setor de *Supply Chain* havia reclamações com uma frequência muito alta com relação aos atrasos nos recebimentos dos certificados de análises dos materiais. Tais certificados são necessários no ato do recebimento dos materiais enviados para atendimentos a produção nas empresas terceirizadas contratadas.

Nos certificados estão todas informações técnicas, lotes e validade referente aos materiais enviados. Ou seja, o certificado de análise dos materiais é um documento de garantia daquele material.

Assim, no momento dos descarregamentos de materiais nas empresas terceirizadas, necessitam-se que os certificados de análises já estejam em mãos delas para prosseguir com o descarregamento dos materiais. Sem tais certificados, os materiais não eram descarregados, muito menos as empresas conseguiam dar andamento em sua produção.

Algumas vezes os atrasos nos envios de tais certificados geravam estadias para a transportadora também. Uma vez que sem o certificado, os descarregamentos dos materiais não

aconteciam. Algumas vezes sendo comum que o motorista responsável pelo carregamento pernoitava aguardando a liberação da descarga. Como estas empresas terceirizadas são contratadas como parceiras, elas são tratadas como cliente para complementar a produção da empresa origem.

3.2.1 Etapa D

Para melhor identificação do problema, foram respondidas as perguntas conforme está no Quadro 23.

Quadro 23 – Perguntas respondidas na Etapa D do projeto “Simplificação do processo de emissão do certificado de análise”

PERGUNTAS	RESPOSTAS
Qual é o problema que deve ser resolvido com o projeto?	Atraso nos envios do certificado de análise do material.
Qual é a principal meta?	Enviar o certificado de análise com antecedência.
Qual o cliente afetado pelo problema?	O cliente afetado é a empresa terceirizada.
Em qual situação o problema pode ser observado?	No ato do recebimento de materiais pela empresa.

Fonte: Proprio autor (2020).

Além disso, foi essencial a utilização da ferramenta SIPOC para identificação do problema, conforme apresentado no Quadro 24.

Quadro 24 – Aplicação do SIPOC no problema identificado

<i>Supplier</i>	<i>Inputs</i>	<i>Process</i>	<i>Outputs</i>	<i>Customers</i>
Área de <i>Supply Chain</i> faz os planejamentos de envios de materiais	A Logística solicita a emissão do Certificado de Análise ao Laboratório com base no número da NF	Laboratório recebe a solicitação	O Certificado chega à empresa terceira. A empresa libera o descarregamento do material	Empresa Teceira
		Laboratório emite o certificado		
		O certificado é enviado para a área de <i>Supply Chain</i>		
		<i>Supply Chain</i> envia o certificado à empresa receptora do material		

Fonte: Proprio autor (2020).

3.2.2 Etapa M

Para prosseguir com a etapa M, as seguintes perguntas foram respondidas conforme está no Quadro 25.

Quadro 25 – Perguntas respondidas na Etapa M do projeto “Simplificação do processo de emissão do certificado análise”

PERGUNTAS	RESPOSTAS
Como será feita a estratificação do problema?	Através dos e-mails de reclamação dos clientes.
Existe a meta para cada problema?	Conseguir gerar o certificado de análise com 1 dia de antecedência ao envio dos materiais.
Qual é o foco do problema? É possível de atingir as metas?	Verificar a possibilidade de simplificação do processo. Verificar se existe algum modo de antecipar o envio do certificado.
As metas pertencem a minha área de atuação?	Não somente a nossa área, mas de outras áreas também.

Fonte: Proprio autor (2020).

Foi observado que diariamente a área de *Supply Chain* recebia e-mail's de queixas das empresas terceirizadas devido ao atraso do envio de Certificados.

3.2.3 Etapa A

Para auxiliar na etapa A, foram respondidas as perguntas conforme está no Quadro 26.

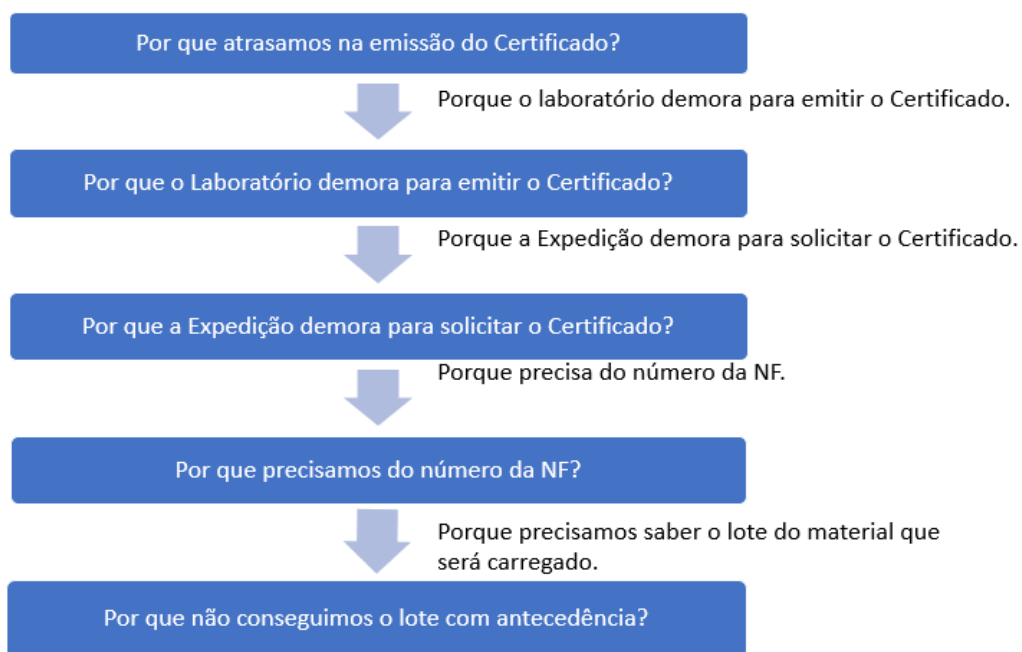
Quadro 26 – Perguntas respondidas na Etapa A do projeto “Simplificação do processo de emissão do certificado de análise”

PERGUNTAS	RESPOSTAS
Qual é o fator gerador do problema?	Demora na emissão do certificado.
Quais são as causas potenciais que mais influenciam no problema?	A necessidade da NF como referência para solicitação do certificado.
As causas foram comprovadas?	Sim.
Quais são as causas fundamentais?	Demora na solicitação do certificado e, conseqüentemente, no seu envio.

Fonte: Proprio autor (2020).

Para entender a causa raiz dos atrasos da emissão do certificado de análise foram propostos os 5 Porquês conforme está na Figura 18.

Figura 18 – Respondendo os 5 Porquês para melhor identificar os problemas do projeto “Simplificação do processo de emissão do certificado de análise”



Fonte: Proprio autor (2020).

3.2.4 Etapa I

Para auxiliar na etapa I as perguntas foram respondidas conforme está no Quadro 27.

Quadro 27 – Perguntas respondidas na Etapa I do projeto “Simplificação do processo de emissão do certificado de análise”

PERGUNTAS	RESPOSTAS
Existe alguma solução? Quais são essas soluções?	Encontrar um modo de antecipar a identificação do lote que será enviado.
Existe algum risco nas soluções apresentadas?	Não.
Há necessidade de aplicar a solução, primeiramente, em pequena escala?	Sim.
Como os testes serão feitos?	Através de um período de acompanhamento da aplicabilidade do novo processo.
Qual foi o resultado obtido do teste?	Simplificação do fluxo e antecipação na solicitação do Certificado pela Expedição.
A meta foi atingida?	Sim.

Fonte: Proprio autor (2020).

Através de seções de *Brainstorming* entre as áreas *Supply Chain*, Laboratório de Embalagens e Expedição, foi verificado que o número da NF é apenas uma referência para rastreamento dos envios dos materiais para estes casos. Sendo assim, foi concluído que se pode adotar um outro número de referência para verificação do lote.

Um modo muito eficiente encontrado pelo grupo foi a utilização do Controle de Transporte (CT). O Controle de Transporte é uma referência que antecede a emissão da NF. Além disso, com o Controle de Transporte é possível verificar o código e lote do material a ser enviado. Diferenciando com a NF apenas pelo fato de não identificar exatamente a quantidade do material que será enviado. Porém para este caso, a quantidade do material que será enviado é insignificativa, uma vez que o certificado de análise garante o lote completo dos materiais.

Além do mais, através do Controle de Transporte é possível consultar as NF's que serão emitidas futuramente. Desse modo, não perdendo a rastreabilidade do material enviado, além de possibilitar a antecipação da solicitação dos certificados.

Outro ponto destacado foi a passagem de bastão da emissão do certificado da área responsável anteriormente, Laboratório de Embalagens para a área de *Supply Chain*. Desse modo, foi possível reduzir uma atividade do fluxograma, uma vez que a partir de então, o *Supply Chain* já será responsável pela emissão do Certificado.

3.2.5 Etapa C

Para prosseguir com a etapa C, foram respondidas as seguintes perguntas conforme está no Quadro 28.

Quadro 28 – Perguntas respondidas na Etapa C do projeto “Simplificação do processo de emissão de certificado de análise”

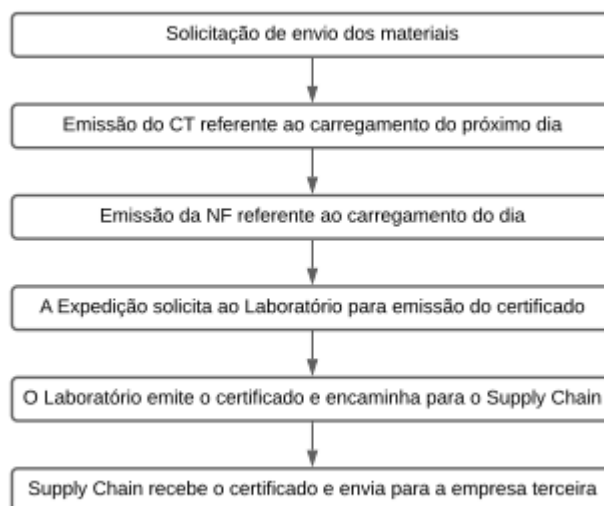
PERGUNTAS	RESPOSTAS
Atingiu a meta global?	Sim.
Qual é o retorno?	Sim, houve feedback positivo dos clientes.
Foram estabelecidos alguma forma de manutenção da padronização?	Sim. Como a emissão do certificado é diária, qualquer problema que ocorrer será notado e corrigido imediatamente.

Fonte: Proprio autor (2020).

Para melhor compreensão de como as atividades foram simplificadas, proporcionando um tempo menor para execução da tarefa, segue os fluxogramas para comparar a situação anterior e posterior ao projeto.

O cenário anterior está apresentado conforme está na Figura 19.

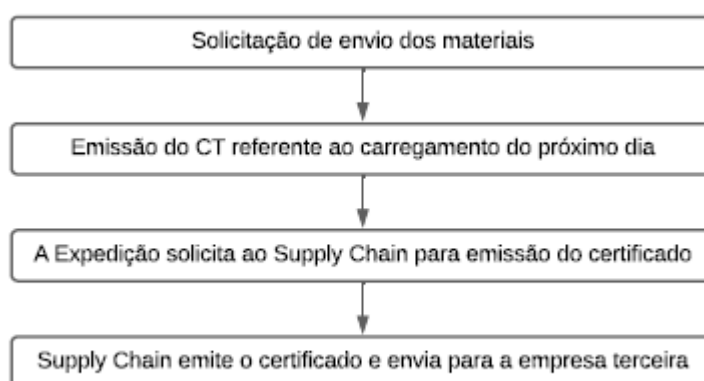
Figura 19 – Fluxograma antes do projeto “Simplificação do processo de emissão de certificado de análise”



Fonte: Proprio autor (2020).

O cenário posterior a conclusão do projeto está apresentado na Figura 20.

Figura 20 – Fluxograma após o projeto “Simplificação do processo de emissão de certificado de análise”



Fonte: Proprio autor (2020).

Com o *On The Job Training*, o Laboratório de Embalagens passou todos os cuidados que devem ser tomados na emissão do certificado de análise para a área de *Supply Chain*.

Com a troca de referência do nº da NF para o nº do CT, somando a passagem de tarefa da emissão do certificado do Laboratório de Embalagem para o *Supply Chain*, tivemos as reduções de 2 processos, e, conseqüentemente, reduzindo o *lead time* de envio do certificado de análise e simplificando as atividades cotidianas.

Pode-se destacar que não houve mais reclamações das empresas terceirizadas sobre os atrasos do envio dos certificados também. Além disso, foi detectado outros pontos que poderiam ser melhorados em outras áreas baseando-se neste projeto.

3.3 CASE 3: REDUÇÃO DE DIVERGÊNCIA DE INVENTÁRIO

No setor de planejamento de materiais, verificou-se grandes problemas de divergência de inventário. Isto é, quando há uma divergência de estoque entre o estoque físico e o estoque sistêmico.

Estoque físico é o estoque que é encontrado fisicamente no almoxarifado. E estoque sistêmico é o estoque encontrado quando se consulta o sistema integrado da empresa. Tal problema dava sequência em dois grandes malefícios.

Primeiramente, nos inventários anuais quando se verificam grandes divergências e, conseqüentemente, havia uma variação significativa no balanço de massa da empresa após a correção de tais divergências.

E o segundo problema é que estas divergências de estoques traziam problemas como a falta de insumos no momento da produção uma vez que os planejadores consideravam a disponibilidade de materiais via estoque sistêmico, enquanto fisicamente já encontrava uma quantidade inferior daquele material.

O contrário também ocorria. Isto é, uma compra excessiva de materiais. Uma vez que o planejador de materiais constava uma quantidade inferior no sistema do que realmente se encontrava fisicamente no almoxarifado.

3.3.1 Etapa D

Para melhor identificação do problema, foram respondidas as perguntas conforme está no Quadro 29.

Quadro 29 – Perguntas respondidas na Etapa D do projeto “Redução de divergência de inventário”

PERGUNTAS	RESPOSTAS
Qual é o problema que deve ser resolvido com o projeto?	Divergência de inventário entre estoque sistêmica e estoque físico.
Qual é a principal meta?	Diminuir a divergência de inventário.
Em qual situação o problema pode ser observado?	No momento da necessidade do material para prosseguir com a produção.
Qual é o impacto do projeto?	Pode ser evitado falta de materiais no momento da produção, evitar compra em excesso e evitar correções de inventário que podem afetar o balanço de massa.

Fonte: Proprio autor (2020).

Após a identificação do problema, passou-se para a próxima etapa.

3.3.2 Etapa M

Para prosseguir com a etapa M, as seguintes perguntas foram respondidas conforme está no Quadro 30.

Quadro 30 – Perguntas respondidas na Etapa M do projeto “Redução de divergência de inventário”

PERGUNTAS	RESPOSTAS
Como será feita a estratificação do problema?	Através de um inventário. Isto é, verificando quantos itens estão com divergências significativas.
É possível utilizar dados histórico para a estratificação dos dados?	Não.
Existe a meta para cada problema?	Sim.
É possível de atingir as metas?	Sim.

Fonte: Proprio autor (2020).

Para definir um método de estratificar o problema decidiu-se adotar a atividade de Inventário Cíclico.

Esta atividade consiste em, primeiramente, classificar os materiais em 3 classes (A, B e C). E, posteriormente, realizar um inventário com uma determinada frequência “cíclica”. Isto é, realizar um inventário contínuo ao longo do ano, de modo a verificar e atuar na resolução do problema. Sendo a frequência do ciclo definida de acordo com a classe dos materiais.

Este método de distinguir entre classes A, B e C consiste em se preocupar prioritariamente com os itens que possuem maior valor financeiro representativo entre todos os materiais. Sendo assim, a classe A com maior valor representativo, seguidos das classes B e C, nesta ordem. O critério de classificação para as 3 classes foi o seguinte:

- Classe A: Materiais armazenados no almoxarifado que representaram o valor financeiro de 80 % do total de materiais.
- Classe B: Materiais armazenados no almoxarifado que representaram o valor financeiro de 15 % do total de materiais.
- Classe C: Materiais armazenados no almoxarifado que representaram o valor financeiro de 5 % do total de materiais.

Para cálculos do valor representativo de um determinado material foi utilizada a Equação (2):

$$\text{Valor de consumo do material} = \text{Valor unitário do material} * \text{Consumo médio do material em 2018} \quad (2)$$

Sendo o percentual financeiro representativo calculado a partir da Equação (3),

$$\% = \frac{\text{VALOR DE CONSUMO PRODUTO}}{\text{VALOR TOTAL DE CONSUMO}} * 100 \quad (3)$$

Assim, entre os 402 materiais utilizados na empresa, 39 itens pertenceram à classe A, 59 itens à classe B e 204 itens à classe C. Em seguida, foram definidas as seguintes frequências para o inventário dos materiais de cada classe, conforme está na Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação dos materiais de acordo com a Classe A, B e C

Classe	Qtd. de materiais	Frequência [dia]	Itens inventariado / dia
A	39	5	8
B	59	15	4
C	304	60	5

Fonte: Proprio autor (2020).

Adotou-se um critério de acuracidade de inventário, conforme Equações (4) e (5):

$$ACURACIDADE = \frac{NÚMERO\ NO\ SISTEMA}{CONTAGEM\ NO\ FÍSICO} * 100 \quad ; \quad Se\ Físico > Sistema \quad (4)$$

$$ACURACIDADE = \frac{NÚMERO\ NO\ FÍSICO}{CONTAGEM\ NO\ SISTEMA} * 100 \quad ; \quad Se\ Físico < Sistema \quad (5)$$

A meta estabelecida é de que os materiais tenham 98% de acuracidade no inventário. Sendo classificado como “OK” caso a acuracidade seja maior ou igual a 98%. E “NOK” caso seja inferior a 98%.

No primeiro ciclo de 60 dias de inventário concluído verificou-se uma acuracidade percentual de 38,35% de “NOK”. Ou seja, 38,35% dos materiais registrados no inventário dos materiais a acuracidade estava abaixo da meta estabelecida de 98%.

3.3.3 Etapa A

Para auxiliar na etapa A, foram respondidas as perguntas conforme está no Quadro 31.

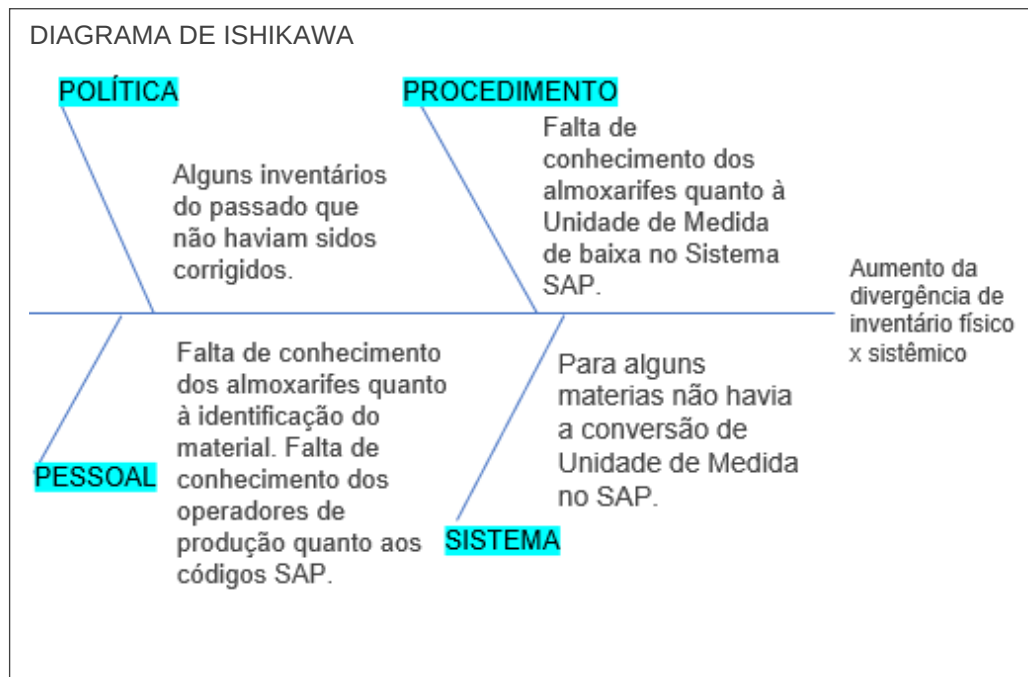
Quadro 31 – Perguntas respondidas na Etapa A do projeto “Redução de divergência de inventário”

PERGUNTAS	RESPOSTAS
Qual o processo gerador do problema?	Foram identificados diversos problemas.
Quais são as causas potenciais que mais influenciam no problema?	Erro na Unidade de Medida antes da baixa no Sistema.
	Baixa de materiais em códigos incorretos.
	Inventários não corrigidos no passado
As causas principais foram comprovadas?	Sim.

Fonte: Proprio autor (2020).

Para melhor identificação das causas potenciais do problema, segue o diagrama de Ishikawa conforme está na Figura 21.

Figura 21 – Diagrama de Ishikawa para o problema do projeto “Redução de divergência de inventário”



Fonte: Proprio autor (2020).

3.3.4 Etapa I

Para auxiliar na etapa I as perguntas foram respondidas conforme está no Quadro 32.

Quadro 32 – Perguntas respondidas na Etapa I do projeto “Redução de divergência de inventário”

PERGUNTAS	RESPOSTAS
Existe alguma solução? Quais são essas soluções?	Alteração do layout da etiqueta de identificação dos materiais.
	Atribuir maior responsabilidade aos almoxarifes.
	Treinamento de gestão de materiais aos almoxarifes.
Existe algum risco nas soluções apresentadas?	Não.
Há necessidade de aplicar a solução, primeiramente, em pequena escala?	Sim.
Como os testes serão feitos?	Continuando com os inventários cíclicos.
Qual foi o resultado obtido do teste?	Redução de divergências de inventários constatados anteriormente.
A meta foi atingida?	Parcialmente, sim.

Fonte: Proprio autor (2020).

Através de uma seção de *Brainstorming* envolvendo a área operacional da Logística, almoxarifado, e área administrativa da Logística, planejamento de materiais, foram discutidas algumas formas para reduzir as divergências de inventários verificadas até então.

Como principal atividade baseando-se no 5S e *Kanban*, foi definido a alteração do *layout* da etiqueta de identificação dos materiais no almoxarifado.

Nas Figuras 22 e 23 é possível comparar a etiqueta anteriormente utilizada e a nova etiqueta proposta.

Figura 22 – *Layout* da etiqueta de identificação do material utilizado no almoxarifado anteriormente

Descrição	Código
Estoque de Segurança:	
Estoque mínimo:	

Fonte: Proprio autor (2020).

Figura 23 – *Layout* da etiqueta de identificação do material utilizado no almoxarifado posteriormente

FOTO DO MATERIAL	CÓDIGO:		ESTOQUE MÍNIMO:	PAGAMENTO MÁXIMO:
	DESCRIÇÃO		ESTOQUE SEGURANÇA:	MÚLTIPLO DE PAGAMENTO:
	UNIDADE DE MEDIDA:	FORNECEDOR:	ENDEREÇO:	
	OBSERVAÇÃO:			

Fonte: Proprio autor (2020).

Com o novo *Layout* adotado, foi possível:

- Por meio da foto, o almoxarife verifica se o código informado pelo operador descrito na folha de requisição está conforme descrição e solicitação do material corretamente;
- Por meio da Unidade de Medida, o almoxarife verifica em qual Unidade de Medida o material deve ser dado baixa no Sistema SAP;
- No ato do inventário cíclico, caso a quantidade física seja menor do que o estoque de segurança, o almoxarife comunica ao planejador do material. Desse modo, evita-se uma possível falta de material para a produção;
- Por meio do múltiplo de pagamento, pode-se verificar quantas unidades de peças tem em uma caixa. Por exemplo, um determinado material somente pode ser dado baixa em caixa e o operador solicita 100 peças. Se cada caixa possui 50 peças, logo o almoxarife necessitará entregar e baixar no sistema 2 caixas.
- Por meio do pagamento máximo, o planejador de materiais tem mais segurança quanto ao consumo reportado no mês. Era comum observar requisições solicitando uma quantidade muito grande de materiais, que poderia ser um excesso e seria armazenado no “armário” dos operadores. Tal prática era devido à “preguiça” dos operadores de irem ao almoxarifado com frequência.

- Adotou-se o endereço para cada material. Foi estabelecido localizações dentro do almoxarifado. Assim, apenas consultando uma planilha preparada pelo autor, o almoxarife saberia localizar o material dentro do almoxarifado com poucas dificuldades. Além de evitar uma possível entrega do material errado.

3.3.5 Etapa C

Para prosseguir com a etapa C, foram respondidas as seguintes perguntas conforme está no Quadro 33.

Quadro 33 – Perguntas respondidas na Etapa C do projeto “Redução de divergência de inventário”

PERGUNTAS	RESPOSTAS
Atingiu a meta global?	Parcialmente, pois nem todos os itens atingiram uma acuracidade superior a 98%. Porém, com as práticas adotadas foi verificado que a divergência estava diminuindo a cada ciclo de inventário realizado.
Após a padronização, como serão feitos os acompanhamentos dos futuros sucessos?	A continuidade do inventário cíclico foi adotada para verificar e acompanhar os resultados futuros.

Fonte: Proprio autor (2020).

Após a finalização do terceiro ciclo de inventário foi notado uma grande diferença. No terceiro ciclo apenas cerca de 22% das contagens realizadas não haviam alcançados a acuracidade de 98%. Isto é, uma redução de cerca de 16% de divergências classificadas como “NOK” quando comparado ao percentual de 38,35% encontrado no primeiro ciclo do inventário.

Assim, foi definido que os inventários cíclicos serão contínuos até que a empresa consiga corrigir os erros e alcançar acuracidade superior à 98% para todos os materiais armazenados no almoxarifado. Serão aplicadas diversas novas ideias para que tal meta global seja atingida.

4 RESULTADOS DOS PROJETOS

4.1 VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS DOS PROJETOS

A proposta desenvolvida, cumpriu com os objetivos pré-estabelecidos do trabalho, apresentando as melhorias concluídas em diversos processos no setor de *Supply Chain* com a utilização das ferramentas que o *Lean Manufacturing* disponibiliza.

Com as propostas trabalhadas foram possíveis identificar a eficácia da aplicação das ferramentas do *Lean Manufacturing* para propor melhorias nos processos. Estas melhorias podendo ser através de redução de custo, simplificação de processos complexos, redução de *lead time*, redução de erros entre outros.

Para tais melhorias acontecerem e trazerem resultados positivos foi de extrema importância seguir cuidadosamente cada etapa do Ciclo DMAIC, utilizando as ferramentas do modo correto e eficaz. Tais ferramentas auxiliaram desde a identificação do problema até a identificação dos lucros/benefícios obtidos com as suas aplicações.

Os três objetivos específicos associados aos respectivos problemas também foram solucionados. Sendo dois deles, indicados como projetos de melhorias contínua. Portanto, é muito evidente a aplicabilidade das ferramentas do *Lean Manufacturing* em projetos de melhorias no setor de *Supply Chain* que trazem resultados positivos para as empresas.

A seguir serão apresentados os três resultados obtidos de acordo com cada projeto executado.

4.1.1 Case 1: Gestão de materiais com validade expiradas

Para o projeto “Gestão de materiais com validade expiradas”, a economia de R\$62.416,68 e a melhoria na gestão de estoque no sistema SAP foram muito evidentes. As ferramentas do *Lean Manufacturing* auxiliaram significativamente a condução do projeto.

O projeto se iniciou com o questionamento interno do porquê armazenava-se materiais com validade já expiradas. E conseqüentemente, pagava-se para o armazenamento dos mesmos. Este questionamento se baseou na ferramenta VOC (*Voice of the Customer*) para melhor compreensão do problema.

Com a análise de *Muda's* (desperdícios) foi possível identificar 2 desperdícios que estavam presentes na questão. Além disso, o Diagrama de *Ishikawa* auxiliou na verificação do porquê aquele problema estava acontecendo, e quais eram as dificuldades de cada área

envolvida que provocava a má gestão de estoque no depósito externo, deste modo, acumulando materiais sem possibilidades de consumos futuro.

Já com a ferramenta 5W1H foi possível a identificação de como as tratativas para cada material seriam conduzidas. Portanto, foi possível reduzir dois *muda*'s. O primeiro no que diz respeito ao excesso de estoque que por sua vez levou ao excesso de custo de armazenagem. E o segundo diz respeito ao movimento de processamento. Pois com a redução de itens armazenados paga-se menor custo de armazenagem. E, após os descartes, com a redução de informações no SAP, melhorou o seu visual proporcionando uma melhoria na gestão de estoque.

Após o levantamento da economia dos valores de armazenagem obtidos e apresentado tal resultado para a liderança, o mesmo projeto adquiriu o título de *Yellow-Belt*.

4.1.2 Case 2: Simplificação do processo de emissão de certificados de análises dos materiais

Para o projeto “Simplificação do processo de emissão de certificados de análises dos materiais”, a eliminação de 2 processos do fluxo estabelecido anteriormente, simplificando o processo como um todo, trouxe uma grande vantagem para as áreas envolvidas.

Além do mais, nunca mais houve reclamações das empresas terceirizadas, parceiras e clientes, com relação ao atraso nos envios dos certificados de análises dos materiais. Tal resultado trouxe uma redução muito grande de *e-mail*'s com temas de “Urgência”.

O projeto iniciou-se com queixas quase que diárias das empresas terceirizadas. O problema discutido tratava-se do atraso nos envios dos certificados de análise dos materiais que compõem a produção. Pois sem o certificado de análise não era possível descarregar os materiais e prosseguir com as entradas via sistema dos materiais que chegavam em suas plantas.

Inicialmente, a ferramenta SIPOC auxiliou na identificação do problema. Além disso, através da ferramenta dos 5 Por quê's foi possível identificar a necessidade de cada etapa e a identificar a causa raiz que levava a tal atraso. Após esta identificação, foram realizadas algumas seções de *Brainstorming* para que seja possível propor uma solução para o processo, buscando uma simplificação do fluxo à fim de reduzir algumas etapas e, conseqüentemente, o envio mais ágil do certificado de análise.

Por fim, por meio da adoção de um *On The Job Training* somando a substituição da NF pelo CT, foi possível simplificar algumas atividades além de eliminar 2 etapas do fluxograma inicial.

Portanto, foi possível reduzir dois *muda's* referente ao excesso de processamento e espera. Com simplificação do fluxograma, foi possível eliminar algumas atividades consideradas que não agregavam valores. E com a eliminação de duas atividades do fluxo anteriormente estabelecido, foi possível reduzir o *lead time* do envio do certificado de análise.

Como conclusão, nunca mais houve reclamações das empresas terceirizadas por atrasos na entrega do certificado de análise. E um novo fluxograma foi estabelecido e padronizado para as áreas envolvidas.

4.1.3 Case 3: Redução de divergência de inventário

Para o projeto “Redução de divergência de inventário”, a redução no percentual de divergências de inventário com o critério adotado (acuracidade de 98%), foi o principal resultado obtido no projeto. Sobretudo, a partir do 3º ciclo do inventário foi possível identificar tal resultado.

Na etapa D, foram identificados e detalhados os motivos pelos quais surgiram tais divergências de inventário. Além disso, foi destacado os motivos pelos quais tal problema estava crescente.

Na etapa M, foi adotado um método para quantificar o problema. Sendo assim, o inventário cíclico foi o método adotado para mensurar as divergências.

Na etapa A, com o auxílio da ferramenta do Diagrama de *Ishikawa*, foi possível destacar as dificuldades e erros cometidos por cada área, os quais contribuíam para o aumento da divergência.

Na etapa I, através de seções de *Brainstorming* foram compartilhadas as dificuldades com os colaboradores da Logística operacional, e colocados novas ideias para que fosse possível combater o problema.

Assim, foi adotado um novo *layout* para etiquetas que identificam os materiais no almoxarifado. Com essa etiqueta foi possível, evitar diversos erros apresentados anteriormente. Tal ideia teve fundamentos no 5S e *Kanban*.

Por fim, na etapa C, foi possível identificar uma redução de cerca de 16% de divergências de inventários obedecendo os critérios adotados pela empresa. Além disso, foi relevante que com a adoção do inventário cíclico os almoxarifados se preocuparam mais com a gestão dos materiais no almoxarifado, tomando atitudes de dono do local.

Portanto, foram eliminados dois *muda's*, o primeiro relacionado ao estoque e o segundo relacionado à correção. Foi reduzido significativamente a divergência de estoque entre o

estoque físico e o sistêmico. Isso trouxe ao planejador de material uma maior segurança e uma melhor gestão de estoque.

Além do mais, reduziu-se a quantidade de correção de inventário de materiais e, conseqüentemente, reduziu o impacto no Balanço patrimonial da empresa.

Apesar da meta global, de que todos os itens tenham uma acuracidade superior a 98%, não tenha sido atingida, ficou evidente que a cada ciclo de inventário tal meta estava cada vez mais próxima de ser atingida. Assim, ficou a conclusão de que novas ideias seriam implementadas até alcançar tal objetivo.

O mesmo projeto foi, por fim, considerado um projeto de *Kaizen* pela empresa.

5 CONCLUSÃO

5.1 RESPOSTAS ÀS QUESTÕES DE PESQUISAS

A seguir as questões de pesquisas apresentadas no primeiro capítulo serão respondidas:

- 1) Como verificar a aplicabilidade das ferramentas do LM dentro do setor de *Supply Chain* – Planejamento de materiais, buscando melhorar algumas atividades, desenvolvendo projetos e propondo uma mudança que traz benefícios às empresas?

A aplicabilidade das ferramentas do LM foi verificada nos resultados apresentados de cada projeto. Ficou evidente que a aplicação de tais ferramentas, se utilizada de forma correta, trazem grandes benefícios ao setor de *Supply Chain* nas empresas. Seguindo o passo a passo do Ciclo DMAIC, foi possível desde identificar o problema até mostrar os resultados obtidos com cada projeto utilizando as ferramentas do LM.

- 2) Quais são algumas condições necessárias para se implementar com sucesso projetos industriais na área de *Supply Chain* com LM?

Uma boa condição pode ser alcançada seguindo o passo a passo do Ciclo DMAIC. A divisão em etapas do Ciclo DMAIC, não somente auxilia com as suas perguntas a serem respondidas em cada etapa, mas também indicam as ferramentas que podem ser utilizadas em cada etapa. Desse modo, apresentando condições para alcançar o sucesso de cada projeto.

- 3) Quais são melhorias que podem ser obtidas com o uso do LM na área de *Supply Chain*?

As melhorias que podem ser obtidas na área de *Supply Chain* são diversas. Podendo ser:

- Redução de custo de armazenagem;
- Simplificação de processos;
- Melhoria na gestão de estoques de materiais;
- Redução do *lead time* entre outros.

5.2 SUGESTÕES PARA CONTINUIDADE DO TRABALHO

A seguir serão apresentadas algumas sugestões para continuidade do trabalho, sempre buscando um ponto de melhoria obedecendo o fundamento do KCA. Desse modo, não finalizando um projeto, mas sempre buscando melhorias contínuas.

Para o *Case 1*, fica como sugestão a verificação da aplicabilidade em outros depósitos externos. Uma vez que nos demais depósitos externos a mesma situação acontece. Isto é, o acúmulo de materiais com validade expirada e sem possibilidade de consumo futuro. A má gestão destes materiais leva a um custo de armazenagem.

Para o *Case 2*, fica como sugestão a implementação da automação através de ferramentas de programações. Isto é, o envio automático de certificados sem a necessidade da interferência humana. Assim que for criado o CT, pode-se automatizar o envio dos certificados para as empresas terceiras. Desse modo, haverá maior agilidade neste processo além da redução de atividades e, conseqüentemente, redução no *lead time*.

Para o *Case 3*, fica como sugestão a verificação da aplicabilidade de outras novas ideias além da continuação do inventário cíclico. Como, por exemplo, uma melhoria na configuração do SAP de tal modo que o mesmo sistema realize a conversão da unidade de medida automaticamente, caso o operador digite a unidade de medida diferente ao adotado pela empresa, seria uma opção para evitar os erros. Desse modo, diminuindo as divergências de inventários entre os estoques físicos e sistêmicos. E, por fim, o importante é atingir a meta global, isto é, todos os materiais com a acuracidade superior a 98% no inventário.

REFERÊNCIAS

- BAIN & COMPANY. **Making change stick**, INSEAD Quarterly 2003. Disponível em: http://www.bain.com/bainweb/PDFs/cms/Public/insead_making_change_stick.pdf. Acesso em: 25 mar. 2008.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia**. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1994. 266 p.
- DENIS, Pascal. **Produção lean simplificada**: um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008. p. 19-170.
- IMAI, Masaaki. **Kaizen**: A Estratégia para o sucesso competitivo. 5. ed. São Paulo: IMAM, 1994. 236 p.
- ISHIKAWA, Kaoru. **Introduction to quality control**. 3. ed. Tokyo: 3A Corporation, 1989. p. 221-435.
- JUSTA, Marcelo; BARREIROS, Nilson. **Gestão da mudança & Lean Manufacturing**: transformando operações em vantagem competitiva sustentável. Curitiba: Appris, 2016. p. 15-134.
- LAPA, Reginaldo. **Programa de qualidade 5S**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2000. 84 p.
- LINKER, Jeffrey K.. **O modelo Toyota**: 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo. Porto Alegre: Bookman, 2005. 320 p.
- MINICUCCI, Agostinho. **Técnicas do trabalho de grupo**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2001. 320 p.
- OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997. 150 p.
- OHNO, Taiichi. **Toyota production system**: beyond large-scale production. New York: Productivity Press, 1988. p. 10-149.
- PANDE, Peter S.; NEUMAN, Robert P; CAVANAGH, Roland R. **The six sigma way**: how ge, motorola, and other top companies are honing their performance. New York: McGraw-Hill, 2000. 448 p.
- SCOPUS. **Documentos relacionados ao Lean Manufacturing**. Disponível em: <https://www.scopus.com/sources.uri>. Acesso em: 27 jul. 2020.
- WERKEMA, Cristina. **Métodos PDCA e DEMAIC e suas ferramentas analíticas**. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda., 2013. p. 13-210.