



**A APLICAÇÃO DO LEAN SIX SIGMA PARA MELHORIA DA GESTÃO DE  
PROCESSOS DE UMA EMPRESA DO SETOR ELETROELETRÔNICO:  
ESTUDO DE CASO**

**Leildo Jander da Mota Silva**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos – Mestrado Profissional, PPGEP/ITEC, da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Processos.

Orientador: Rui Nelson Otoni Magno

Belém  
Julho de 2021

**A APLICAÇÃO DO LEAN SIX SIGMA PARA MELHORIA DA GESTÃO DE  
PROCESSOS DE UMA EMPRESA DO SETOR ELETROELETRÔNICO:  
ESTUDO DE CASO**

Leildo Jander da Mota Silva

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA PROCESSOS – MESTRADO PROFISSIONAL (PPGEP/ITEC) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA DE PROCESSOS.

Examinada por:



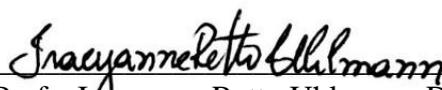
---

Prof. Rui Nelson Otoni Magno, Dr.  
(PPGEP/ITEC/UFPA-Orientador)



---

Prof. Jandecy Cabral Leite, Dr.  
(PPGEP/ITEC/UFPA-Membro)



---

Profa. Iracyanne Retto Uhlmann, Dra.  
(EST/UEA-Membro)

BELÉM, PA - BRASIL

JULHO DE 2021

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFPA**

---

Silva, Leildo Jander da Mota, 1963-

A aplicação do lean six sigma para melhoria da gestão de processos de uma empresa do setor eletroeletrônico: estudo de caso / Silva Leildo Jander da Mota - 2021.

Orientador(es): Rui Nelson Otoni Magno

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal do Pará. Instituto de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos, 2021.

1. Lean Six Sigma 2. Kainzen 3. Melhoria da gestão de processos 4. Indústria de eletrônicos I. Título

CDD 670.42.

---

*Este trabalho é dedicado aos amigos e colegas que sempre apoiaram, incentivaram e de alguma forma contribuíram para a elaboração. Primeiramente à Deus e em particular à minha esposa Francineuma, meus filhos Renan e Raquel e Pais pela paciência e compreensão da minha dedicação de tempo e foco no trabalho, bem como as palavras de incentivo.*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador Professor Dr. Rui Nelson Otoni Magno pelo acompanhamento durante as pesquisas experimentais e pela assistência na elaboração desta dissertação.

Aos amigos Professor Marivan Gomes e Professor Dr. Jandecy Cabral Leite pela orientação e incentivo na conclusão do curso.

Aos colegas e amigos da empresa estudada Marcelo Batista, Cristiano Silva e Luciano Lima pelo suporte e apoio no desenvolvimento do estudo de caso.

Ao ITEGAM pela valiosa parceria que só engrandece o desenvolvimento do Amazonas

Aos professores e colegas do PPGEP pelo apoio, suporte e ensinamentos.

*“Tente uma, duas, três vezes e se possível tente a quarta, a quinta e quantas vezes for necessário. Só não desista nas primeiras tentativas, a persistência é amiga da conquista. Se você quer chegar aonde a maioria não chega, faça o que a maioria não faz...”*

(Bill Gates)

Resumo da Dissertação apresentada ao PPGEP/UFPA como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Processos (M. Eng.)

**A APLICAÇÃO DO LEAN SIX SIGMA PARA MELHORIA DA GESTÃO DE  
PROCESSOS DE UMA EMPRESA DO SETOR ELETROELETRÔNICO:  
ESTUDO DE CASO**

**Leildo Jander da Mota Silva**

Julho/2021

Orientador: Rui Nelson Otoni Magno

Área de Concentração: Engenharia de Processos

A aplicação da metodologia Lean Six Sigma tem demonstrado bons resultados obtidos nas empresas quando utilizadas técnicas e ferramentas continuamente com o objetivo de obter melhorias através da redução dos desperdícios e redução das variabilidades. Neste contexto, este estudo de caso aplica ferramentas do Lean Six Sigma na melhoria da gestão dos processos de uma empresa do setor eletroeletrônico e de como ela obteve bons resultados através da utilização da metodologia de medição e análise mensal da maturidade Lean, criação do comitê Lean, aplicação das ferramentas, mapeamento do fluxo de valor, melhoria do programa 5S, melhoria da gestão visual e aplicação do programa de ideias. O estudo mostra os ganhos obtidos na empresa alcançado na melhoria da maturidade Lean que saiu de 44,20% (fase bronze) e chegou a 63% (fase prata) com ganho em torno de 42,5% e uma melhoria do custo de manufatura de 29% até o final deste estudo de caso, além disto, podemos destacar, a mudança de mentalidade cultural ocorrida na empresa no que tange ao pensamento em melhoria contínua e uma gestão de processo estruturado.

Abstract of Dissertation presented to PPGE/UFPA as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Process Engineering (M. Eng.)

**THE APPLICATION OF LEAN SIX SIGMA FOR PROCESS MANAGEMENT  
IMPROVEMENT OF A COMPANY IN THE ELECTROELECTRONICS  
SECTOR: CASE STUDY**

**Leildo Jander da Mota Silva**

July/2021

Advisor: Rui Nelson Otoni Magno

Research Area: Process Engineering

The application of Lean Six Sigma methodology has shown good results obtained in companies when techniques and tools are used continuously with the objective of obtaining improvements by reducing waste and reducing variability. In this context, this case study apply the this methodology and tools to improve the process management in a company in the electronics sector and how it obtained good results through the application of the monthly measurement and analysis methodology of Lean maturity, creation of the Lean committee, application of tools, value stream mapping, improvement of the 5S program, improvement of visual management and application of the ideas program. The study shows the gains obtained in the company achieved in improving Lean maturity, which went from 44.20% (phase bronze) to 63% (phase silver) with gain of around 42.5% and a 29% improvement in the manufacturing cost by the end of this case study. In addition, we can highlight the change in the company's cultural mindset regarding thinking about continuous improvement and structured process management.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 - MOTIVAÇÃO.....	1
1.2 - OBJETIVOS.....	3
<b>1.2.1 - Objetivo geral.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2.2 - Objetivos específicos.....</b>	<b>3</b>
1.3 - CONTRIBUIÇÕES DA DISSERTAÇÃO.....	3
1.4 - DELIMITAÇÃO DO TRABALHO.....	4
1.5 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	4
<b>CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
2.1 - CONTEXTUALIZAÇÃO HISTORICA SOBRE O <i>LEAN SIX SIGMA</i> .....	5
<b>2.1.1 - Fundamentos do <i>lean</i>.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1.2 - Fundamentos do <i>six sigma</i>.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1.3 - Origem da melhoria contínua.....</b>	<b>8</b>
<b>2.1.4 - Quando utilizar o <i>lean</i> e o <i>six sigma</i>.....</b>	<b>8</b>
2.2 - CRIAÇÃO DO CONSELHO <i>LEAN</i> .....	9
2.3 - APRENDENDO A ENXERGAR.....	10
2.4 - O METODO YAMAZUMI.....	12
2.5 - JUST IN TIME - JIT.....	14
2.6 - JIDOKA.....	14
<b>CAPÍTULO 3 - MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
3.1 - CONTEXTUALIZAÇÃO.....	16
3.2 - CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	17
3.3 - METODOLOGIA.....	17
<b>3.1.1 - Medição da maturidade <i>lean</i>.....</b>	<b>19</b>
<b>3.1.2 - Benchmarking.....</b>	<b>19</b>
<b>3.1.3 - Aplicação das ferramentas <i>lean</i>.....</b>	<b>20</b>
3.1.3.1 - Mapeamento do Fluxo de Valor – (MFV)/ <i>Value Stream Mapping</i> - ( <i>VSM</i> ).....	20
3.1.3.2 - O Sistema 5S.....	23
3.1.3.3 - O Gerenciamento visual.....	24
3.1.3.4 - Programa de ideias <i>lean</i> .....	24

<b>CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>26</b>
4.1 - DIAGNOSTICO DO NIVEL DE MATURIDADE LEAN DA PLANTA....	26
4.2 - BENCHMARKING.....	30
<b>4.2.1 - Benchmarking com empresas.....</b>	<b>30</b>
<b>4.2.2 - Benchmarking na empresa 1.....</b>	<b>31</b>
<b>4.2.3 - Benchmarking na empresa 2.....</b>	<b>33</b>
4.3 - TREINAMENTO PARA GESTORES E OPERADORES.....	35
4.4 - APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS LEAN.....	38
<b>4.4.1 - Criação do Comitê <i>Lean</i> (<i>Steering Team</i>).....</b>	<b>38</b>
<b>4.4.2 - Mapeamento do Fluxo de Valor(MFV)/<i>Value Stream Mapping</i> (VSM)</b>	<b>39</b>
<b>4.4.3 - 5S.....</b>	<b>43</b>
<b>4.4.4 - Gerenciamento visual.....</b>	<b>48</b>
<b>4.4.5 - Programa de ideias lean.....</b>	<b>51</b>
4.5 - LEVANTAMENTO DOS RESULTADOS OBTIDOS.....	53
<b>CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....</b>	<b>57</b>
5.1 - CONCLUSÕES.....	57
5.2 - SUGESTÕES.....	58
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>59</b>
<b>APÊNDICE A - TREINAMENTO REALIZADO PARA GESTORES.....</b>	<b>63</b>
<b>APÊNDICE B - TREINAMENTO REALIZADO PARA OPERADORES....</b>	<b>65</b>
<b>APÊNDICE C - EMENTA DO TREINAMNETO DE <i>LEAN</i>.....</b>	<b>67</b>
<b>APÊNDICE D - MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR DO PRODUTO A.....</b>	<b>68</b>
<b>ANEXO I - TABELA DE AVALIAÇÃO DA MATURIDADE <i>LEAN</i>.....</b>	<b>69</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Modelo TPS de produção.....	6
Figura 2.2	Comitê <i>lean</i> .....	10
Figura 2.3	Aprendendo a enxergar muda.....	12
Figura 2.4	Yamazumi.....	13
Figura 3.1	Radار da maturidade <i>Lean</i> .....	18
Figura 3.2	Fluxograma da metodologia empregada.....	18
Figura 3.3	Mapeamento do fluxo de valor – Atual.....	21
Figura 3.4	Mapeamento do fluxo de valor – Futuro.....	22
Figura 4.1	Avaliação inicial da maturidade <i>lean</i> .....	26
Figura 4.2	Divulgação dos prêmios.....	32
Figura 4.3	Mural <i>Lean (Blue Wall)</i> .....	33
Figura 4.4	Maturidade <i>lean</i> .....	34
Figura 4.5	Visita empresa 2.....	35
Figura 4.6	Treinamento para gestores.....	36
Figura 4.7	Treinamento para operadores.....	36
Figura 4.8	Certificação treinamento <i>lean</i> .....	37
Figura 4.9	Comitê <i>lean</i> .....	38
Figura 4.10	Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV).....	39
Figura 4.11	Fases <i>Define &amp; Measure</i> (Definir e Medir).....	40
Figura 4.12	Fase <i>Analyze</i> (Analisar).....	40
Figura 4.13	Fase <i>Improve &amp; Control</i> (Melhorar e Controlar).....	41
Figura 4.14	Lista de projetos e atendimento as reuniões.....	42
Figura 4.15	Mesa de suporte ao <i>lean</i> .....	42
Figura 4.16	Modelo <i>kaizen</i> .....	43
Figura 4.17	Reunião colaboradores 5S.....	44
Figura 4.18	Divulgação do dia D.....	44
Figura 4.19	Divulgação dos sensores.....	45
Figura 4.20	Cronograma de auditoria.....	45
Figura 4.21	Padrão de organização da área de escritório.....	46
Figura 4.22	Avaliação da planta.....	46
Figura 4.23	Corrida maluca das linhas.....	47

Figura 4.24	Auditoria 5S planta.....	47
Figura 4.25	Indicador de produção e qualidade 1.....	49
Figura 4.26	Indicador de produção e qualidade 2.....	50
Figura 4.27	Indicador de produção e qualidade na linha.....	50
Figura 4.28	Divulgação do programa de ideias PIT.....	53
Figura 4.29	Radار comparativo da evolução <i>lean</i> na empresa.....	54
Figura 4.30	Custo de manufatura.....	55

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Característica do <i>lean six sigma</i> .....	9
Tabela 4.1	Pontos abordados no <i>benchmarking</i> .....	31
Tabela 4.2	Indicadores <i>lean six sigma</i> .....	32
Tabela 4.3	Comparativa do programa de ideias em empresas do polo industrial de Manaus.....	51
Tabela 4.4	Evolução da maturidade <i>lean</i> .....	54
Tabela 4.5	Redução do custo de manufatura.....	56

## NOMENCLATURA

ASQ	ASSOCIAÇÃO DE QUALIDADE AMERICANA
A3	FERRAMENTA EM FORMATO A3
CEO	CHIEF EXECUTIVE OFFICER – CHEFE EXECUTIVO
JIDOKA	AUTONOMAÇÃO
MVA	MANUFACTURING VALUE ADDED – VALOR AGREGADO DA MANUFATURA
SMED	SINGLE MINUTE EXCHANGE DIE – TROCA DE FERRAMENTAL EM UM DIGITO DE MINUTO
TPM	TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE – MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

### 1.1 - MOTIVAÇÃO

Muitas empresas ainda fazem a gestão pelo retrovisor, ou seja, existe uma lentidão no processo de tomada de decisão em função dos dados disponíveis face a não utilização de ferramentas de gestão que possam prover velocidade ao sistema e, apesar da utilização de algumas ferramentas, elas não são muitas vezes utilizadas de maneira a agregar valor para empresa focando na cadeia de valor e com o objetivo de eliminar os desperdícios. Muitas organizações têm definido o *Lean Six Sigma* como uma de suas diretrizes e vem implementando ferramentas com objetivo de dar velocidade ao sistema e ao mesmo tempo focar na redução dos desperdícios e melhorando a cadeia de valor. Como o *Lean Six Sigma* através de suas ferramentas podem contribuir para a melhoria da performance de uma empresa e ser uma metodologia aplicada permanente?

Segundo ANTUNES (2008) “O método de construção do Sistema Toyota de Produção não está completamente formalizado nos livros”. Mas vamos usar a informação do SHINGO (1996) o qual descreve o objetivo desse sistema: “É um sistema que visa eliminação total das perdas [...] é 80% eliminação das perdas, 15% um sistema de produção e apenas 5% o *kanban*”. “Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, da Toyota japonesa, foram os pioneiros no conceito da produção enxuta” (WOMACK *et al.*, 2004). Segundo BASU, (2011) “O *Lean Six Sigma* surgiu da união de duas abordagens de gestão conhecidas como *Lean Production*, desenvolvida com base no Sistema Toyota de Produção (TPS), e o *Six Sigma* desenvolvido pela Motorola” (CHIARINE,2012).

“O *Six Sigma* teve início na década de 1980 na Motorola, mas ganhou notoriedade em 1996 quando a General Eletric por meio de seu *CEO Jack Welch* anunciou um resultado de 1,5 bilhão de dólares de redução de custo por meio deste programa” (JUNIOR e CALARGE, 2013).

Segundo NETO (2018) A utilização do termo *Lean Six Sigma* tem sido utilizada atualmente pelas organizações devido ao *Lean* ser utilizado para solução de problemas menos complexos e os operadores podem utilizar as ferramentas como: 5S, Gestão Visual, os 8 Desperdícios, Trabalho Padronizado, *Jidoka*, *SMED* (troca em um dígito de

minuto), *TPM* (Manutenção Produtiva Total), *MFV* (Mapeamento do Fluxo de Valor) e *A3* e eventos *Kaizen*. O *Six Sigma* é utilizado para solucionar problemas de maior complexidade através do uso da metodologia *DMAIC*. *D-Define* (Definir); *M-Measure* (Medir); *A-Analyze* (Analisar) e *C-Control* (Controlar).

Não há uma receita de bolo para se implementar o *Lean Six Sigma*, mas para muitos autores esta abordagem deve-se iniciar pela estabilização da empresa através da implementação do 5S, seguido pela gestão visual e a partir daí aplicar o aprendizado a enxergar os 8 desperdícios e logo após realizar o mapeamento dos processos através do uso do *MFV* com objetivo de identificar os desperdícios e definir os *Kaizens* a serem aplicados (STEWART, 2011)

A palavra *Kaizen* tem origem japonesa e significa “mudar para melhor”. Na prática, nas empresas significa que nenhum dia deve passar sem que sejam feitas melhorias (MALEYEFF, 2006). De acordo com John Miller (que cresceu no Japão) o significado básico de *kaizen* é mudar para melhor, eliminando o que problemático e ineficiente neste contexto (MILLER, WROBLEWSKI & VILLAFUERTE, 2014). Segundo (SLACK *et al.*,2002) “O *Kaizen* também pode ser definido como melhoramento contínuo, e tem por objetivo a promoção de avanços sucessivos e constantes, ou seja, mais e menores passos de desenvolvimento incremental” (KHAYUM, 2015). Para (IMAI, 1994) mais especificamente, “*Kaizen* significa pequenos avanço, como resultado dos esforços contínuos” e não melhoramentos drásticos resultantes de grandes investimentos, os quais caracterizam a inovação. *Kaizen* é um guarda-chuva para: Melhoria da Produtividade, Melhoria Total da Qualidade, Zero Defeitos, Just-in-time, Sistema de sugestões etc. A estratégia *Kaizen* enfoca no Gerenciamento *Kaizen*: O gerenciamento mantém e melhora as operações padrões (procedimentos etc.).

Pelo fato de poder interagir junto as empresas de maneira a contribuir na melhoria dos seus processos, isto motivou a realização de um estudo de caso em uma empresa do setor eletroeletrônico do Distrito Industrial de Manaus.

## 1.2 - OBJETIVOS

### 1.2.1-Objetivo geral

Aplicar a metodologia *Lean Six Sigma* na melhoria da gestão dos processos de uma empresa do setor eletroeletrônico.

### 1.2.2 - Objetivos específicos

- Identificar a maturidade do *Lean Six Sigma* da empresa através da aplicação do medidor Maturidade *Lean*;
- Analisar os resultados da Maturidade *Lean*;
- Definir processos para apoiar a melhoria contínua do Indicador maturidade *lean*;
- Avaliar a gestão visual da empresa pela aplicação da ferramenta *MES* (*Manufacturing Execution System*) visando dar agilidade e controle dos processos para tomada de decisão;
- Apresentar os benefícios alcançados através da implementação do *Lean Six Sigma*.

## 1.3 - CONTRIBUIÇÕES DA DISSERTAÇÃO

A utilização do *Lean Six Sigma* vem continuamente crescendo em grandes empresas e cada vez mais elas têm se estruturado para utilizar o *Lean Six Sigma* tendo em vista os resultados alcançados tanto no aspecto financeiro como no desenvolvimento do time operacional da empresa, como o *Lean* representa uma filosofia onde todos estão envolvidos a resolver problemas, o uso dele propicia um ganho geral para as empresas. Através da interação junto a empresa espera-se contribuir de maneira a que a empresa implemente uma metodologia de medição e gestão do programa *Lean Six Sigma* e que possa estar estruturada para melhoria contínua.

Por várias décadas, os fabricantes têm utilizado princípios e ferramentas *Lean Six Sigma* para reduzir a complexidade operacional e melhorar a produtividade através da redução dos custos integrais da empresa. A abordagem enxuta fornece a base para a

excelência operacional, padronizando processos, inculcando uma cultura de melhoria contínua e capacitando trabalhadores no chão de fábrica.

#### 1.4 - DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

O estudo se limita a aplicação da metodologia Lean Six Sigma em uma empresa do polo eletroeletrônico fabricante de produtos de tv a cabo (setup box) no mercado de Manaus. Nesta empresa é realizada somente a montagem final dos produtos após o recebimento das placas eletrônicas e demais componentes de outros fornecedores. O estudo de deu no período de outubro de 2019 até abril de 2021.

#### 1.5 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O **capítulo 1** apresenta a motivação, os objetivos, as contribuições da dissertação e a forma de organização do trabalho.

O **capítulo 2** apresenta uma revisão da literatura sobre o Lean e o Six Sigma e suas ferramentas.

O **Capítulo 3** apresenta a aplicação da metodologia empregada no estudo de caso e o levantamento da maturidade *Lean* da empresa através de auditoria e verificação in loco de cada categoria.

O **Capítulo 4** apresenta a aplicação das ações de melhoria como criação do comitê *Lean*, mapeamento do fluxo de valor e outras ferramentas com o objetivo de melhorar a empresa continuamente e os resultados obtidos.

O **Capítulo 5** apresenta as conclusões do estudo de caso e as sugestões que poderão ser aplicadas no futuro.

## CAPÍTULO 2

### REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo vamos explorar os fundamentos teóricos do *Lean Six Sigma* através de uma contextualização histórica de como a ascensão tem acontecido e de como utilizar algumas ferramentas.

#### 2.1 - CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA SOBRE O *LEAN SIX SIGMA*

##### 2.1.1 - Fundamentos do *lean*

De acordo com KUBIAK AND BENBOW (2016), a expressão de Não Agregar Valor é definida como um termo que descreve uma etapa do processo produtivo ou função não necessária para a realização direta das atividades do processo, esta etapa deve ser identificada para uma futura eliminação do processo. Esta representou uma mudança para a engenharia de produção que tinha como foco fundamental melhorar funções e atividades, por exemplo: como fazer o processo correr mais rapidamente. O pensamento enxuto não ignora as atividades de valor agregado, mas busca focar na eliminação dos desperdícios (AL-ARAIDAH, 2010).

Henry Ford fez um grande esforço para reduzir os tempos de ciclo para o *Sistema Toyota* de Produção (BOVO, 2017). Henry Ford foi o primeiro a integrar verdadeiramente um sistema de produção chamado "produção em massa", que fabrica grandes quantidades de produtos padronizados. Ford criou o que ele chamou de produção de fluxo, que envolve o movimento contínuo de elementos através do processo de produção. Ford usou a produção em massa para fabricar e montar os componentes de seus veículos em poucos minutos, em vez de horas ou dias. Ao contrário da produção artesanal, o sistema de produção em massa consegue entregar componentes perfeitamente ajustados que são intercambiáveis. Este processo foi muito bem-sucedido e permitiu que a *Ford Motor Company* produzisse mais de 15 milhões de carros Modelo T entre 1908 e 1927. Durante a Segunda Guerra Mundial, os militares dos EUA adotaram Sistema de produção em massa da Ford. (LAVHALE, 2020).

A produção *Lean* também chamada de Sistema Toyota de Produção (TPS), defini desenvolver a mentalidade de se fazer com menos – menos tempo, menos espaço,

menos esforço humano, menos equipamentos, menos material - e ao mesmo tempo entregar ao cliente aquilo que ele deseja (DENNIS, 2017).

O Sistema Toyota é composto pela aplicação de várias ferramentas onde temos o telhado sendo o cliente como ponto focal, conforme podemos observar na Figura 2.1.

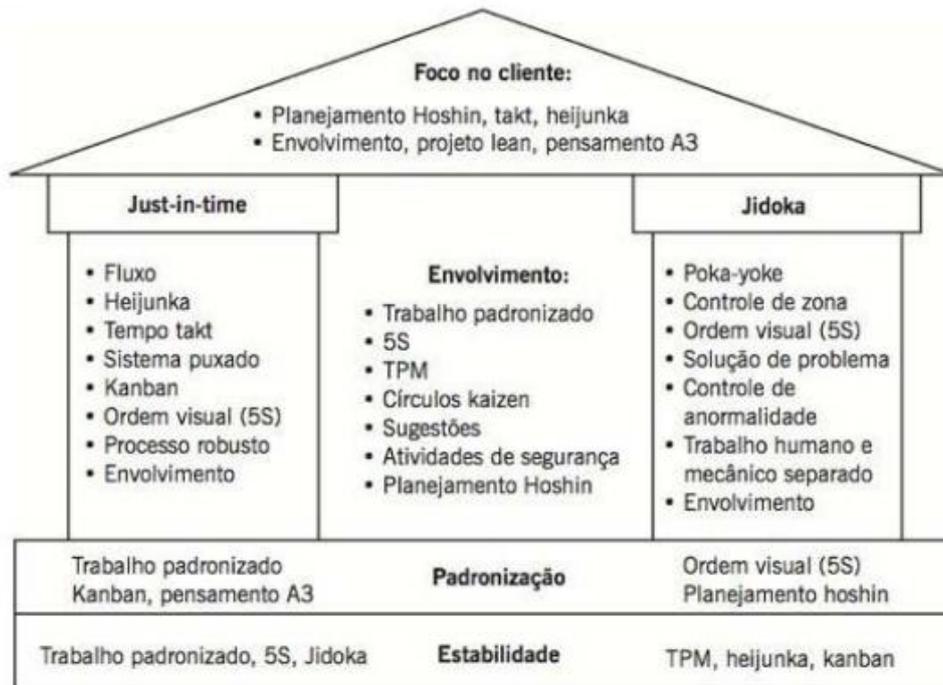


Figura: 2.1 - Modelo TPS de produção.  
Fonte: DENNIS (2017).

O Sistema Toyota de Produção é considerado uma metodologia viável para se fazer a produção através de suas ferramentas por buscar mostrar no seu resultado para o cliente o lucro. Para atingir estes objetivos o TPS busca reduzir o custo e/ou melhorar a produtividade. A redução do custo e melhoria da produtividade é alcançada através da redução dos desperdícios como mão de obra excessiva, estoque em excesso. O TPS não engloba somente a redução do custo de produção, mas toda a cadeia produtiva. (MONDEN, 2011).

### 2.1.2 - Fundamentos do *six sigma*

O movimento da qualidade pode traçar suas raízes na Europa medieval, onde no final do século 13, os artesãos começaram a se organizar em sindicatos chamados de guildas (*guilds*). O *Six Sigma* como um padrão de medição tem sua ascendência em

1800, com a introdução do conceito da curva normal *Carl Frederick Gauss* (KUBIAK AND BENBOW, 2016).

De acordo com a ASQ (2010), o *Six Sigma* tem a sua cronologia ligada aos seguintes anos:

- **1940** – O exército dos Estados Unidos depende da qualidade e consistência dos produtos para apoiar o esforço de guerra, torna-se o principal defensor da qualidade. Técnicas de inspeção e amostragens são implementadas e melhoradas, os processos foram redesenhados para aumentar a eficiência da produção. O Controle Estatístico da Qualidade é uma abordagem de qualidade emergente.
- **1950** – Após a Segunda Guerra Mundial, a revolução da qualidade no Japão estimula o nascimento da qualidade total no Estados Unidos. Os japoneses acolhem a entrada dos norte-americanos *Joseph M. Juran e W. Edwards Deming*, e ao invés de se concentrarem em inspeção, se concentram em melhorar todos os processos organizacionais até o nível operacional. *Juran* facilita a mudança de controle estatístico do processo (CEP) para controle de qualidade total no Japão.
- **1970** – Produtos de alta qualidade do Japão, constantemente corroem a participação no mercado das indústrias Americanas. A resposta dos EUA, enfatizando não apenas estatísticas, mas abordagens que envolveram toda a organização, torna-se conhecido como gestão da qualidade total (*Total Quality Management*).
- **1980** – *Six Sigma* começa em 1986, como um método com base estatística para reduzir defeitos nos processos de produção na Motorola Inc.
- **1990** – Em 1991, a Motorola certifica seus primeiros especialistas em *Six Sigma* "*Black Belt*", significando a formalização na formação nos métodos do *Six Sigma*. As indústrias *Allied Signal* tornam-se a segunda empresa a adotar o *Six Sigma* seguida pela GE.
- **2000** – Novos sistemas de qualidade evoluem a partir das bases de *Deming, Juran*, e os primeiros praticantes japoneses de qualidade. Movimentos de qualidade, vão além do processo de fabricação e adentram os mercados de serviços, de saúde, educação e setores do governo.

### **2.1.3 - Origem da melhoria contínua**

De acordo com a ASQ (2010), embora o termo "*Six Sigma*" também tenha um significado estatístico específico, o sistema de melhoria chamado *Six Sigma* contém um amplo conjunto de conceitos e ferramentas utilizadas para descobrir defeitos organizacionais e suas soluções. Cada uma dessas ferramentas foi iniciada por uma pessoa, que desenvolveu uma faceta particular de esforço para melhoria da qualidade, testou e provou ser útil para a comunidade mundial.

Como em muitas empresas têm foco em dois seguimentos, na eliminação dos desperdícios e na redução da variabilidade do processo, podemos classificar o *Lean* e o *Six Sigma* como complementares e, desta forma, o programa tem sido definido como *Lean Six Sigma*, como fundamentos para a melhoria contínua (KUBIAK AND BENBOW, 2016).

A demarcação entre *Six Sigma* e *Lean* apresenta uma área cinzenta de onde um termina e onde o outro começa, com maior frequência, estamos a ver termos como "*Lean Six Sigma*" porque o processo de melhoria requer aspectos de ambas as abordagens para alcançar resultados positivos. (KUBIAK AND BENBOW, 2016).

*Six Sigma* se concentra na redução da variação do processo e processo de melhoria do controle, enquanto *Lean* foca na eliminação dos desperdícios (atividades que não agregam valor) e promove o trabalho padronizado e fluxo. Profissionais de *Lean Six Sigma* devem ser bem treinados em ambos. *Lean* e *Six Sigma* têm o mesmo objetivo geral, proporcionar ao cliente a melhor qualidade possível, custo, entrega, e um atributo mais recente: agilidade. (AFSAN, 2020).

### **2.1.4 - Quando utilizar *lean* e *six sigma***

Os usuários mais bem-sucedidos de implementações têm começado com a abordagem *Lean*, tornando o local de trabalho mais eficiente e eficaz, reduzindo os oito desperdícios e usando mapas de fluxo de valor para melhorar a compreensão e a taxa de valor agregado. Quando os problemas do processo permanecem, a técnica do *Six Sigma* é aplicada através das ferramentas estatísticas (KUBIAK AND BENBOW, 20016).

Uma coisa que eles têm em comum: ambos necessitam de forte apoio do time de gestão da empresa para suportar a nova maneira de fazer negócios (KUBIAK AND BENBOW, 2016).

Algumas organizações têm respondido a essa dicotomia de abordagem formando um Time *Lean Six Sigma* com especialistas das diversas áreas (KUBIAK AND BENBOW, 2016).

Uma força tarefa é definida para este time e remodelada dependendo da área de atuação (KUBIAK AND BENBOW, 2016).

De acordo com a Tabela 2.1, podemos definir as seguintes características entre o *Lean* e o *Six Sigma*:

Tabela 2.1 - Característica do *Lean Six Sigma*.

<b>TÓPICO</b>	<b>LEAN</b>	<b>SIX SIGMA</b>
<b>Melhorias</b>	Redução do desperdício	Redução da variação
<b>Justificativa</b>	Velocidade	<i>Six Sigma</i>
<b>Tempo de aprendizado</b>	Curto	Longo
<b>Seleção dos projetos</b>	Mapeamento do fluxo de valor	Várias abordagens
<b>Tempo do projeto</b>	1 sem. a 3 meses	2-6 meses
<b>Driver</b>	Demanda	Dados
<b>Complexidade</b>	Moderada	Alta

Fonte: KUBIAK AND BENBOW, (2016)

## 2.2 - CRIAÇÃO DO CONSELHO *LEAN* – *LEAN COMMITTEE*

O Conselho *Lean* é de fundamental importância na empresa para o gerenciamento do programa *Lean* e com o objetivo de tornar o programa contínuo e duradouro. Segundo UHLMANN (2015), a montagem de um comitê com representantes dos departamentos é importante para a realização de eventos previstos. Conforme Figura 2.2 segue um modelo com departamentos representantes do comitê (UHLMANN, 2015).

Muitas empresas definem corporativamente a estrutura *Lean* que deverá conduzir as estratégias na organização, através do desdobro para todas as empresas do grupo, isto facilita o desdobro e principalmente a melhoria contínua, pois os principais gestores da empresa estão engajados no processo. Cada empresa define sua estratégia e a forma que vai atuar junto aos seus funcionários para a transformação cultural da empresa.

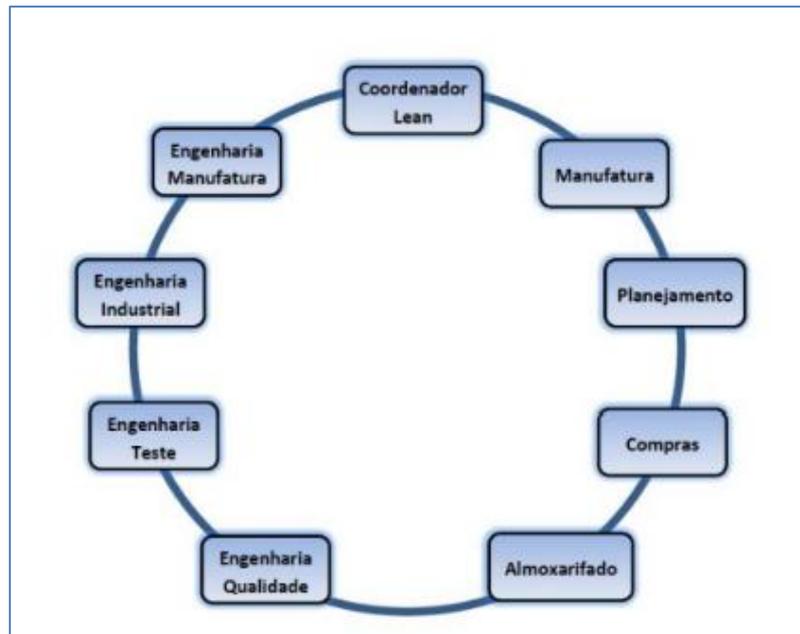


Figura 2.2 - Comitê *Lean*.  
Fonte: UHLMANN (2015).

### 2.3 - APRENDENDO A ENXERGAR

Um dos principais problemas das empresas não focadas na manufatura enxuta é o fato de não saber enxergar o que é desperdício e por conta disto apresentam dificuldade em executar trabalhos de redução de custo e agregação de valor ao negócio. Segundo DENNIS (2017), MUDA significa desperdício em japonês, e este desperdício é tudo aquilo que o cliente não está disposto a pagar. DENNIS (2017) utilizou o exemplo de uma fábrica de arquivo de metal para exemplificar o desperdício como as atividades de tempo de espera, correção/defeitos ou excesso de produção e somente pagaria por placas de metal que são cortadas, dobradas, soldadas e pintadas.

Conforme mostra a Figura 2.3 na maioria das atividades em um processo produtivo pode-se observar que 95% das atividades são consideradas desperdício e somente 5% são realmente de agregação de valor (DENNIS, 2017).

Segundo DENNIS (2017) podemos classificar em 8 os desperdícios os quais são:

- **Movimento:** É o movimento desperdiçado tendo como componente humano ou mecânico. O movimento humano muitas este relacionado com problemas ergonômicos no trabalho. Tempo desperdiçado com o movimento de uma pessoa transportando materiais de um local para outro, ou em um processo de montagem movimentando os braços para pegar material, ferramenta etc. Um

- exemplo de desperdício de movimento mecânico está relacionado quando uma máquina de solda ponto aplica os pontos de solda muito distante um do outro.
- **Espera:** Desperdício de espera ocorre quando um trabalhador tem que esperar para que um material seja entregue ou por uma parada de linha de produção, ou seja, qualquer parada que causa um tempo de espera para execução de determinada atividade.
  - **Transporte:** O desperdício de transporte é aquele causado pelo layout ineficiente do local de trabalho, equipamentos excessivamente grandes, ou pela produção tradicional de lotes, onde eles têm que ser transportados de um processo para outro.
  - **Correção:** Muda de correção, ou defeitos como utilizado por muitos autores (SEIFULLINA, 2018), (SOHEL AHMED, Md; CHOWDHURY, 2018) está relacionado a produção de produtos com defeitos e depois ter que realizar a correção. Consiste em todos o material, tempo, esforço humano e energia envolvido para resolver o problema.
  - **Excesso de processamento:** Este desperdício está relacionado a produzir mais do que o cliente requer. Esse tipo de muda está relacionado com frequência a empresas administradas por seus departamentos de engenharia. Por exemplo empresas que buscam uma determinada tecnologia e esquecem o que o cliente quer.
  - **Estoque:** Muda de estoque está relacionada a excesso de estoque de matéria-prima, peças e WIP desnecessários à produção. Esta condição esta ligação ao fluxo de produção reprimido e não relacionado a demanda do mercado.
  - **Excesso de produção:** Esta muda está relacionada a produzir aquilo que não será vendido ou necessário ao processo produtivo.
  - **Conhecimento sem ligação:** Desperdício ligado a falta de comunicação dentro da empresa que pode ser horizontal, vertical ou temporária. A falta de comunicação entre empresa e cliente. Este desperdício inibe o fluxo de conhecimento, ideias e criatividade criando problemas entre funcionários e gestores.

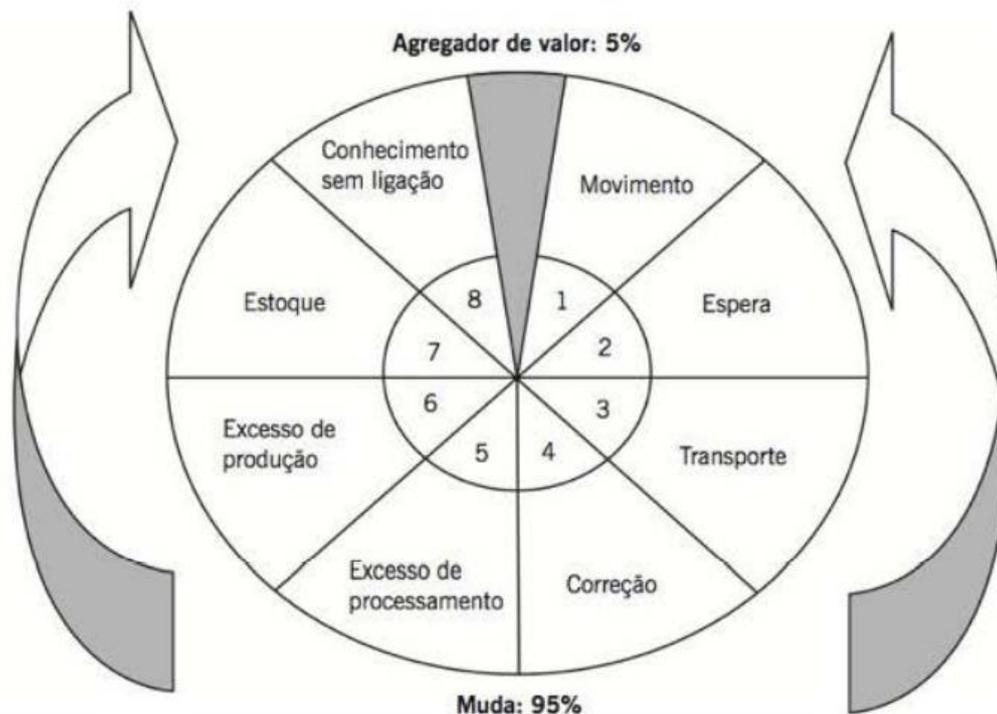


Figura 2.3 - Aprendendo a enxergar muda.  
 Fonte: DENNIS (2017).

#### 2.4 - O MÉTODO YAMAZUMI

O *Yamazumi* é uma ferramenta utilizada para se realizar *kaizens* de balanceamento de linha (NAUFAL, 2013). Esta ferramenta é feita através de um gráfico de barras que mostra o ciclo total de tempo para cada operador realiza sua atividade no fluxo de produção. Algumas empresas utilizam o *Yamazumi* afixado em quadros nas linhas de montagem, eles são especialmente importantes nos controles do cliente, onde todo o processo de montagem pode ser monitorado em sequências sucessivas. O *Yamazumi* representa uma boa visualização de etapas de montagem individuais que são bem divididos. Este método pode ser continuamente alterado a medida em que se realiza alterações no processo (SEMJON e EVIN, 2009).

Segundo TITO e SHARKER (2020) o gráfico *Yamazumi* é uma ferramenta de balanceamento de linha mais popular usada em operações de manufatura. Ele representa a carga de trabalho em cada estação de trabalho e é usada como uma ferramenta para preceder o rearranjo de tarefas dentro estações de trabalho para balanceamento de linha. Realizando o controle e medição do processo, o *Yamazumi* considera o trabalho que agrega e o que não agrega valor ao produto e, portanto, não muda a sua forma. Para otimizar e equilibrar o processo são utilizados alguns fatores-chaves que são: operações

de montagem individuais e seus tempos; tempo *takt* (*takt time*); tempo de ciclo (*cycle time*) (MIRČETIĆ, 2017).

Tempo *takt* (*takt time*) parte do princípio de que todas as atividades dentro de uma empresa são sincronizadas por um tempo definido pela demanda do cliente (RAHANI, A. R.; AL-ASHRAF, 2012). O tempo *takt* determina o pulso do Sistema de Produção que é o ritmo de vendas, liga a atividade de produção a real demanda do cliente, e assegura que toda a atividade de produção será sincronizada desde o primeiro processo até o processo de montagem final. O tempo *takt* refere-se ao a frequência de uma peça ou produto deve ser produzido para atender à demanda dos clientes (STROHMANDL, 2016). O tempo *takt* pode ser calculado seguindo a seguinte formula:

Tempo *Takt*: Tempo disponível líquido por dia (segundos)/demanda diária do cliente.

Tempo de ciclo (*cycle time*) é o tempo medido desde o início da montagem até o final da montagem do produto (RAHANI, A. R.; AL-ASHRAF, 2012).

Dentre as atividades no *Yamazumi* temos as atividades de Valor Agregado (VA), Não Valor Agregado (NVA) e Desperdícios (*Muda*). Na Figura 2.4 pode-se verificar um exemplo de gráfico *Yamazumi*, onde temos as operações de 1 até 10 com os respectivos tempos de cada operação indicando o que é valor agregado, não agregado e muda, o tempo do ciclo está definido em segundos.

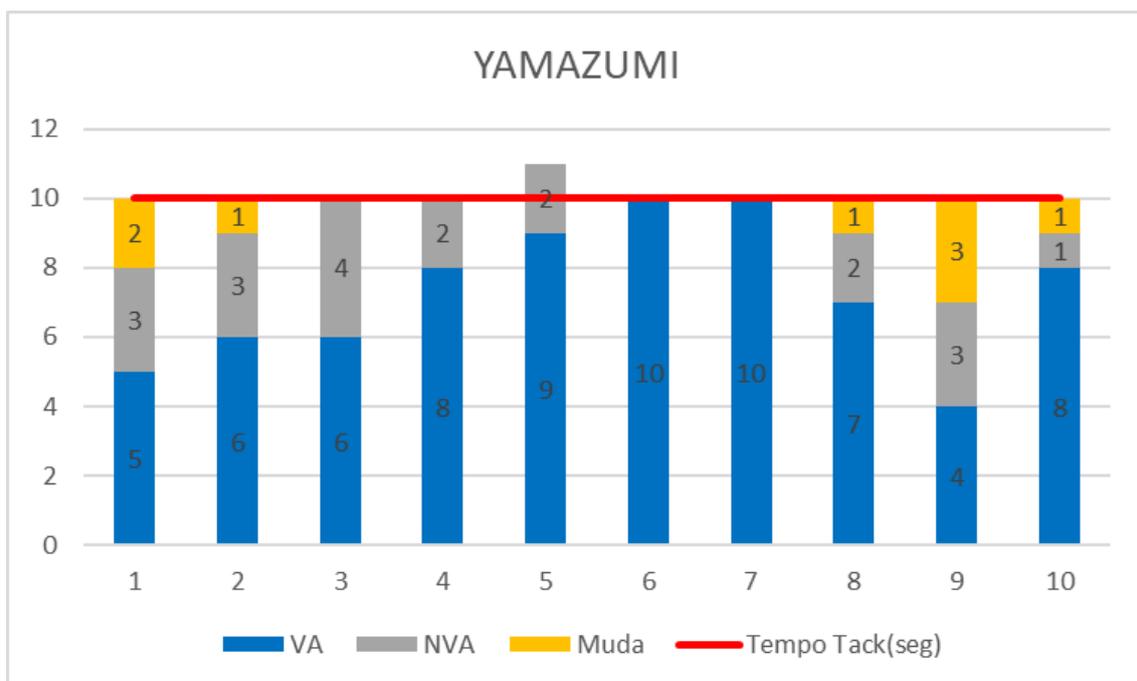


Figura 2.4 - *Yamazumi*.

## 2.5 - JUST IN TIME – JIT

O JIT foi introduzido na criação de conceitos de tempo na Toyota como seu componente de produto no Japão. JIT é um sistema em que a empresa só começa a fabricar quando o cliente realiza a compra, isto faz com que o estoque seja reduzido o máximo possível. Em outras palavras, os materiais são comprados e produzidos como e quando são necessários em um ambiente JIT. Toda a ideia é baseada no conceito de que os itens são entregues exatamente como anunciado quando o consumidor faz o pedido (JAVADIAN KOOTANAEE *et al.*, 2013). No sistema de manufatura *just-in-time* (JIT), os fornecedores enviam em lotes pequenos. Por isso os compradores estão em uma posição vantajosa, pois podem reduzir seus custos de manutenção de estoque (CHAKRABORTY, 2021). Na fabricação JIT, a compra é feita em pequenos lotes e, idealmente, de uma única fonte como em oposição à compra de grandes lotes de várias origens (TAGHIPOUR *et al.*, 2020). Diante da intensa concorrência global, muitas empresas estão procurando melhorar técnicas para gerenciar suas operações de manufatura. Uma pesquisa abrangente de práticas *just-in-time* no Estados Unidos descobriu que 45% das empresas contatadas implementou programas JIT e outros 22% estavam planejando implementar o JIT no ano seguinte. JIT evoluiu como um novo conceito de manufatura baseado em uma filosofia de confiança e compromisso de toda organização. Os benefícios de implementar um sistema JIT impacta todas as entidades envolvidas na gestão da cadeia de abastecimento (TAGHIPOUR *et al.*, 2020).

## 2.6 - JIDOKA

A origem do princípio remonta para 1902 quando Sakichi Toyoda inventou um simples, mas engenhoso mecanismo que detectou que um fio rompido faria com que um tear automático se desliga-se evitando assim produzir defeitos. Aquela invenção permitiu que um operador supervisionasse a operação de até uma dúzia teares enquanto mantém a qualidade perfeita (SOLIMAN, 2020).

O termo japonês *Jidoka* refere-se à "automação inteligente" ou "automação autônoma". O objetivo deste método é para criar ciclos de controle pequenos e independentes que monitoraram o processo de fabricação a fim de detectar defeitos na origem e evitar a disseminação de produtos defeituosos (propagação de erro). O método

*Jidoka* usa sensores ou princípios mecânicos para permitir a correção autônoma do processo (DEUSE *et al.*, 2020).

Com o advento da indústria 4.0 o princípio *Jidoka* tem sido bastante utilizado com o objetivo de se obter uma autocorreção dos sistemas. Segundo KOLBERG e ZÜHLKE, (2015) e MRUGALSKA e WYRWICKA (2017) no monitoramento, a Internet das Coisas permite que os produtos se comuniquem com os equipamentos e enviem um aviso quando o produto errado está sendo produzido. Para o nível de controle, KOLBERG e ZÜHLKE (2015) propõem estender a possibilidade de usando a Internet das Coisas, possa permitir que o equipamento reaja ao aviso de erro parando o trabalho ou mudando produtos.

## CAPÍTULO 3

### MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo a metodologia utilizada para definição das necessidades da empresa foi guiada pela utilização da ferramenta chamada de Maturidade *Lean* que definiu através de sua aplicação como a empresa estava posicionada naquele momento através da análise das categorias e de como poderia buscar a melhoria contínua.

#### 3.1 - CONTEXTUALIZAÇÃO

O estudo de caso foi realizado em uma empresa do setor eletroeletrônico produtora de produtos de TV a cabo e internet (set-box) a qual é líder de mercado neste segmento. Este produto possui uma placa com componentes montados, uma tampa superior e inferior plástica com uma fonte de alimentação externa e um cabo HDMI para transmissão/recepção de sinais digitais. A empresa não possui o processo de montagem de placas com componentes eletrônicos, pois tal atividade é realizada por fornecedores locais e internacionais, a empresa realiza somente a montagem final dos produtos possuindo em torno de 8 linhas de produção e aproximadamente 500 funcionários operando em um turno de trabalho de 8,4 horas diárias em 5 dias.

Recentemente, em 2019, a empresa passou por um processo de reestruturação organizacional com o objetivo de reduzir custos e otimizar os processos produtivos e, desta forma, apesar da empresa possuir algumas ferramentas enxutas, foi definido como estratégia corporativa que a empresa implementasse o *Lean Six Sigma* como um programa estruturado, com o objetivo de apresentar projetos de redução de custos e buscar a melhoria contínua. A empresa no passado já havia trabalhado com a metodologia *Six Sigma* e vários funcionários receberam o treinamento de *Black Belt*, *Green Belt* e *Yellow Belt*, mas devido a vários fatores o programa foi perdendo força em função da própria reestruturação da empresa, funcionários estratégicos para o programa mudaram de função ou saíram da empresa. Diante da situação atual, a empresa definiu fazer um diagnóstico do *Lean* para verificar em qual estágio se encontrava e de como poderia buscar a melhoria contínua.

### 3.2 - CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Conforme a área de conhecimento, esta pesquisa se enquadra na área de engenharia, visto que trata da aplicação de uma metodologia que utiliza ferramentas focadas no modelo enxuto de produção pertencente a área de engenharia de produção.

Segundo CAUCHICK (2010) o estudo de caso é uma abordagem de pesquisa muito utilizada na engenharia de produção.

### 3.3 - METODOLOGIA

A empresa em estudo possuía algumas ferramentas, mas não empregava nenhuma estruturada que pudesse definir em qual estágio de maturidade *Lean* estava, a coisa estava muito intuitiva, não havia nenhuma metodologia para definir como medir a maturidade do *Lean*. De acordo com benchmarking realizado sobre as formas que poderiam ser usadas para medir a maturidade da planta, a empresa decidiu por utilizar um formulário chamado de Maturidade *Lean*, este formulário possuía 14 categorias para avaliação que contribuíam diretamente para o *Lean* sendo eles: Apoio da Gestão, Cultura, 5S, MFV, Redução de Tempo, Manutenção Produtiva Total, Sistema Puxado, Fluxo de Informação Produção, Layout da Planta, Trabalho Padronizado, Produto e Processo *Lean*, Suporte Cálculo Financeiro *Lean*, Cadeia de Fornecimento e Melhoria Contínua. A empresa definiu que estas categorias seriam aderentes ao tipo de negócio empregado por ela. Cada categoria deveria ser avaliada com pontuação de 1 até 5 através de auditoria realizada na empresa e levantamento de evidências. Na Figura 3.1 pode-se verificar o radar da maturidade *lean* que é gerado após avaliação.

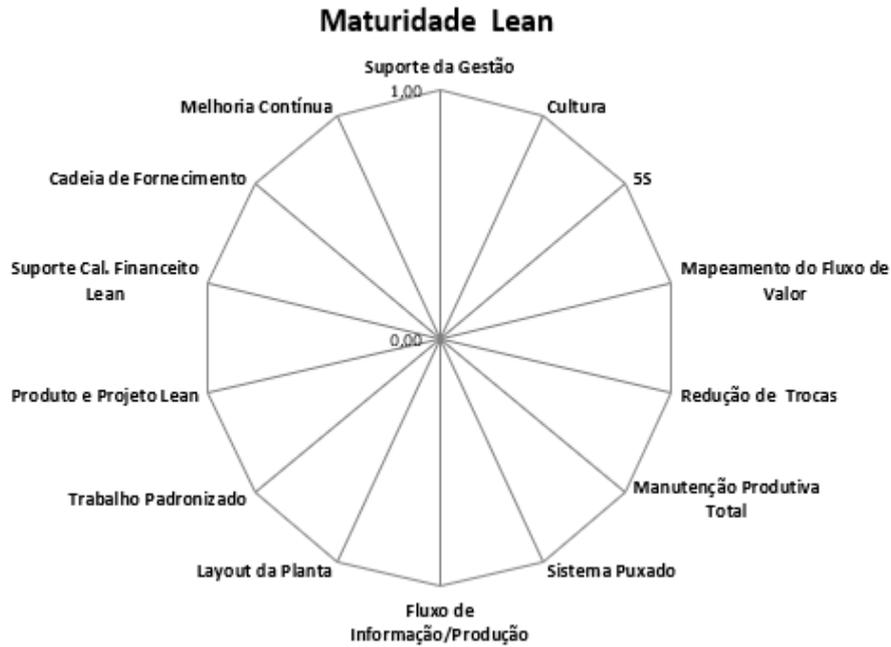


Figura 3.1 - Radar da Maturidade *Lean*.

Segue fluxograma da metodologia empregada no desenvolvimento do estudo de caso.

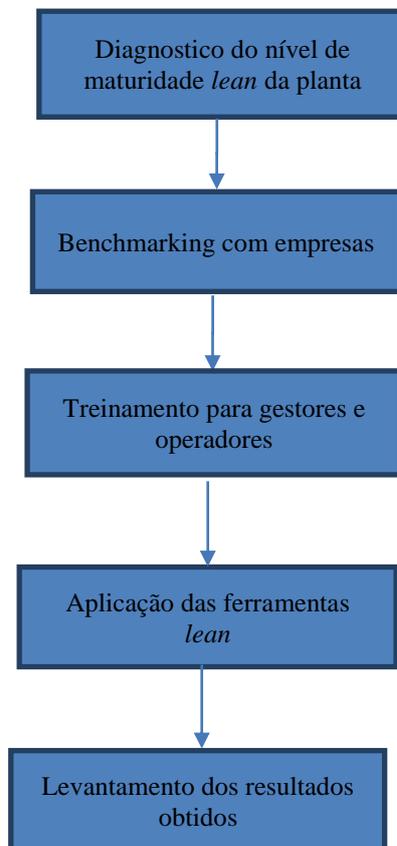


Figura: 3.2 - Fluxograma da metodologia empregada.

### **3.3.1 - Medição da maturidade *lean***

Entender o estágio da maturidade das empresas é um ponto de partida para a aplicação de ações adequadas para a melhoria contínua. De acordo com SANTOS (2011) o entendimento da maturidade se concretiza quando as ferramentas são bem definidas, documentadas e claras, e a imaturidade se manifesta através de improvisações, subjetividades e falta de entendimento dos processos.

Ao longo do desenvolvimento dos processos *Lean manufacturing* surgiu a necessidade de melhorias e da mensuração delas (WOMACK *et al.*, 1991). Desse modo, modelos de avaliação foram desenvolvidos para tanto, com foco especial na medição dos processos como um todo LAI-MIT (2001). Faz-se necessário esclarecer que a utilização de ferramentas do sistema Toyota de Produção por si só, não revelam o nível de maturidade da empresa (H. SORIANO-MEIERS, E P. FORRESTER, 2002).

Escolher quais itens devem compor a medição de maturidade deve ser adequado ao tipo de empresa e a forma de como ela busca a melhoria. De acordo com GAMA e CAVENAGUI (2009), as ferramentas escolhidas devem ter conexão direta não apenas com a organização a ser analisada, mas também com o modelo escolhido de diagnóstico. É preciso que sejam usados indicadores que suportem a estratégia escolhida pela administração da empresa.

### **3.3.2 - Benchmarking**

O *benchmarking* é um processo que busca identificar o quanto as empresas estão evoluídas dentro dos processos a serem pesquisados, isto permite uma empresa não ter que iniciar uma atividade do zero e sim através da verificação *in loco* em outras empresas, implementar processos e ferramentas de maneira ágil baseado nas experiências das empresas visitadas.

Para TOMELERO (2012), o benchmarking enxuto é um método de diagnóstico de empresas visando gerar informações para o planejamento estratégico das empresas, podendo ser utilizado em todos os níveis da organização.

Segundo RAMOS (2013), o benchmarking teve seu início no final da década de 1970 com o objetivo de buscar as melhores práticas que conduzem a empresa a melhoria de sua performance. O conceito de benchmarking para GARVIN (1993) é um processo que se inicia com uma procura minuciosa para identificar as melhores práticas

nas organizações e continua com o estudo das próprias práticas e desempenho da empresa e evolui através de visitas sistemáticas entrevistas e concluído por meio da análise dos resultados e desenvolvimento das implementações.

### **3.3.3 - Aplicação das ferramentas *lean***

#### 3.3.3.1 - Mapeamento do fluxo de Valor – (MFV)/*Value Stream Mapping* – (VSM)

Quando buscamos oportunidades de melhoria em uma empresa uma das melhores ferramentas a se utilizar é o Mapeamento do Fluxo de Valor, ele nos permite enxergar toda a cadeia produtiva e nos ajuda a identificar pontos de melhoria (mapa de fluxo atual) que nos permitirá trabalhar na definição de um novo rearranjo de melhoria (mapa futuro).

Segundo DENNIS (2017) o mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta valiosa que nos ajuda a entender nossa situação atual e identificar as oportunidades de melhoria nos processos.

Na Figura 3.2, DENNIS (2017) procura mostrar um mapa de fluxo realizado em uma empresa chamada St. Clair Pallet fabricante de paletes onde foi verificado o fluxo do processo como serrar, entalhar e montar os vários tipos madeiras A produção é programada manualmente através da demanda recebida pelo cliente. Existem mudanças frequentes de programação. O tempo de produção varia de acordo com os produtos e existem vários atrasos de produção. Através do mapeamento as oportunidades de melhorias foram indicadas através das “nuvens com pontas” e serão a base para o mapeamento do estado futuro.

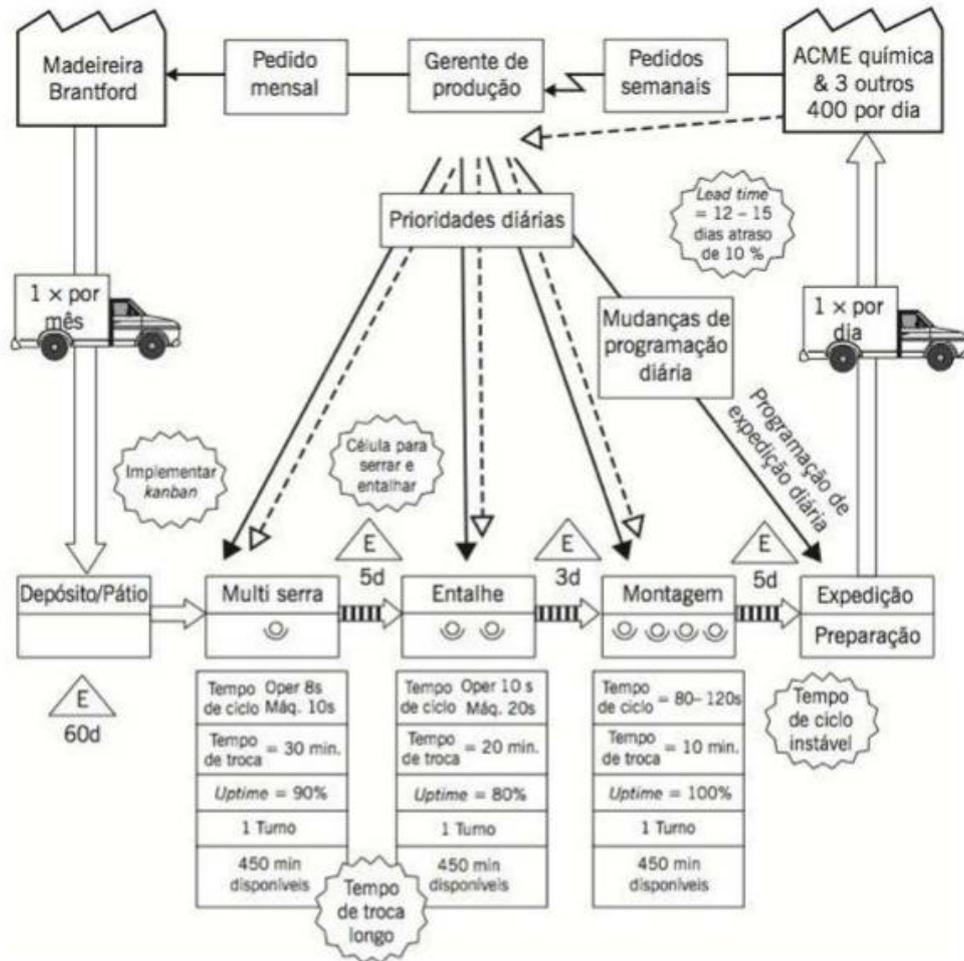


Figura 3.3 - Mapeamento do fluxo de valor – Atual.  
 Fonte: DENNIS (2017).

Para o sucesso do mapeamento do fluxo de valor, o ideal é se utilizar equipes multifuncionais treinadas nas ferramentas de aprender a enxergar e mapeamento, desta forma fica muito mais fácil identificar as oportunidades.

Segundo FERRO (2005) durante o desenvolvimento do mapa atual é importante focalizar no fluxo de valor que pontos que exigem melhoria substancial e não deve ser delegada a responsabilidade, pois os donos dos processos devem acompanhar as atividades.

Uma vez definido o mapa atual, deve-se definir o mapa futuro através da aplicação das melhorias definidas no mapa atual, conforme apresenta a Figura 3.3.

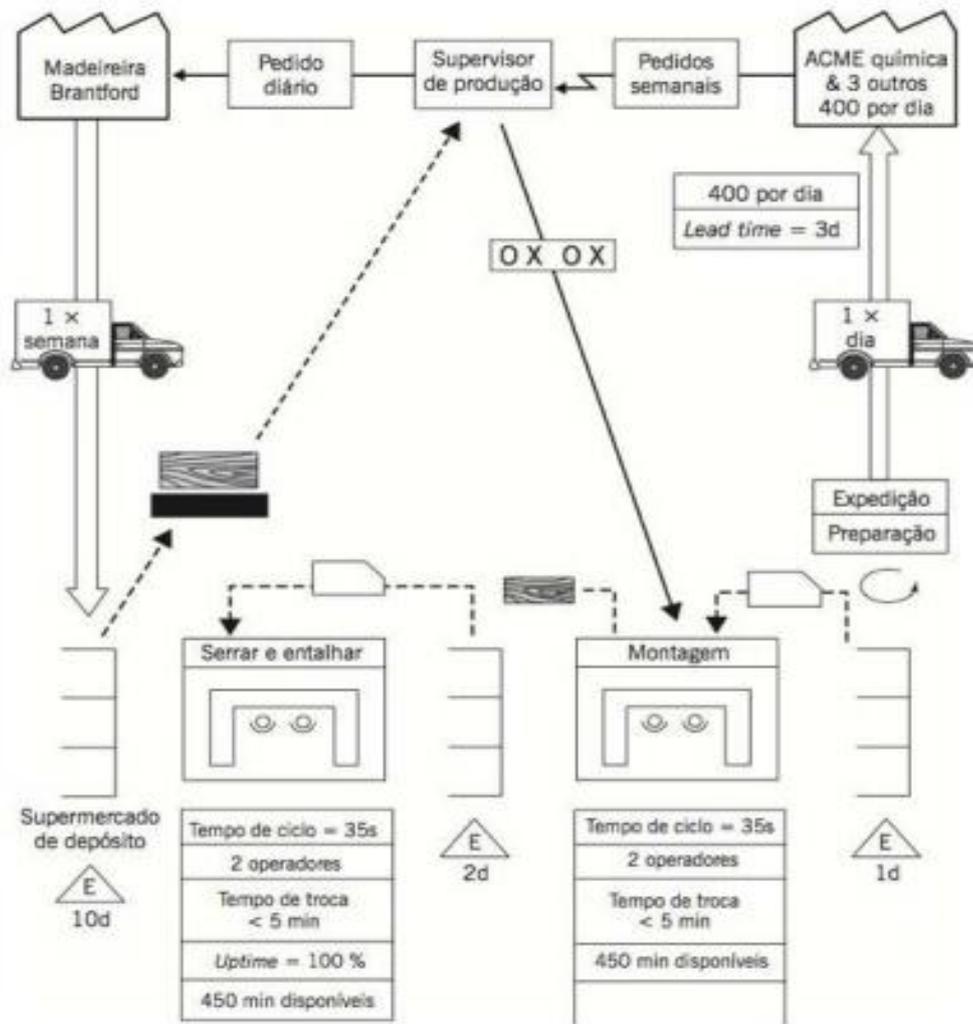


Figura 3.4 - Mapeamento de fluxo de valor – Futuro.  
 Fonte: DENNIS (2017).

Segundo DENNIS (2008), o pensamento do fluxo de valor consiste em verificar a melhor combinação dos processos para levar o produto até o cliente o mais rápido possível.

Segundo BOONSTHONSATIT *et al.*, (2015), o MFV é capaz de maximizar o valor agregado através da redução ou eliminação dos desperdícios, este resultado faz com que se reduza os tempos de produção e por consequência aumenta a flexibilidade.

O MFV envolve a identificação de agregação de valor e atividade de identificação dos desperdícios baseados nos desperdícios de OHNO (HINES,1999).

As indústrias de manufatura hoje enfrentam desafios crescentes em relação à eficácia de custos, prazo de entrega e qualidade no sistema de produção. Lidando com esses objetivos contraditórios, uma tarefa importante é a seleção de soluções adequadas para a integração de soluções adequadas para a integração de processos de inspeção

dentro da cadeia de processo, que são necessários para garantir a qualidade da produção enxuta. Para isso, as indústrias apoiam técnicas de planejamento aplicáveis necessárias para analisar e projetar configurações de uma respectiva cadeia de processo e o mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta de última geração para uso por profissionais de manufatura enxuta (HAEFNER, 2014).

De acordo com CHEN *et al.*, (2010), o fluxo de valor abrange todos os materiais e informações, bem como seu fluxo através do sistema de produção. Além disso, o fluxo de valor inclui todas as atividades que agregam e não agregam valor necessárias para transformar uma matéria-prima em um produto (HINES e RICH, 1997; ERLACH, 2013) cobrindo as três tarefas de gestão de uma empresa: desenvolvimento de produto; gestão da informação; e transformação física (WOMACK e JONES, 2003).

TAPPING e SHUKER (2003) consideram o fluxo de valor em três significados diferentes: como um processo desde o conceito de produto até a produção; como um processo de produção em série; e como um processo administrativo de entrada de pedido para pagamento.

### 3.3.3.2 - O Sistema 5S

O programa 5S é um ponto inicial para a criação da estabilidade na empresa e somente assim pode-se dar seguimento a implementação da filosofia enxuta.

Segundo IMAI, (2014) o 5S é composto dos seguintes sentidos:

1. *Seiri* (Utilização) – é a etapa de classificar os itens que servem dos que não servem e retirar os que não servem da área de agregação de valor.
2. *Seiton* (Organização) – uma vez realizada a remoção dos itens desnecessários, é realizado a classificação dos mesmos de acordo com o uso e armazená-los adequadamente. Um lugar para cada coisa, cada coisa em seu lugar.
3. *Seiso* (Limpeza) – realizar limpeza do ambiente de trabalho, máquinas, bancadas e ferramentas, pisos, paredes e outras áreas da empresa.
4. *Seiketsu* (Padronizar) – é a padronizar para garantir a continuidade uma vez que os processos anteriores foram executados e devem ser mantidos.
5. *Shitsuke* (Autodisciplina) – assegurar que as pessoas realizem as padronizações ao longo do tempo.

Muitas empresas consideram o 5S bastante simples e não o consideram como um programa de melhoria contínua. O estabelecimento de um grupo com representante

de cada departamento e um coordenador geral para a definição das diretrizes junto aos participantes de acordo com as definições da alta direção são necessários. Também é interessante um programa de reconhecimento e competitividade entre os departamentos da empresa para a melhoria contínua dele. Auditorias frequentes são previstas para assegurar a medição adequada do nível de maturidade do sistema.

COUTINHO e AQUINO (2015) concluíram em seu estudo de caso em uma empresa produtora de aços longos que, apesar do 5S ser considerada uma ferramenta simples, possui a capacidade de solidificar um sistema de hábitos individuais e em grupos, criando um ambiente agradável por meio da criação de bons hábitos nas rotinas da organização e das necessidades dos clientes.

Definir os critérios de avaliação que serão aplicados, estabelecer responsáveis pelas áreas auditadas, definir frequência das auditorias e agendar datas, capacitar adequadamente os auditores e evitar que o foco das discussões com os auditados sejam as pontuações, mas sim, as oportunidades de melhorias, são algumas das dicas para que seja feita uma excelente auditoria (RIBEIRO, 2015).

#### 3.3.3.3 - O Gerenciamento visual

O processo de gestão visual se apresenta por meio da visualização de forma mais rápida possível de medidores, sinalizadores e indicadores diversos que possam contribuir para uma rápida resposta ao processo produtivo de maneira a não impactar o cliente. Empresas tem adotado diversas ferramentas eletrônicas para dar maior agilidade ao sistema de gestão visual e assim poder atender a nova demanda dos negócios.

Segundo BRYNJOLFSSON e MCAFEE, (2015), sempre que for possível definir uma ou mais regras (algoritmos) para especificar uma determinada ação, o computador sempre será necessário. O sistema de informação tem trazido uma grande evolução para as empresas no contexto atual, valendo-se da novas e constantes tecnologias. Desta forma a informação passa a ser crucial para o bom desempenho das empresas (NEVES, 2011).

#### 3.3.3.4 - Programa de ideias *lean*

De acordo com DENNYS (2017), o programa de sugestões eficaz canaliza as ideias dos funcionários diretamente para a gerência e recompensa as iniciativas dos

membros. Os programas de sugestão bem-sucedidos apresentam as seguintes características segundo (DENNY, 2008):

- Um processo simples e sem complicações para os participantes;
- Tomada de decisão e feedbacks rápidos ao funcionário/membro da equipe;
- Imparcialidade – nenhum grupo deve ter acesso parcial às recompensas.;
- Promoção e;
- Recompensas tanto para motivação extrínseca quanto intrínseca.

Existem diversas formas de gerar recompensas aos programas de sugestões *Lean* que vão desde programa de pontuação para retiradas de brindes, como os mais sofisticados com premiações de jantares em restaurantes, fim de semana em hotéis, viagens etc. Cada empresa deve definir de acordo com o seu programa o que melhor se enquadra na empresa de maneira a criar um cliente motivacional. O ideal sempre é ter uma boa divulgação e um mural com as recompensas e as pessoas que foram recompensadas. Algumas empresas também criam competições entre times aonde as apresentações vão desde a empresa local até a matriz na corporativa, são os chamados programas corporativos.

Ao mesmo tempo em que o programa de ideias gera benefícios para a empresa, o trabalhador se sente mais motivado, mais importante e se torna mais comprometido com a organização. Passa a se sentir cada vez mais, parte integrante da empresa e, com isso, se preocupa e se dedica para a resolução dos problemas e cumprimento das metas (YONAMINE, 2008).

## CAPÍTULO 4

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 4.1 - DIAGNOSTICO DO NIVEL DE MATURIDADE LEAN INICIAL DA PLANTA

O primeiro diagnóstico verificado para cada categoria foi realizado em dezembro de 2019 definindo a pontuação de cada uma e com as seguintes evidências verificadas. No Anexo I poderá ser verificado o detalhamento e evolução das categorias “suporte da gestão” e “cultura” como exemplo. A Figura 4.1 ilustra o resultado da avaliação.

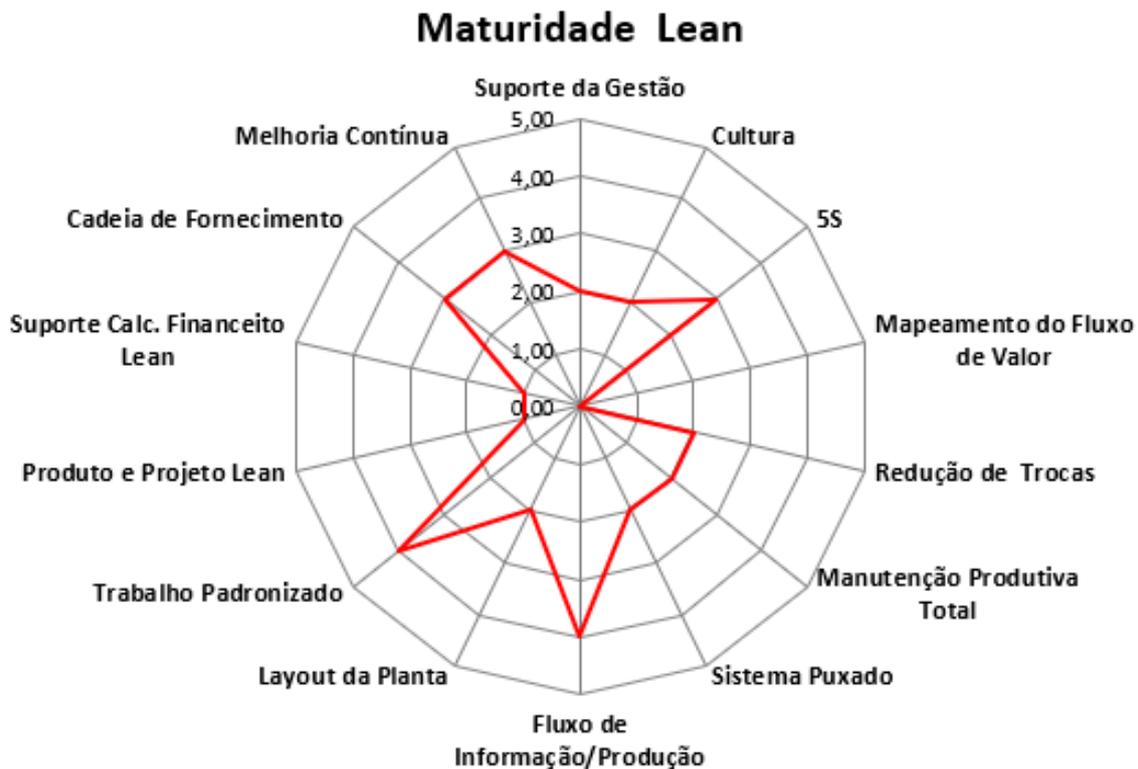


Figura 4.1 - Avaliação inicial da maturidade *lean*.

– **Apoio da Gestão** – Pontuação: 2

De acordo com a pontuação definida, verificou-se que a empresa tomou a decisão de implementar o programa *Lean*, no entanto não foi identificado um plano formal do programa *Lean Six Sigma* na empresa, não foi identificado um comitê *Lean* responsável pelas decisões do programa na empresa. Não foi

identificada nenhuma palestra sobre o programa na empresa, pode-se evidenciar que a nova gestão da empresa está comprometida com o programa e em busca de definir uma estrutura formal para ele.

– **Cultura *Lean*** – Pontuação: 2

Relativo a Cultura *Lean* na empresa, ela obteve a pontuação 2 devido não haver evidência de planos definidos para o *Lean*, apesar da empresa possuir um monitoramento de melhoria contínua não estruturada. Não há uma evidência clara do envolvimento dos funcionários, principalmente os do chão de fábrica. A engenharia é que busca trabalhar em projetos de melhoria, mas não de uma forma estruturada. Não há evidência de tempo disponível para os funcionários focarem no *Lean* como uma ferramenta de melhoria contínua.

– **5S** – Pontuação: 3

A empresa possui um sistema de auditoria de 5S com auditorias definidas nas linhas de produção e são realizadas pelo time de qualidade. Não foram encontradas evidências da existência de auditoria de 5S nos departamentos administrativos da empresa, somente nos setores de Almoxarifado e Manutenção Industrial. De maneira geral, o 5S não está definido com um programa estruturado na empresa que estimule a melhoria contínua, não há evidências de divulgação dos sentidos.

– **Mapeamento do Fluxo de Valor** – Pontuação: 0

Não foi evidenciado na empresa nenhum MFV (Mapeamento do Fluxo de Valor) dos processos produtivos, levando a empresa a uma pontuação 0 neste item. Foi verificado também que os funcionários dos departamentos de engenharia, qualidade e manufatura não tinham conhecimento da ferramenta. Apesar da evidência da empresa possuir trabalho padronizado através do uso de um software que facilita o cálculo do *Takt-Time*, também foi verificado que os engenheiros industriais não têm treinamento em técnicas de cálculo de capacidade de linhas de produção e todo o conhecimento foi adquirido com o tempo de experiência no processo de produção.

– **Redução do Tempo de Setup** – Pontuação: 2

Apesar das linhas de produção a maioria serem dedicadas por produto, nas poucas onde rodam mais de um produto, não foram encontradas evidências de um controle de trocas de produtos onde poderia se observar um processo de trabalho para a redução do tempo de setup.

– **Manutenção Produtiva Total** – Pontuação: 2

Foram encontradas evidências de plano de manutenção preventiva das linhas de produção, porém, em alguns casos, não foram encontrados os *checklist* de realização delas de acordo com a data programada. Não foram encontradas evidências de um plano de manutenção produtiva total com o envolvimento claro dos operadores onde eles possam resolver pequenos problemas, nenhum documento evidenciando comprometimento dos operadores foi encontrado.

– **Sistema Puxado** – Pontuação: 2

A empresa trabalha com sistema de alimentação de linha de produção através da verificação dos alimentadores sobre como os materiais estão acabando em cada linha, não há uma metodologia clara que alerte o almoxarifado sobre a necessidade de materiais nas linhas de produção, o almoxarifado utiliza um sistema manual através de pallets, onde de acordo com a retirada do material o mesmo é retroalimentado, mas não são utilizadas ferramentas tipo *kanban*, nem mesmo para o material que é recebido do fornecedor, onde está estabelecido 3 dias de estoque. Verificou-se que vários itens estão muito acima do estoque previsto, isto faz com que a empresa tenha bastante desperdício em estoque de material local. O material muitas vezes pago para a manufatura em lotes no mesmo padrão de embalagem recebido do fornecedor causando, em alguns casos, excesso de material no processo, também pela não existência de um sistema de controle de alimentação adequado.

As linhas de produção apresentam sistema empurrado através das esteiras, e não há uma identificação clara de controle para evitar excesso de produção entre os postos de trabalho, evidenciado o atolamento de operadores e produtos que ficam colados um no outro devido a própria velocidade da esteira está muito acima do *takt-time* previsto para cada produto, isto faz com que sejam gerados defeitos de qualidade em função de produtos riscados etc. Não há uma forma

clara para a demarcação das esteiras para que possam definir o momento em que o operador deve soltar o produto na esteira e desta forma evitar atolamentos, problemas de qualidade etc. Identificados vários tipos de desperdícios de superprodução, rejeito, espera e estoques, desta forma a pontuação obtida foi 2.

– **Produção/Fluxo de Informações** – Pontuação: 4

A empresa tem usado trabalho padronizado através da utilização de um software que permite o cálculo automático das necessidades de cada linha e definido um fluxo de produção de acordo com a demanda do cliente, desta forma o tempo *takt* é definido, bem como os recursos necessários ao processo. As linhas estão estruturadas por produto de acordo com sua demanda. A empresa possui um sistema de controle de produção onde os gestores, líderes e supervisores têm a visão da produção horária, no entanto foi verificado que esta informação não chega aos operadores de maneira a contribuir para que a linha possa atingir a produção horário e ao final do turno atender a demanda do cliente. Não há um sistema de escalação implementado nas linhas de produção de maneira a ter uma rápida resposta aos problemas. Há evidência de um software na área de manutenção de testes onde os técnicos podem identificar qual mesa de teste está apresentando defeito para fácil reparo. Dados para melhoria contínua são utilizados tardiamente pois a cultura da empresa não está para produção hora a hora. WIP está definido conforme alimentação dos operadores, mas não há um sistema de gestão de material nas linhas de produção.

– **Planta/Layout das Instalações** – Pontuação: 2

A empresa trabalha com sistema de linha de produção em esteiras e as mesas de operação e teste são alocadas nas linhas de acordo com a definição do *layout* elaborado pela engenharia de produção. Excesso de WIP identificado em algumas linhas devido a não evidência de um sistema de controle de material nas linhas de produção.

– **Trabalho Padronizado** – Pontuação: 4

A empresa trabalha com trabalho padronizado para todas as linhas de produção e departamento auxiliares, não há uma evidência de melhoria contínua formal e de fácil acesso a todos, como *kaizens* etc.

- **Lean Design** – Pontuação: 1  
Pouca evidência encontrada da empresa trabalhar com *Lean design* em seus produtos e processos, apesar de alguns feedbacks serem gerados ao desenvolvimento dos produtos que ocorre em outros países.
  
- **Suporte da Contabilidade para o Lean** – Pontuação: 1  
Como a empresa não possui um programa *Lean*, não há evidências da participação do setor de finanças no processo de cálculo dos que afetam diretamente o resultado financeiro da empresa (*hard saving*) e os que não afetam diretamente o resultado financeiro da empresa (*soft saving*) bem como no fornecimento de informações financeiras de maneira a suportar o programa.
  
- **Cadeia de Fornecimento** – Pontuação: 3  
A empresa apresenta uma cadeia de fornecedores locais onde há uma definição de fornecimento de material para atender uma demanda de 3 dias de produção através de um sistema puxado, no entanto há oportunidade de melhorias em função de 3 dias ser um estoque muito elevado uma vez que os fornecedores estão na mesma cidade e podem otimizar a cadeia de fornecimento através da redução dos dias de produção e execução do controle sobre os valores do material fornecido.
  
- **Melhoria Contínua** – Pontuação: 4  
Apesar dos processos estarem padronizados, não há evidência do uso de ferramentas *Lean* divulgadas no processo de melhoria contínua. Não há existência de grupos de trabalho focados no processo de melhoria contínua na empresa e foco em redução de desperdícios.

## 4.2 - BENCHMARKING

### 4.2.1 - Benchmarking com empresas

Com o objetivo de verificar de como algumas empresas que aplicam o Lean estão evoluindo com ele, foi realizado um benchmarking com duas empresas do Distrito

Industrial de Manaus, neste benchmarking foram abordados os seguintes assuntos, conforme Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Pontos abordados no *benchmarking*.

Item	Questões	Área
1	Responsabilidades das áreas no programa <i>Lean</i> (Qualidade, Engenharia, Manufatura, Recursos Humanos, etc.).	Todas
2	Rotinas do <i>Lean</i> na fábrica para cada área (Qualidade, Engenharia, Manufatura, Recursos Humanos, etc.).	Todas
3	Programa de treinamento e capacitação <i>Lean</i>	Recursos Humanos/ <i>Lean</i>
4	Indicadores <i>Lean</i> (Maturidade, Kaizen, DMAIC, 5S etc.).	<i>Lean</i>
5	Abordagem <i>Lean</i> nas reuniões (quais reuniões e frequência).	Todas
6	Divulgação de projetos (Mural/Galeria/Internet).	<i>Lean</i>
7	Eventos/Campanhas <i>Lean</i> na fábrica ao longo do ano	Recursos Humanos/ <i>Lean</i> /Diretoria.
8	Programa 5S	<i>Lean</i> /Diretoria
9	Programas de ideias e reconhecimento	<i>Lean</i> /Diretoria
10	Barreiras e desafios	Todas

O comitê realizou a visita nas empresas onde várias oportunidades foram verificadas.

#### 4.2.2 - Benchmarking na empresa 1

Na empresa 1, foi realizada, o coordenador do programa *Lean Six Sigma* apresentou os vários pontos explicando como a empresa identifica as oportunidades e classifica no programa *Lean Six Sigma* e quais os benefícios do mesmo para a organização. Apresentou os tipos de projetos que são realizados como Kaizen Blitz; Projeto A3; DMAIC/DMADV e os eventos *Kaizen*. O processo de Certificação que eles utilizam como:

- *Lean Six Sigma Shop Floor Certificate;*
- *Lean Six Sigma Bronze Certificate;*
- *Lean Six Sigma Silver Certificate;*

- *Lean Six Sigma Gold Certificate*;
- *Lean Six Sigma Blackbelt Certificate*.

Todos os projetos foram explicados detalhando quais são os critérios adotados para cada um.

Foram apresentados os indicadores *Lean Six Sigma* que empresa prática em busca da excelência conforme Tabela 4.2.

Tabela 4.2 - Indicadores *lean six sigma*.

<b>Indicador</b>	<b>Descrição</b>
<i>Engagement</i>	O engajamento da fábrica em relação aos projetos.
<i>Shop Floor</i>	O percentual de operadores certificados.
<i>Lean Bronze</i>	O percentual de indiretos certificados em <i>Lean Bronze</i> .
<i>Lean Silver</i>	O percentual de certificações <i>Lean Silver</i> .
<i>Saving</i>	O ganho alcançado com os projetos ao longo do tempo.
<i>Kaizen event</i>	Quantidade de eventos <i>kaizens</i> realizados.
5S	Nível de 5S por área
<i>Lean Council Meeting</i>	Quantidade de reuniões de <i>Lean Council</i> realizadas por mês.
<i>Lean Maturity Progression</i>	Nível de maturidade do site de acordo com avaliação.
<i>Scrap</i>	Nível de rejeito no processo.
<i>DII</i>	Número de dias de inventário.
<i>OLE</i>	Nível de eficiência de mão de obra direta.

Também foi apresentado como é realizado o programa de recompensa na empresa o qual é através de um sistema de pontuação, onde de acordo com o número de pontos os funcionários conseguem utilizá-los para adquirir vários prêmios, conforme apresentado na Figura 4.2 temos a divulgação dos prêmios através dos pontos.



Figura 4.2 - Divulgação dos prêmios.

Para cada tipo de projeto *Lean Six Sigma* apresentado ele corresponde a uma quantidade de pontos e conforme vai acumulando o funcionado pode adquirir prêmios maiores.

Por último foi apresentado a forma de divulgação do programa, sua métricas e premiações que é através do mural *lean (Blue Wall)* da empresa, conforme apresentado na Figura 4.3.



Figura 4.3 - Mural *lean (Blue Wall)*.

O comitê ficou muito satisfeito com a visita onde várias dúvidas foram sanadas e muitas oportunidades para aplicar na empresa.

#### 4.2.3 - Benchmarking na empresa 2

Na empresa 2 também foi realizada uma apresentação da empresa pelo Gerente de *Lean* explicando como eles trabalham com o *Lean Six Sigma*.

A empresa realiza a gestão do programa através de um comitê *Lean* existente. Há um programa de treinamento das ferramentas *Lean* para os funcionários.

A empresa também utiliza um *Lean Maturity Index* para medir a maturidade do programa na empresa conforme evidenciado na Figura 4.4 da maturidade *lean*.

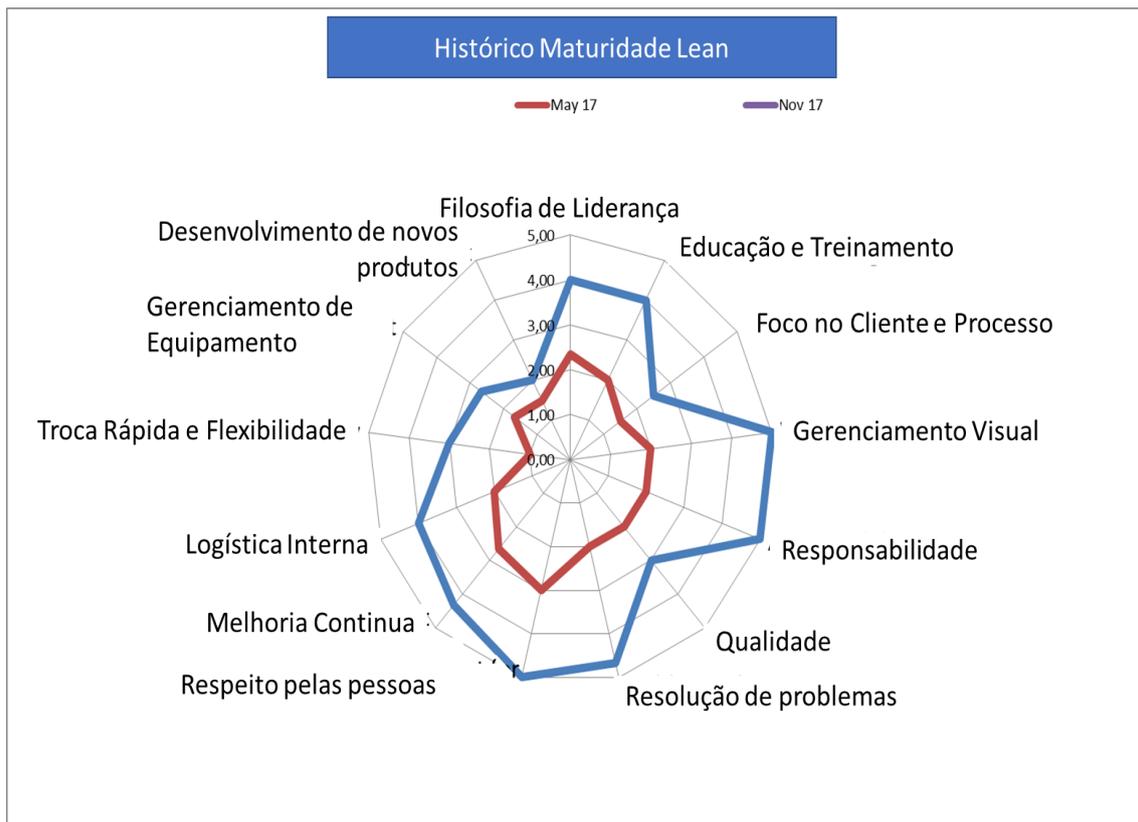


Figura 4.4 - Maturidade *lean*.

A gestão do programa é realizada através dos indicadores *Lean Six Sigma* definidos como Segurança; Qualidade; Produtividade; Custo; Moral; Maturidade *Lean*. São realizados eventos específicos na empresa com o objetivo de divulgar e fomentar o programa como: Corrida Maluca do 5S, ou seja, qual a linha/departamento alcança a meta primeiro; CIC – Evento de times de melhoria; Evento da Qualidade.

Na empresa existe um programa de Ideias e de Reconhecimento chamado de CIC – *Continuous Improvement Champions* onde ele é local e global. O reconhecimento é realizado em forma monetária para as ideias e os grupos vencedores nas competições.

Durante o benchmarking em uma das empresas houve uma dinâmica e foto com os gestores da empresa conforme apresentado na Figura 4.5.



Figura 4.5 - Visita empresa 2.

Com base nos resultados obtidos no benchmarking a empresa desenvolveu as demais estratégias de maneira a melhorar o programa *Lean Six Sigma* internamente.

#### 4.3 - TREINAMENTO PARA GESTORES E OPERADORES

Através do diagnóstico verificou-se de imediato a necessidade de treinamento do pessoal de gestão com o foco em conhecer o *Lean* e suas ferramentas e principalmente preparar o pessoal para a realização do *Mapeamento do Fluxo de Valor* (MFV), este treinamento foi o ponto inicial para a certificação do time da empresa abrindo assim as portas em definitivo para o programa.

Na primeira semana de janeiro de 2020 foi dado início ao treinamento do time da empresa, conforme apresentado na Figura 4.6.



Figura 4.6 - Treinamento gestores.

O treinamento consistiu em uma definição do que é o *Lean* e suas ferramentas e de como empregá-las na empresa, exercícios práticos foram realizados com visitas ao *Gemba* da empresa para coleta de dados e atividades sendo realizadas dentro da sala de treinamento. O objetivo final foi que cada equipe criada apresentasse o MFV do estágio atual da empresa e oportunidades de melhorias *Kaizens* a serem realizados.

Este treinamento já fazia parte da empresa de melhorar o Maturidade *Lean* buscando fazer com que alguns funcionários tivessem conhecimento do MFV.

Também foi realizado treinamento com o time da manufatura com o objetivo de eles conhecerem o modelo *Lean Six Sigma* e de como a empresa pretendia atuar com eles de maneira a eles contribuírem com a melhoria contínua. Conforme apresentado na Figura 4.7. No apêndice A pode-se encontrar mais detalhes do treinamento realizado.



Figura 4.7 - Treinamento operadores.

Nestes treinamentos os operadores tiveram aulas teóricas em sala de aula e depois foram ao *Gemba* para realizar os trabalhos práticos e apresentar o resultado em grupo.

O escopo do treinamento compreendeu:

- Introdução ao *Lean*;
- Aprendendo a enxergar os 8 Desperdícios;
- Gestão Visual;
- 5S;
- Trabalhos Práticos na Produção – (5S + *Kaizen*).

Após todos os treinamentos realizados os funcionários foram certificados. No apêndice B, pode-se encontrar mais detalhes sobre o treinamento realizado.

Com o andamento do programa ao longo dos meses levantou-se a necessidade de realizar um treinamento em *Lean Six Sigma* mais detalhando e com um conteúdo muito maior e desta forma foi definida uma ementa e carga horaria de aproximadamente 60 horas para a realização do treinamento com um grupo maior de gestores da empresa incluindo todos os Gerentes e o Diretor da empresa. Este treinamento foi fundamental para a evolução do programa na empresa conforme ementa apresentada No apêndice C.

O treinamento foi ministrado pelo Instituto *Creathus* através de seus instrutores especializados e experientes no assunto com vivência em indústria.

Ao final do evento ocorreu um processo de certificação com o compromisso do diretor da empresa em manter o foco no programa com o objetivo de obter melhoria contínua conforme pode-se verificar na Figura 4.8.



Figura 4.8 - Certificação treinamento *lean*.

## 4.4 - APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS LEAN

### 4.4.1 - Criação do Comitê *Lean* (*Steering Team*)

Através do resultado obtido na primeira avaliação inicial de 44,20% da maturidade *Lean* da empresa, a estratégia inicial foi criar um Comitê *Lean* com definições de objetivos claros de atuação dentro do programa. O Comitê foi formado da seguinte forma conforme apresentado na Figura 4.9.

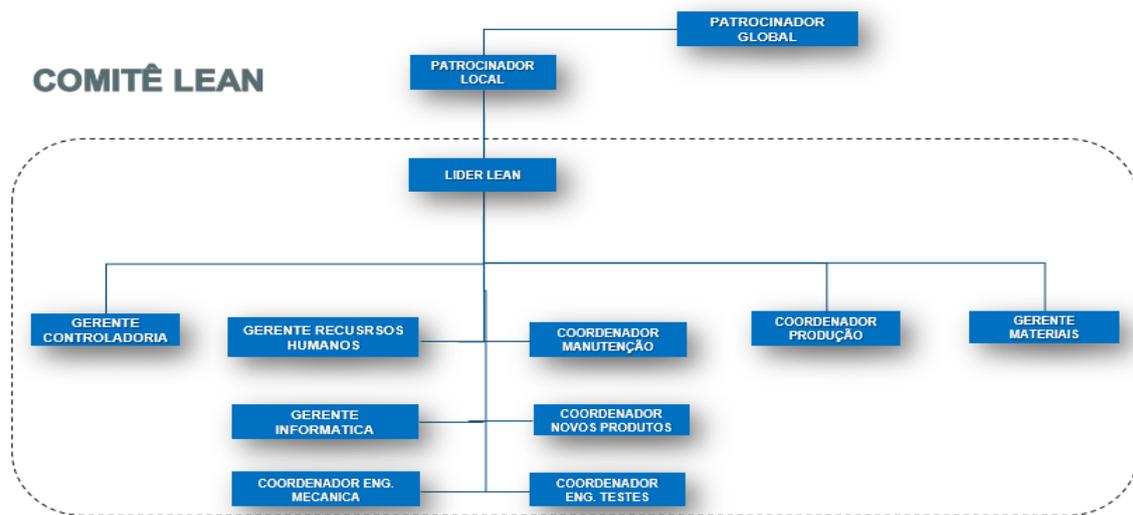


Figura 4.9 - Comitê *lean*.

Foram definidos representantes de todas as áreas da empresa, ou seja, um time multifuncional com a finalidade de se ter uma perspectiva de cada área, e tendo como Patrocinadores o Vice-presidente de Operações e o Diretor local da empresa. Um Líder *Lean* com o objetivo de coordenar todas as atividades *Lean*.

O Comitê *Lean* tem as seguintes responsabilidades:

- Reunir ideias de melhoria de toda a empresa;
- Avaliar e priorizar oportunidades de melhoria (intimamente atreladas às metas anuais de negócios da empresa);
- Habilitar o alinhamento entre as equipes de liderança;
- Comunicar melhorias e resultados futuros;
- Auxiliar na mudança de cultura necessária;
- Definir estratégia de melhoria;
- Assegurar a medição contínua do processo e a melhoria contínua;

- Determinar as necessidades contínuas de desenvolvimento da força de trabalho
- Manter-se informado sobre prioridades concorrentes e mudar o foco de melhoria em conformidade com as novas estratégias;
- Avaliar o progresso e ajustar conforme necessário;
- Incentive os líderes a ir ao *Gemba* e implementar kaizen;
- Alocar recursos;
- Definir líderes de equipe de melhoria.

As reuniões do Comitê são mensais e nestas são verificadas as evoluções do Maturidade *Lean* da empresa de acordo com as ações definidas.

#### 4.4.2 - Mapeamento do Fluxo de Valor – MFV/Value Stream Mapping - VSM

Como identificado na Maturidade *Lean*, a empresa não possuía o mapeamento do fluxo de valor das linhas de produção, bem como as oportunidades de melhorias. Com o objetivo de entender o fluxo do processo das linhas de produção em identificar os desperdícios do processo produtivo, a empresa após os treinamentos realizados começou a levantar o MFV das linhas e definir as melhorias a serem implementadas.

As equipes dos departamentos foram formadas com o objetivo de fazer os MFVs, conforme apresentado na figura 4.10, maiores detalhes podem ser verificados no Apêndice D.

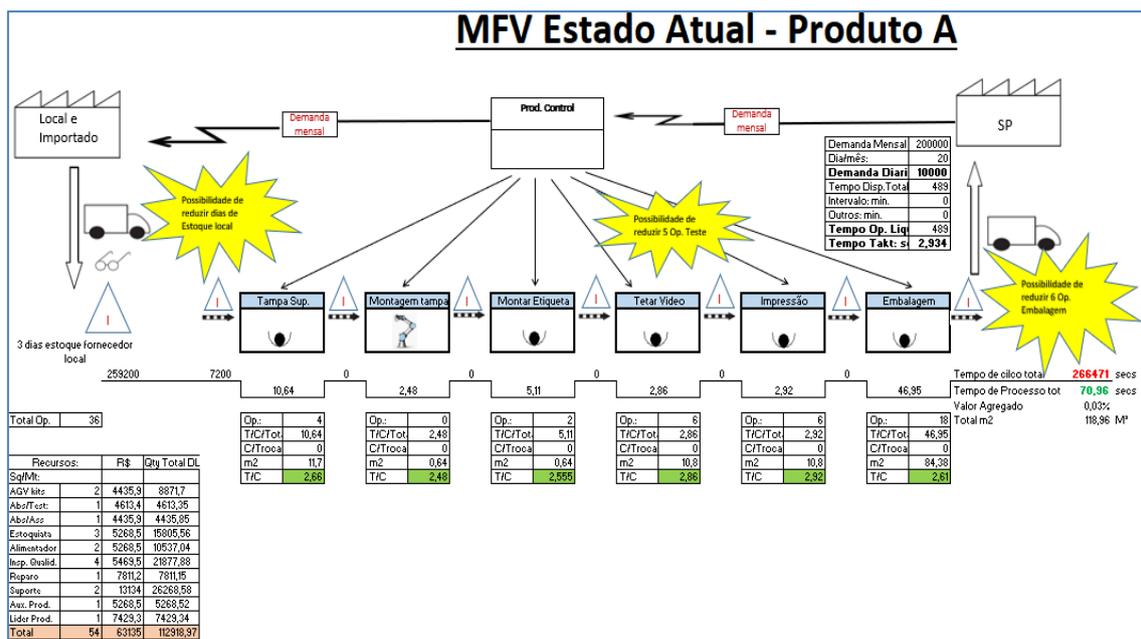


Figura 4.10 - Mapeamento do Fluxo do Valor (MFV).

Como levantamento inicial 7 projetos de *Kaizen* foram levantados com um potencial de redução de custo em torno dos US\$ 108K somente em uma linha de produção referente ao produto A. Para cada linha foi definido um calendário com planejamento para realização do MFV inicial e identificado as oportunidades onde uma lista de projetos foi desenvolvida e prioridades definidas. Através da avaliação contínua das linhas o processo foi criando maturidade, desta forma uma nova forma de avaliação do MFV foi estabelecida e foi criada uma sala chamada Sala de Guerra (*WAR ROOM*), facilitando a evolução do MFV através do uso da ferramenta DMAIC simplificando o trabalho com os projetos e a acompanhamento dos times. *Kaizens* foram definidos e está dinâmica incrementou o processo e semanalmente as reuniões com o time envolvido aconteciam de maneira a verificar as ações implementadas e a melhoria do processo. Dentro da *WAR ROOM* existiam os seguintes fluxos:

Fases *DEFINE & MEASURE* - Fluxo de Valor (MFV), Coleta de dados etc., conforme apresentado na Figura 4.11.

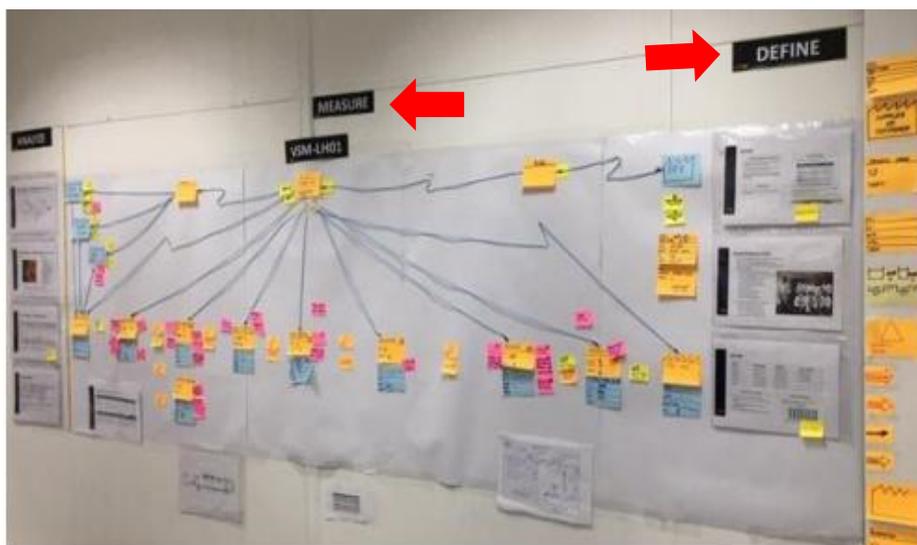


Figura 4.11 - Fases *Define & Measure* (Definir e Medir).

Fase *ANALYZE* – Análise de Causa Raiz do problema, *Yamazumi, Ishikawa* etc., conforme apresentado na Figura 4.12.

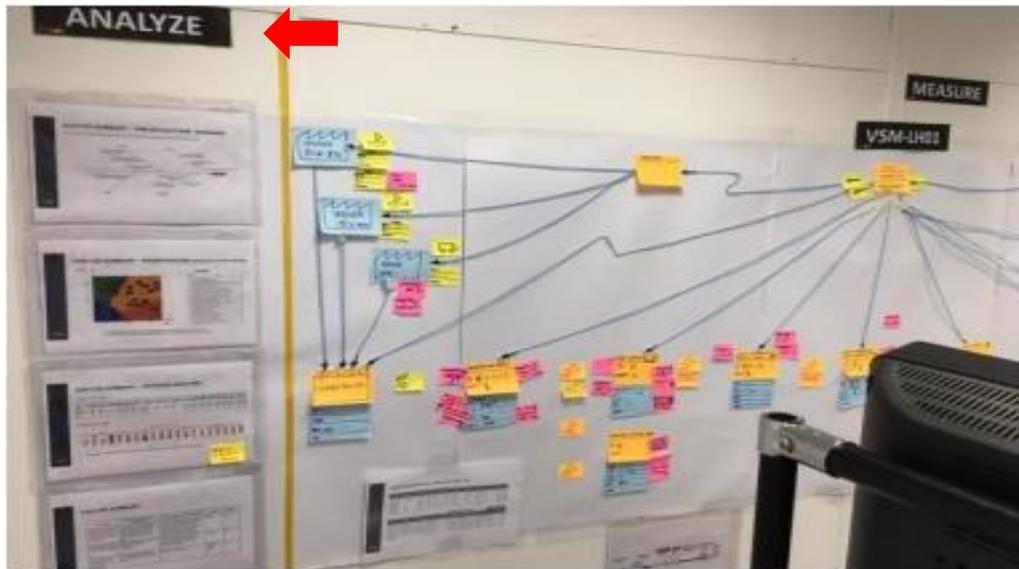


Figura 4.12 - Fase *Analyze* (Analisar).

Fases *IMPROVE* & *CONTROL* – Propostas de Solução dos Problemas, Validações Piloto, Planos de Implementação, Validação de Resultados, Lições Aprendidas, conforme apresentado na Figura 4.13.



Figura 4.13 - Fase *Improve* & *Control* (Melhorar e Controlar).

Lista dos Projetos *Lean Six Sigma* e Lista de Atendimento às reuniões dos Projetos, conforme apresentado na Figura 4.14.

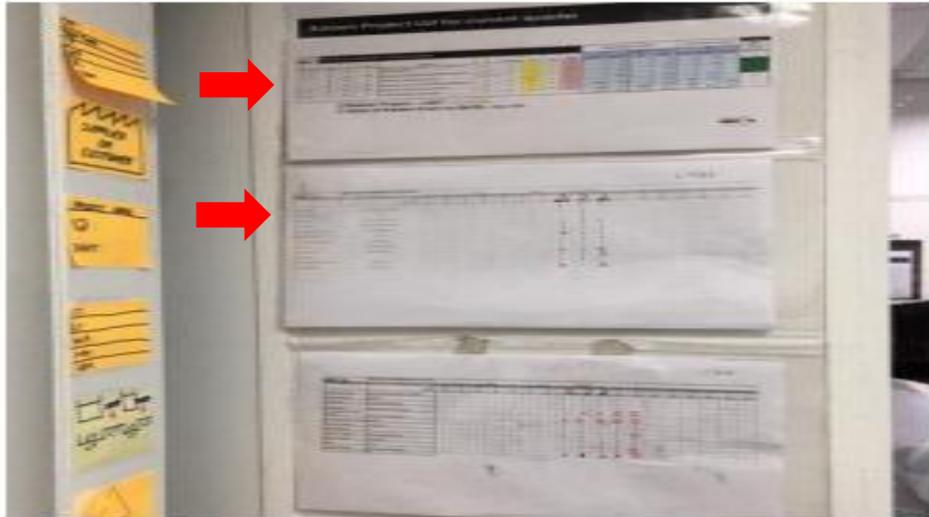


Figura 4.14 - Lista de projetos e atendimento as reuniões.

Mesa de Suporte ao *Lean* com monitor para computador; *Kit Lean* com *Post-it*, Canetas etc., não tem cadeiras disponíveis pois todo o evento é realizado em pé de maneira a dar maior mobilidade as reuniões pois são de apenas 30 minutos, conforme apresentado na Figura 4.15.



Figura 4.15 - Mesa de suporte ao *lean*.

*Kaizens* definidos de acordo com o levantamento do MFV e modelo definido conforme apresentado na Figura 4.16.

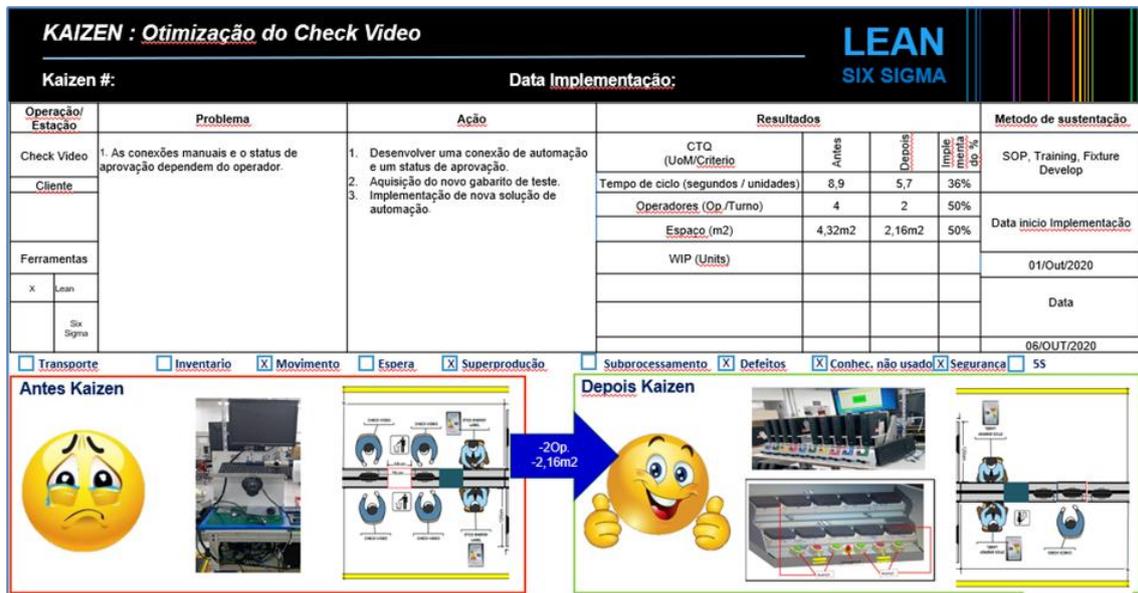


Figura 4.16 - Modelo *kaizen*.

O MFV está totalmente alinhado com a política do negócio e é realizado com a finalidade de buscar oportunidades de melhoria perfazendo um processo de melhoria contínua na empresa e uma cultura implementada. Com esta evolução na empresa vários projetos de melhoria foram implementados e a evolução de Maturidade *Lean* em relação ao MFV foi significativa ao longo dos meses até o final da realização deste trabalho saindo de uma pontuação de 0 para 4. O MFV se tornou ferramenta de uso contínuo à medida que ocorrem variações de demandas na empresa e como busca de melhoria contínua.

#### 4.4.3 - 5S

O 5S na empresa apesar de obter uma avaliação 3 na maturidade lean inicial, foi identificado que era realizado somente nas linhas de produção e pontualmente pela pessoa da qualidade e não estava em toda a empresa, havia uma grande oportunidade de implementação de um programa de 5S bem mais estruturado e ações foram definidas para melhoria de maneira a ser abrangente em toda a empresa. Um dos primeiros pontos foi a definição de um novo cronograma para reativação do programa com a definição dos facilitadores por departamento e a definição do dia D para lançamento do novo

programa. Uma reunião inicial foi realizada com os novos multiplicadores de todos os departamentos com o objetivo de explicar a função para cada um, conforme apresentado na Figura 4.17.



Figura 4.17 - Reunião colaboradores 5S.

Com a definição do dia D para lançamento do novo programa, um cronograma de auditorias foi definido. O dia 9 de setembro de 2020 foi escolhido com o dia D do novo programa, conforme verificado nas Figuras 4.18 divulgação do dia D e Figura 4.19 divulgações dos sensores.



Figura 4.18 - Divulgação do dia D.



Figura 4.19 - Divulgação dos sentidos.

Novo cronograma de auditorias definido para todos os departamentos, conforme apresentado na Figura 4.20.

CRONOGRAMA DE AUDITORIA 5S																					
Item	Area	Responsável	set/20				out/20				nov/20				dez/20						
			WK35	WK36	WK37	WK38	WK39	WK40	WK41	WK42	WK43	WK44	WK45	WK46	WK47	WK48	WK49	WK50	WK51	WK52	
1.1	Manufacture 1		Dia D - Programa 5S																		
1.2	Manufacture 2																				
1.3	Manufacture 3																				
1.4	Receiving & Shipping																				
2.1	Stock																				
2.2	Containers Parking																				
2.3	Maintenance, Facilities, Toilets & External Area																				
2.4	SESMT & Ambulatory																				
3.1	Quality, Life Test Room & OBA																				
3.2	IT																				
3.3	HR, Restaurant & Mezzanine (Training Area)																				
3.4	Administrative																				
3.5	Eng. Lab																				
3.6	Mezzanine (Eng., Material, NPI, Sourcing)																				

Legenda  
■ Done  
■ Plan  
■ Delay

Figura 4.20 - Cronograma de auditoria.

Foi criado um formato para a definição de organização das áreas dos escritórios, conforme apresentado na Figura 4.21. Através da auditoria um novo formato foi criado

para verificar a evolução do score do site e o radar dos senso de maneira a atender visualmente de como está evoluindo cada auditoria, conforme apresentado na Figura 4.22 avaliações da planta; na Figura 4.23 corrida maluca das linhas e departamentos e na Figura 4.24 auditoria 5S da planta.

AREA: Sala Engenharia				
				
FOTO FUNCIONARIO		FREQUÊNCIA: 1 vez por dia (5 min. Antes de terminar o turno).		
NOME: Nome	ITEM	O QUE?	COMO?	COM QUE?
FUNÇÃO: Consultor	1	Manter mesa e cadeira organizadas conforme padrão antes de sair do trabalho.	Organizar mesa e cadeira conforme padrão	Manualmente
SETOR E TELEFONE: Engenharia - 98116-7257	2	Manter quadro branco apagado	Verificar antes de sair condição do quadro branco e apaga-lo caso esteja demarcado.	Usar apagador e se necessitar utilizar alcool
ULTIMA REVISÃO: 09/09/2020		Deixar o posto em ótimas condições. Desligar as luzes antes de sair da sala.		

PE\_010 Rev 1.0

Figura 4.21 - Padrão de organização da área de escritório.

Após a avaliação o score do site ficou em 3,41 % que é calculado de acordo com o peso e cada senso e a média ponderada de todos os departamento e linhas. Com várias oportunidades de melhoria em cada sendo, a partir daí planos de ações foram definidos em cada área para buscar melhoria.

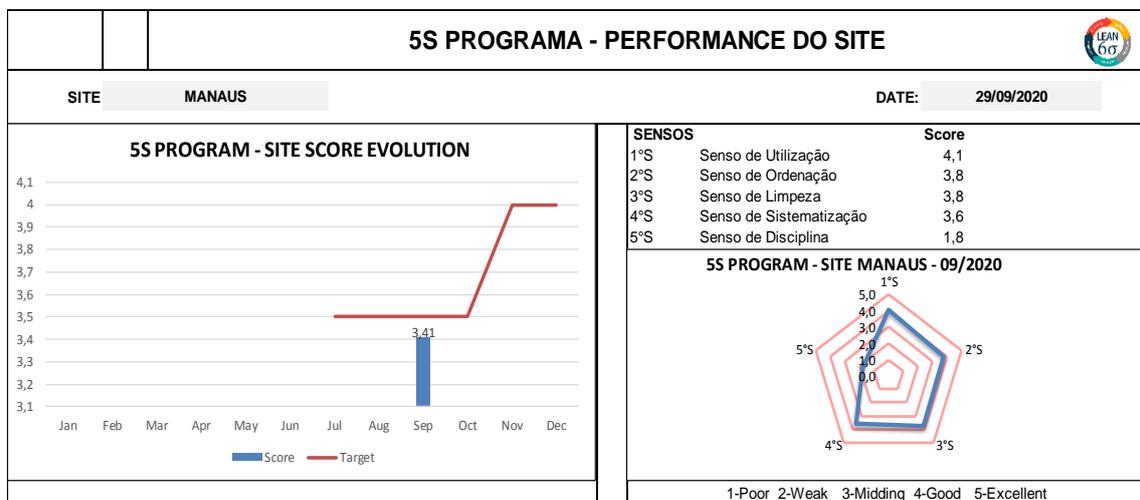


Figura 4.22 - Avaliação da planta.

Evolução de cada departamento através da gestão visual da evolução de cada departamento em cada auditoria mensal do programa.

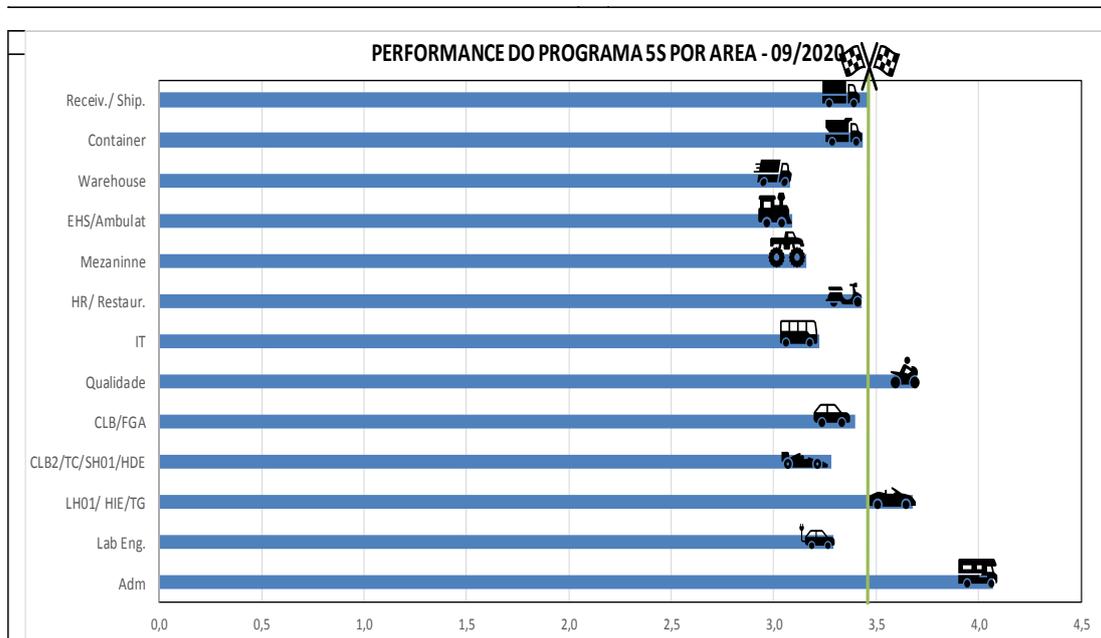


Figura 4.23 - Corrida maluca das linhas.

Após várias auditorias mensais e reuniões de follow-up junto ao time das áreas, a evolução contínua mensal foi percebida e até o último levantamento do estudo realizado em abril de 2021 o resultado do 5S na planta estava em 4,6%, ou seja, uma melhoria em torno de 35% em relação ao resultado inicial.



Figura 4.24 - Auditoria 5S planta.

Um mural também foi definido onde o resultado das auditorias é comunicado para todas a planta com a finalidade de promover a comunicação e motivação em busca da melhoria contínua das linhas e departamentos.

#### **4.4.4 - Gerenciamento visual**

Como parte de processo de implementação do programa *Lean Six Sigma* na empresa, tornou-se necessária uma melhoria do sistema de gerenciamento visual da fábrica, principalmente das linhas de produção onde não havia um processo de verificação adequada do hora a hora de produção das linhas bem como das ocorrências, onde por algumas vezes poderia impactar na produtividade da empresa. apesar de a empresa possuir um software de coleta de dados (*Shop Floor Control/MES*), os dados não eram tratados adequadamente em tempo real para que os operadores pudessem entender o que estava acontecendo em sua linha de produção. Como estratégia a empresa definiu desenvolver um novo sistema chamado *Smart Manager*, adequando as necessidades do novo momento de transformação da empresa e que pudesse fornecer informações em tempo real aos colaboradores e gestores para uma rápida tomada de decisão. Durante o processo inicial de desenvolvimento, das várias novas funções seriam acrescentadas ao sistema como: Controle Hora a Hora de Produção; Sistema de Escalação em caso de Parada de Linha; 4 Quadrantes para análises dos defeitos pelos times de melhoria; Sistema de Controle de Paradas com cálculo de MTBF e MTTR e Sistema de Controle de Reuniões para avaliação dos *KPI's* da empresa. O sistema deveria permitir que todos os gestores pudessem ter acesso ao mesmo em tempo real, bem como o sistema de escalação deveria ser em tempo real via e-mail ou telefone.

O sistema se inicia com a parte de coleta de dados de hora a hora a ser monitorado e mostrado em uma TV de 57" na frente da produção, o sistema anterior mostrava os dados em forma de planilha e não era visual de maneira a prover uma melhor compreensão para os operadores, conforme mostra a Figura 4.25.

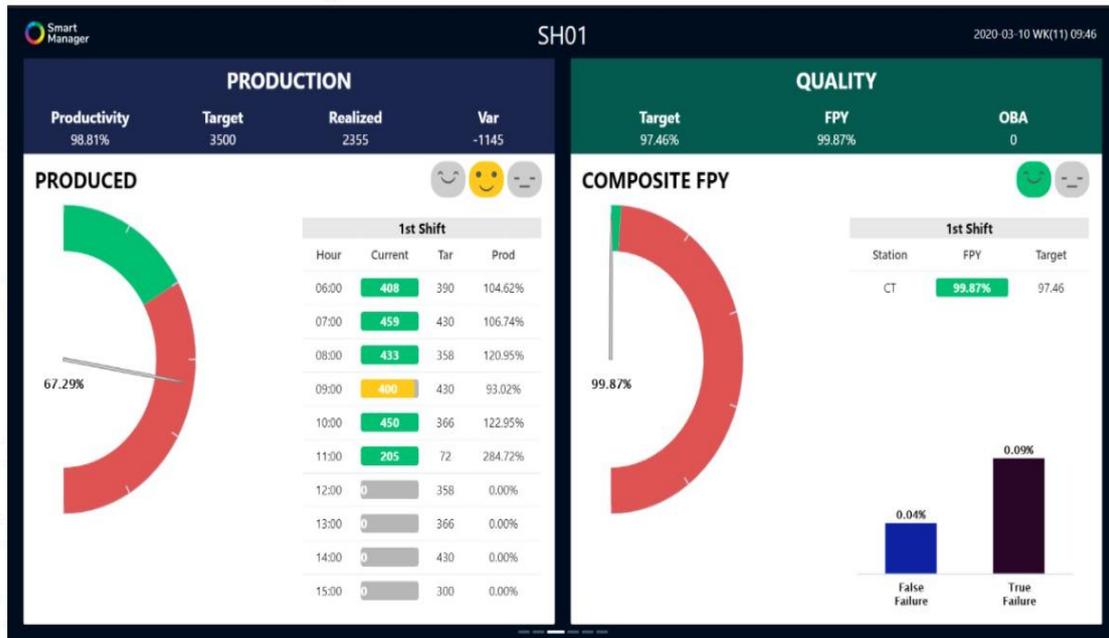


Figura 4.25 - Indicador de produção e qualidade 1.

A ideia do indicador é ter a produção hora a hora e com variação de cores quando da variação da produção, se estiver na meta fica verde, se estiver abaixo da meta 5% fica amarelo e abaixo da meta de 10% fica vermelho. No acumulado tem um indicador de produtividade onde o ponteiro indica onde o acumulado se encontra, o que indica que se continuar desta forma não vai fechar o turno dentro da meta definida, uma carinha no canto do indicador mostra a situação atual, isto tudo faz com que a gestão visual seja muito rápida e em segundos temos a situação da linha de produção. Do lado da qualidade ele apresenta o *First Pass Yield* Composto, o qual é o índice de produtos bons que já passaram no processo, e define como está a qualidade das estações que estão sendo medidas tem tempo real, também é mostrado os dados de falhas ocorridas na inspeção final do produto (*Out of Box Audit- OBA*), caso ocorra alguma falha durante a amostragem do processo a mesma é mostrada no indicador.

Com a evolução do programa o indicador ganhou uma roupagem mais moderna e de melhor visualização com o fundo preto, ficou muito melhor para visualizar, conforme apresentado na Figura 4.26.



Figura 4.26 - Indicador de produção e qualidade 2.

Como forma dos operadores terem uma visão de hora a hora na linha, foram implementados monitores nas linhas de maneira a facilitar a visualização dando maior velocidade ao processo de retroalimentação da produtividade da linha, conforme apresentado na Figura 4.27.



Figura 4.27 - Indicador de produção e qualidade na linha.

Com o apontamento dos dados da qualidade, foi implementado o sistema de 4 quadrantes de maneira a se ter o indicador de qualidade principal, o desdobro

acumulado dos problemas e depois das ações como está evoluindo cada item do quadrante.

Outro relatório automático adicionado ao sistema foi o tempo de parada de linhas (*Downtime*) e defeitos todos coletados via equipamentos de teste e aqueles que não eram apontados automaticamente, eram imputados manualmente. No relatório um gráfico de Pareto poderia ser retirado por período, um plano de ação poderia ser registrado e o resultado através do histograma poderia ser retirado do sistema. Com isto o controle de manutenção ganhou outra velocidade, pois saiu de uma análise somente no final de cada semana para análise diária em tempo real. Uma outra função criada no sistema de maneira a dar agilidade e controle foi a implementação do sistema de gestão de reuniões de produção, engenharia, qualidade e materiais. O sistema de gestão foi criado e todos os indicadores poderiam ser monitorados no sistema através das reuniões incluindo o controle de frequência dos participantes.

#### 4.4.5 - Programa de ideias *Lean*

Como parte do benchmarking definiu-se uma tabela comparativa, conforme Tabela 4.3 relativos ao programa de ideias *Lean* das empresas.

Tabela 4.3 - Comparativa do programa de ideias em empresas do polo industrial de Manaus.

Item	Descrição	Empresa 1	Empresa 2	Nossa Empresa
1	Identificação de Ideia de melhoria	Os líderes coletam as ideias através de um formulário e encaminham para o comitê do <i>Lean</i> avaliar a viabilidade. Indiretos procuram diretamente o time de <i>Lean</i> .	Todos os operadores procuraram diretamente o Time de <i>Lean</i> ou colocam as sugestões na caixa de sugestões.	Não há. Proposta: Adaptar o processo realizado pela empresa 1.
2	Avaliação da Ideia – Quem Avalia?	Um comitê avalia a ideia (viabilidade/ custo/ complexidade/ necessidade/ impactos/ ganhos/ etc.)	Um comitê avalia a viabilidade das ideias (viabilidade/ custo/ complexidade/ necessidade/ impactos/ ganhos/ etc.)	Não há. Proposta: Definir um comitê composto por representantes de cada área e definir critérios de avaliação e aprovação.
3	Tempo de avaliação	Retorno em até, no máximo, uma semana	Retorno em até no máximo uma semana	Não há. Proposta: Retorno em até, no máximo, uma semana;
4	Implementação da Ideia – Quem e Como Implementar?	Uma vez aprovado, o comitê direciona o suporte necessário para	Uma vez aprovado, o comitê direciona o suporte necessário	Não há. Proposta: Retorno em até, no máximo, uma semana;

		implementar a ideia com participação do operador ou o próprio operador pode propor o protótipo.	para implementar a ideia com participação do operador ou o próprio operador pode propor o protótipo.	
5	Ferramenta de Apresentação	<i>Kaizen Blitz</i> , 8D, A3, <i>DMAIC</i>	<i>Kaizen Blitz</i> , A3	Não há. Proposta: Adaptar o processo da empresa 1.
6	Validação de Resultados e Reconhecimento – Pontos de Validação	3 Períodos consecutivos de resultados positivos nas metas/desperdícios impactados (3 Turnos, 3 Dias, 3 Semanas, 3 meses, dependendo da complexidade)	3 Períodos consecutivos de resultados positivo nas metas/desperdícios impactados (3 Turnos, 3 Dias, 3 Semanas, 1 mês, dependendo da complexidade)	Não há. Proposta: Adaptar o processo das empresas 1 e 2.
7	Método de Apresentação e Divulgação de Resultados	Apresentação no Mural, Apresentação dos Destaques e entrega de Certificado em Eventos Trimestrais, Apresentação dos Projetos em Reuniões Semanais, Participar de avaliação WW para competições Globais	Apresentação no Mural, Apresentação dos Destaques e entrega de Certificado em Eventos Trimestrais, Apresentação dos Projetos em Reuniões Semanais, Participar de avaliação WW para competições Globais	Não há. Avaliar qual melhor proposta a definir.
8	Nome do Programa	PIT – Programa de Ideias da Nossa Empresa	PIP – Programa Interno de Participação (Mesmo anterior)	Não há. Proposta: Fazer um Concurso Interno para Escolher o nome do Programa de Ideias
9	Método de Recompensas	Acúmulo de Pontos para troca de brindes (Caneta, Caderneta, Kit Escolar, Baralho, Dominó, Uno, R\$50,00, Fone, Chapinha, Aspirador de Pó, Bicicleta, TV, Celular, <i>NoteBook</i> , etc.)	A cada 5 Projetos concluídos ( <i>Kaizen/A3</i> ), ganha R\$50,00.	Não há. Definir.

Após várias rodadas de reuniões junto ao Comitê Gestor o programa de ideias foi lançado no mês de abril do ano corrente, conforme apresentado na Figura 4.28.

# VOCÊ CONHECE O PIT?

**PIT** é o *Programa de Ideias da Planta* criado para incentivar e reconhecer as boas ideias que viram projetos de melhoria.

## SAIBA COMO FUNCIONA

**1**

**IDENTIFICAR UMA BOA IDEIA**

O FUNCIONÁRIO DEVE BUSCAR IDEIAS QUE CONTRIBUAM PARA MELHORIAS NO PROCESSO E NOS PRODUTOS TODOS PODEM PARTICIPAR!

**2**

**SUBMETER A IDEIA**

PREENCHA O FORMULÁRIO E COMPARTILHE SUA IDEIA NA CAIXINHA. VOCÊ PODE SUBMETER QUANTAS IDEIAS DESEJAR, RESPEITANDO OS CRITÉRIOS E REGRAS DO PIT

**3**

**VALIDAÇÃO DA IDEIA E PONTUAÇÃO**

TODOS OS PROJETOS SERÃO AVALIADOS POR UM COMITÊ E O IDEALIZADOR SERÁ INFORMADO DO RESULTADO E DO PROGRESSO. OS PROJETOS DE SUCESSO SERÃO PONTUADOS CONFORME TABELA ABAIXO.

**TROQUE SEUS PONTOS POR BRINDES**

BRINDES	PONTOS
Caneta	10
Botton	20
Garrafinha/ Squeeze	50
Agenda/Caderno	100
Boné	150
Camisa	200
Cesta Básica*	250

\*Cesta Básica similar entregue para o time de Brigada

**4**

ACUMULE PONTOS E TROQUE POR BRINDES INCRÍVEIS E SEJA DESTAQUES NOS MURAIS DE PROJETOS. VEJA A PONTUAÇÃO NECESSÁRIA PARA TROCA NA TABELA AO LADO.

TIPOS	PONTOS
Melhoria no 5S/EH&S	5
Redução de Espaço	10
Redução de Inventário	15
Redução do Lead Time (Tempo)	20
Redução de Energia	25
Aumento de Produtividade	30
Redução de Scrap	35
Redução de Defeitos	40
Hard Saving ≥ \$ 500/Mês	100
Hard Saving ≥ \$1500/Mês	120
Hard Saving ≥\$ 2000/Mês*	150

\*Projetos acima de \$2000/Mês serão avaliados para receber um reconhecimento especial

**REGRAS IMPORTANTES:**

- TODOS PARTICIPAM
- EQUIPES
- AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

**CLASSIFICAÇÃO DOS PROJETOS**

- SOFT SAVINGS E QUALIDADE
- HARD SAVINGS ( ≥ \$500 Dólar/Mês )

PARTICIPE!

Figura 4.28 - Divulgação do programa de ideias PIT.

#### 4.5 - LEVANTAMENTO DOS RESULTDOS OBTIDOS

Após melhoria verificada na empresa onde mensalmente era realizada a avaliação da Maturidade *Lean*, foi notória a evolução da empresa. De acordo com a última avaliação, a empresa que saiu de 44,20% (fase bronze) e chegou a 63% (fase prata), de acordo com a melhoria da pontuação das categorias e com ganho em torno 42,50% quanto comparamos o estágio inicial em relação ao final, este cálculo é baseado na pontuação de cada categoria e multiplicado pelo peso de cada categoria e através da média ponderada se tem o resultado. Na Figura 4.29 temos um comparativo desta melhoria nas categorias, as linhas vermelhas representam a pontuação em relação a avaliação inicial e a linha verde representa a avaliação final quando do termino do estudo de caso.

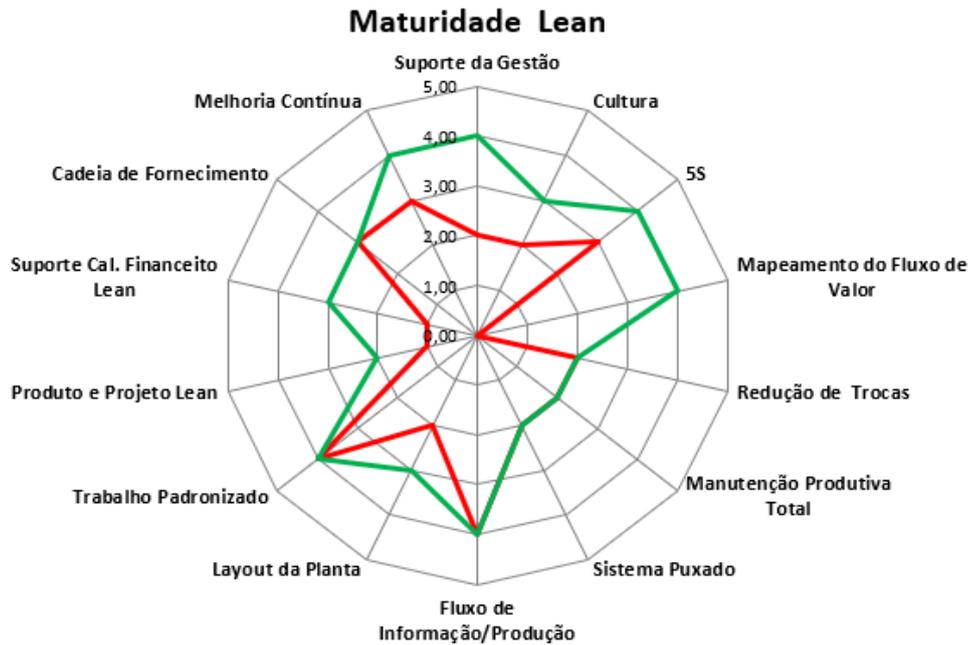


Figura 4.29 - Radar comparativo da evolução *lean* na empresa.

Pode-se verificar tanto no gráfico radar quanto na Tabela 4.4 a evolução das categorias e dentre as quais podemos destacar logo após a tabela.

Tabela 4.4 - Evolução da maturidade *lean*.

<b>Categoria</b>	<b>2019</b>	<b>2021</b>
Suporte da Gestão	2,00	4,00
Cultura	2,00	3,00
5S	3,00	4,00
Mapeamento do Fluxo de Valor	0,00	4,00
Redução de Trocas	2,00	2,00
Manutenção Produtiva Total	2,00	2,00
Sistema Puxado	2,00	2,00
Fluxo de Informação/Produção	4,00	4,00
Layout da Planta	2,00	3,00
Trabalho Padronizado	4,00	4,00
Produto e Projeto Lean	1,00	2,00
Suporte Cal. Financeiro Lean	1,00	3,00
Cadeia de Fornecimento	3,00	3,00
Melhoria Contínua	3,00	4,00

**Suporte da alta gestão** – de 2 para 4, foi criado um time global e local que apoia a empresa nas iniciativas e monitoramento do programa de maneira a assegurar a melhoria contínua e a alta direção local está totalmente envolvida com o programa.

**Cultura** – de 2 para 3 – destacamos este resultado em função da mudança cultural notada na empresa e que está em plena fase de expansão, os funcionários já buscam focar em redução de custos.

**5S** – de 3 para 4 – destacamos o 5S por ter sido totalmente reestruturado e a empresa vem obtendo bons resultados com o mesmo onde é praticado agora em todos os departamentos.

**Mapeamento do fluxo de valor** – de 0 para 4, este foi a maior evolução já alcançada desde o início do diagnóstico e que pode proporcionar a melhoria dos processos através de uma metodologia estruturada para tratativas de aumento ou redução da demanda na empresa, onde pode-se identificar os desperdícios e definir os projetos para realização dos *kaizens*.

**Suporte ao cálculo financeiro** – de 1 para 3 – este ganho foi muito significativo devido a empresa não ter uma metodologia clara anteriormente como calcular os ganhos dos *kaizens*, projetos etc., ou seja, tudo que envolvia o *lean* e, agora depois da avaliação constatou-se uma padronização desta metodologia, inclusive podemos destacar os ganhos que a empresa obteve com a redução do custo de manufatura com o programa, conforme mostra a Figura 4.30.

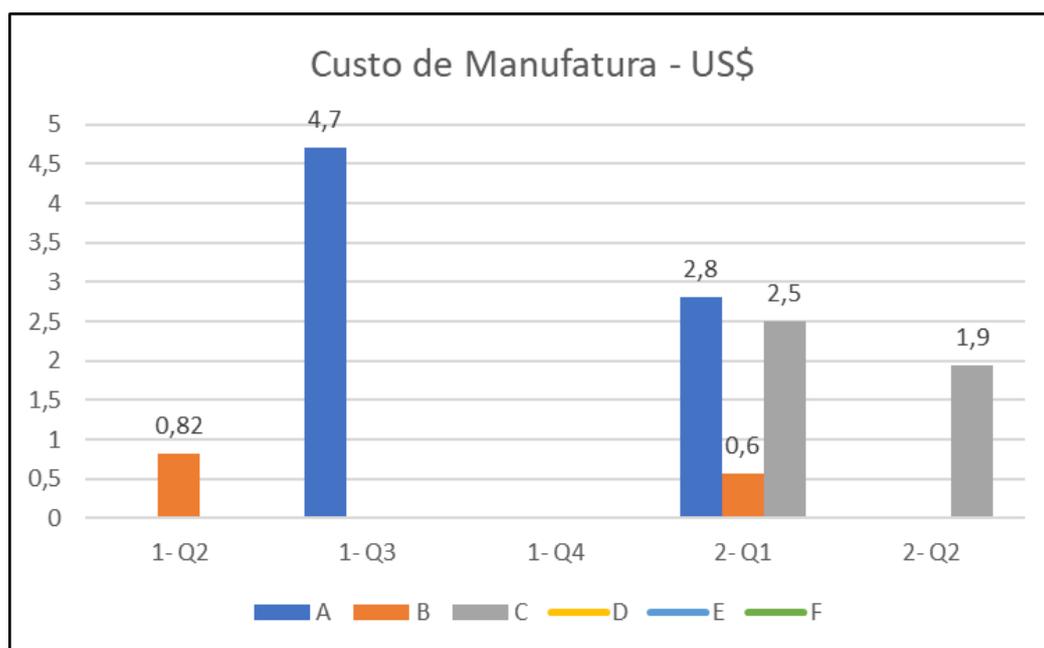


Figura 4.30 - Custo de manufatura.

De acordo com a Figura 4.30 podemos observar redução dos custos de manufatura quando consideramos a redução do custo para cada produto A, B, C, D, E e F em relação ao seu quartil inicial (exemplo: 1-Q2) com o final, cada cor corresponde a um produto. Como resultado isto mostra uma **média final de redução em torno de 29%** em relação ao período inicial de avaliação, conforme apurado na Tabela 4.5 onde, pode-se verificar a redução do custo de cada modelo e seu percentual de melhoria, valores estes apurados pela controladoria da empresa.

Tabela 4.5 - Redução do custo de manufatura.

Evolução da Redução do Custo de Manufatura						
Modelo	1- Q2	1- Q3	1- Q4	2- Q1	2- Q2	Red. MVA
<b>A</b>		4,70		2,81		<b>-42%</b>
<b>B</b>	0,82			0,56		<b>-31%</b>
<b>C</b>				2,50	1,94	<b>-22%</b>
<b>D</b>		1,88			1,30	<b>-30%</b>
<b>E</b>	5,78			3,65		<b>-36%</b>
<b>F</b>			2,40		2,06	<b>-14%</b>
<b>Resultado</b>						<b>-29%</b>

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSÕES E SUGESTÕES

#### 5.1 - CONCLUSÕES

Este estudo de caso buscou a aplicação da metodologia do *Lean Six Sigma* na melhoria da gestão dos processos de uma empresa do setor eletroeletrônico e diante dos resultados demonstrados, concluiu que este objetivo foi atingido e isto se deve a melhoria de vários pontos conforme já apresentado no capítulo 4.

A estratégia adotada de para o estudo de caso se mostrou adequada: identificar a maturidade do *Lean Six Sigma* da empresa através da aplicação do medidor maturidade *lean*, analisar os resultados da maturidade *lean*, definir processos para apoiar a melhoria contínua *lean*, avaliar a gestão visual da empresa pela aplicação da ferramenta MES visando dar agilidade e controle dos processos para tomada de decisão, e apresentar os benefícios alcançados através da implantação do *lean six sigma*.

A metodologia utilizada através do diagnóstico do nível de maturidade *lean* da planta, benchmarking com empresas, treinamento para gestores e operadores, aplicação das ferramentas *lean* e o levantamento dos resultados obtidos se mostrou adequada para se conseguir chegar aos resultados alcançados.

Ao iniciarmos o estudo de caso na empresa, podemos identificar o quando a aplicação do *Lean Six Sigma* é importante para o desenvolvimento de uma organização e primordialmente para o desenvolvimento da cultura de redução de custos.

Importante salientar que a definição de uma ferramenta para identificar o quanto a empresa está envolvida com o *Lean* é importante de maneira a identificar os gaps que a empresa tem que trabalhar e o primordial neste estudo de caso foi o de verificar o quanto o apoio e a cumplicidade dos gestores da empresa são importantes para obtenção dos resultados, pois sem o acompanhamento não há como atingir os resultados. A continuidade do programa se deve principalmente ao follow-up sistema pela diretoria da empresa a qual deve comprar o programa, do contrário fica fadado ao fracasso com tem acontecido com várias empresas.

O mapeamento contínuo dos processos (MFV) é sempre importante para constantemente definir as oportunidades de melhoria contínua, e a cada alteração que ocorra na demanda o mesmo dever ser utilizado como ferramenta padrão de análise dos

processos. Houve uma evolução significativa na empresa neste processo em função simplesmente do mesmo não existir anteriormente.

Em toda a empresa o 5S deve ser encarado como um programa e deve ser estruturado e comandado por um grupo multifuncional e ser praticado em toda a empresa, através do novo programa aplicado na empresa em análise os resultados foram significativos.

A gestão visual foi um fator preponderante também de melhoria pois pode prover aos operadores e gestores informações em tempo real para a rápida tomada de decisão em eventos que possam vir a acontecer durante o transcorrer do dia de produção.

Outro ponto fundamental a destacar foi o quanto o *Lean* pode reunir as pessoas e tornar o conhecimento padronizado dentro da organização, onde as pessoas podem conversar no mesmo nível entre os conceitos, sendo operadores ou chefes sempre em busca da redução de custos e melhoria contínua na empresa, o programa de ideias lançado na empresa permitiu cada vez mais o envolvimento dos operadores nas tarefas do dia a dia da melhoria contínua.

Como resultado podemos destacar o quanto a empresa tem sido reconhecida mundialmente pelos gestores e servindo de referência para aplicação das diversas ferramentas em outras empresas fornecedoras do grupo.

## 5.2 - SUGESTÕES

Como sugestões de estudo para trabalhos futuros pode-se recomendar:

1. Uso da metodologia aplicada neste estudo para utilização em outras empresas que desejam implementar o *Lean Six Sigma* pois, ficou demonstrado através dos resultados que esta atende aos objetivos definidos.
2. Verificar outras formas de se ter uma maior interação do *MES* com os processos produtivos buscando dar velocidade ao sistema e a tomada de decisão da empresa.
3. Estender o programa *Lean Six Sigma* para cadeia de fornecedores de maneira a buscar a redução de custos integrais na cadeia produtiva com o objetivo de alcançar maior competitividade de produtos.
4. Verificar o uso de outras ferramentas que possam atender as necessidades da cadeia logística.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFRIANSYAH, A.; MOHRUNI, A. S. **Production Planning and Control System with Just in Time and Lean Production: A Review.** Journal of Mechanical Science and Engineering, v. 6, n. 2, p. 019-027, 2019.

AFSAN, N.; AZIZ, Md A.; RASHID, ARM H. **A Concise Literature Review on Comparison between Lean Manufacturing and Six Sigma with Their Separate and Combined Applications to a Few Specific Industrial Sectors.** Dhaka, Bangladesh, December 26-27, 2020.

AL-ARAIDAH, O. et al. **Lead-time reduction utilizing *Lean* tools applied to healthcare: The inpatient pharmacy at a local hospital.** Journal for Healthcare Quality, v. 32, n. 1, p. 59-66, 2010.

ANTUNES, J. et al. **Sistema de Produção: conceitos e práticas para projeto gestão da produção enxuta.** Porto Alegre: Bookman, 2008

BASU, R. **Fit Sigma: A lean approach to building sustainable quality beyond Six Sigma.** John Wiley & Sons, 2011.

BOONSTHONSATIT, K.; JUNGTHAWAN, S. **Lean supply chain management-based value stream mapping in a case of Thailand automotive industry.** In: 2015 4th International Conference on Advanced Logistics and Transport (ICALT). IEEE, 2015. p. 65-69.

BOVO, A. C. G.; JUNIOR, J. Z. **TEORIAS ADMINISTRATIVAS E ECONÔMICAS E O DESENVOLVIMENTO SOCIAL: o sistema Toyota de produção e o desdobramento de custos como fonte de desenvolvimento nas organizações.** *Maiêutica-Ciências Contábeis*, v. 3, n. 1, 2017.

BRYNJOLFSSON, Erik & MCAFEE, **A segunda era das máquinas: trabalho, progresso e prosperidade em uma época de tecnologias brilhantes.** – Rio de Janeiro, RJ: Alta Books, 20

CAUCHICK MIGUEL, P. A. et al. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

CHAKRABORTY, A. **A surcharge pricing policy for supply chain coordination under the just-in-time (JIT) environment in the presence of backordering.** OPSEARCH, p. 1-28, 2021.

CHEN, J. C., Li, Y. and SHADY, B. D. (2010), “**From value stream mapping toward a *Lean/Sigma* continuous improvement process: an industrial case study**”, International Journal of Production Research, Vol. 48 No. 4, pp. 1069-1086.

CHIARINI, A. **From total quality control to lean six sigma: evolution of the most important management systems for the excellence.** 2012.

COUTINHO & AQUINO. **Os 5s Como Diferencial Competitivo Para o Sistema de Gestão da Qualidade: Estudo de Caso de Uma Empresa de Aços Longos.** 2015

DENNIS, P. **Lean Production simplified: A plain-language guide to the world's most powerful production system.** Crc press, 2017.

DEUSE, J. et al. **Systematic combination of Lean Management with digitalization to improve production systems on the example of Jidoka 4.0.** International Journal of Engineering Business Management, v. 12, p. 1847979020951351, 2020.

ERLACH, K, **Value Stream Design. The Way towards a *Lean* Factory,** Springer, Berlin, 2013.

FERRO, J. R. **A essência da ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor – *Lean Institute Brasil*, 2005.** Disponível em: < <http://www.Lean.org.br/artigos/61/a-essencia-da-ferramenta-mapeamento-do-fluxo-de-valor.aspx>>. Acesso em: 26 de junho de 2021, 14h45min.

FERRO, J. R. **Gestão visual para apoiar o trabalho padrão das lideranças.** Blog *Lean Sigma*, 2010. Disponível em: <<http://blogLeansigma.blogspot.com/2010/12/gestao-visual-para-apoiaro-trabalho.html>>. Acesso em: 26 de junho de 2021, 10h14min.

GAMA, K. T.; CAVENAGUI, V., "**Measuring performance and *Lean* Production: a review of literature and a proposal for a performance measurement system.**" Anais... Production and Operation Management Society (POMS) 20th Annual Conference, mai 2009.

GARVIN, D. A. **Building a learning organization.** *Havard Business Rreview*, v. 71, n. 4, p. 78-91, 1993.

HAEFNER, B. et al. **Quality value stream mapping**. Procedia Cirp, v. 17, p. 254-259, 2014.

HINES, P.; RICH, N.; ESAIN, A. **Value stream mapping: a distribution industry application**. Benchmarking: An International Journal, 1999.

HINES, P. and RICH, N. (1997), “**The seven value stream mapping tools**”, International Journal of Operations and Production Management, Vol. 17 No. 1, pp. 46-64  
HAEFNER, Benjamin et al. **Quality value stream mapping**. Procedia Cirp, v. 17, p. 254-259, 2014.

IMAI, M. **Gemba Kaizen: uma abordagem de bom senso à estratégia de melhoria contínua**. 2ª ed. - Porto Alegre: Bookman, 2014.

JAVADIAN KOOTANAEE, A.; BABU, K. N.; TALARI, H. **Just-in-time manufacturing system: From introduction to implement**. Available at SSRN 2253243, 2013.

KOLBERG, D.; ZÜHLKE, D. **Lean automation enabled by industry 4.0 technologies**. IFAC-PapersOnLine, v. 48, n. 3, p. 1870-1875, 2015.

KUBIAK, T. M.; BENBOW, D. W. **The certified six sigma black belt handbook**. Quality Press, 2016.

KYRÖ, P. **Revising the concept and forms of benchmarking**. Benchmarking: An International Journal, 2003.

LAI-MIT, “**Lean Enterprise Self-Assessment Tool - Facilitator's Guide**”. s.l.: Massachusetts Institute of Technology, 2001

LAVHALE, Mr R. G. **Implementation of Lean Manufacturing for Sustainable Development of the Industry**, 2020.

MALEYEFF, J. **Exploration of internal service systems using Lean principles**. management decision, 2006.

MARIZ, R. N.; PICCHI, F. A. **Method for the application of standardized work in construction**. Ambiente Construído, v. 13, n. 3, p. 7-27, 2013.

MEIER H. S.; FORRESTER P. **A model for evaluating the degree of *Leanness* of manufacturing firms.** Integrated Manufacturing System, v. 13, n. 2, p. 104-110, 2002

MILLER, J., W.; M.; VILLAFUERTE, J. (2014). **Creating a kaizen culture: Align the organization, achieve breakthrough results, and sustain the gains.** USA: McGraw-Hill Education

MIRČETIĆ, D. et al. **Modified top down approach for hierarchical forecasting in a beverage supply chain.** Transportation research procedia, v. 22, p. 193-202, 2017.

MRUGALSKA, B.; WYRWICKA, M. K. Towards lean production in industry 4.0. **Procedia engineering**, v. 182, p. 466-473, 2017.

NEVES, J. M. de S. **Contribuições da implantação da tecnologia da informação MES – Manufacturing Execution System - para a melhoria das dimensões competitivas da manufatura: estudo de caso Novellis Brasil Ltda.** Guaratingueta, 2011

NAUFAL, A. A. et al. **Implementation of Continuous Flow System in manufacturing operation.** In: Applied Mechanics and Materials. Trans Tech Publications Ltda, 2013. p. 9-14.

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

SANTOS, R. V. **Desenvolvimento de um mecanismo para medir impacto da aplicação do seis sigma na maturidade do processo de fabricação.** Dissertação de mestrado Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UFTPR, Paraná, 2011

RAMOS, A. R. et al. **Benchmarking da produção mais limpa para a análise de empresas de manufatura.** 2013.

RAHANI, A. R.; AL-ASHRAF, M. Production flow analysis through value stream mapping: a lean manufacturing process case study. **Procedia Engineering**, v. 41, p. 1727-1734, 2012.

# APÊNDICE A

## TREINAMENTO REALIZADO PARA GESTORES

### Lean Manufacturing Trabalho Padronizado



Letícia Elio  
Jan 2020

### Trabalho padronizado no chão de fábrica

- Quando olhamos para o chão de fábrica, nos deparamos com a seguinte pergunta:
  - O que é o trabalho padronizado?
  - O estabelecimento de procedimentos precisos para o trabalho de cada um dos operadores/máquinas em um processo de produção, baseado nos três seguintes elementos:
    - Tempo takt.
    - Sequência de trabalho – qual a melhor maneira de fazer o processo?
    - Estoque em processo (WIP) – quanto estoque deve haver?
 Esses itens fornecem uma base através da qual podemos avaliar determinado processo.



Fit One

### Trabalho Padronizado

**Trabalho Padronizado:**  
O trabalho padronizado é uma especificação para uma unidade realizar um trabalho (operação = Homem/Mulher/Máquina e Material).

O trabalho padronizado define:

- ✓ Como uma operação deve ser executada (método).
- ✓ Quanto tempo esta operação deve levar (tempo).



Fit One

### Por que trabalho padronizado?

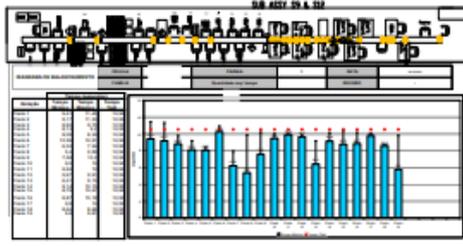
O trabalho padronizado apresenta muitos benefícios:

- 1. Estabilidade de processos:**  
A estabilidade significa possibilidade de reação. Devemos alcançar nossas metas de produtividade, qualidade, custo, lead time, segurança e metas ambientais sempre.
- 2. Pontos de início e parada claros para cada processo:**  
Isso, aliado ao conhecimento de nosso takt, ou seja, nosso ritmo de produção racionalizado com nossa taxa de vendas e tempos de ciclo, nos permite ver nossa condição de produção com facilidade. Estamos atrasados ou adiantados? Há algum problema?
- 3. Aprendizagem organizacional:**  
O trabalho padronizado mantém o know-how e a experiência. Se um funcionário experiente sai, não perdemos seu conhecimento.
- 4. A solução de auditorias e de problemas:**  
O trabalho padronizado nos permite avaliar nossa situação atual e identificar problemas. Pontos de verificação e etapas vitais do processo ficam fáceis de rastrear. Podemos fazer perguntas importantes: Os membros de equipe estão conseguindo fazer o trabalho com tranquilidade ou estão se atrasando? Se estiverem se atrasando, em que medida e em que elementos do trabalho? Como podemos melhorar esses elementos? (DENNIS, 04/2011)

Fit One

### YAMAZUMI – Termo japonês para pilha ou monta

Ferramenta chave para criar fluxo



Fit One

### Engineered Standard = Padrão de Engenharia

O padrão de engenharia é a forma mais adequada e precisa para se definir o tempo de ciclo/takt por se tratar de:

- Ser um método sistematicamente analisado e documentado.
- O tempo necessário para se executar uma operação é medido ao invés de ser estimado.
- O padrão de engenharia está baseado nas seguintes suposições quando da definição dos tempos cronometrados:
  - Média do Operador Treinado:
    - Operador com habilidade e esforço médio, ou seja, não é um super e nem abaixo da performance de treinamento.



Fit One

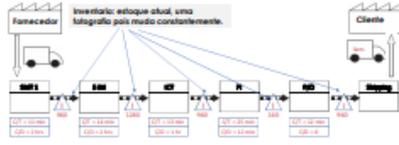
### Lean Manufacturing Mapeamento do Fluxo de Valor – MFV (Value Stream Mapping – VSM)



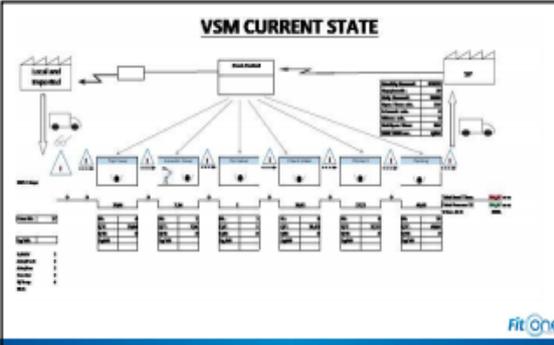
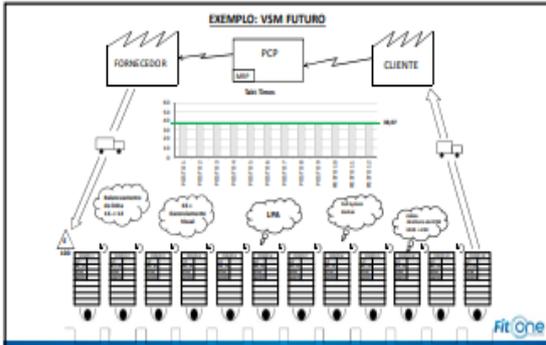
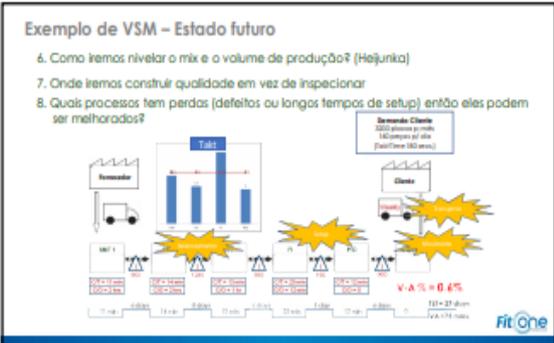
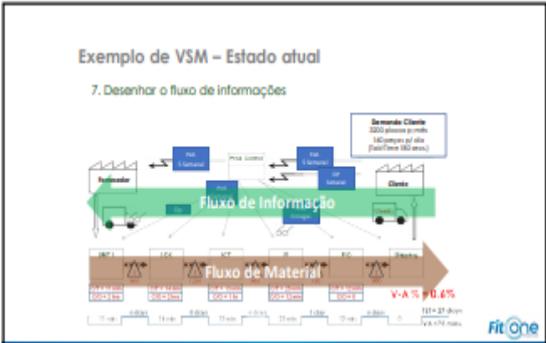
Letícia Elio  
Jan 2020

### Exemplo de VSM – Estado Atual

5. Desenhar as informações de inventário



Fit One



## APÊNDICE B

### TREINAMENTO REALIZADO PARA OPERADORES

<h1>Lean Manufacturing</h1> <h2>Manufatura Enxuta</h2>  <p>Leônidas Ribeiro Jun 2020</p>	<h3>O Nascimento da Produção Enxuta</h3> <p><b>- Produção Artesanal - características:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uma força de trabalho composta de negociantes semi-independentes com habilidade em desenho, máquinas e montagem.</li> <li>• Organizações descentralizadas. Pequenas oficinas de máquinas forneciam a maioria das peças. O dono/empresário coordenava o processo e contatava diretamente com fornecedores, trabalhadores e clientes.</li> <li>• Máquinas de uso geral. Estas eram usadas para cortar, perfurar e polir as partes.</li> </ul> <p><b>-Volume de produção baixa e altos preços.</b></p> 
<ul style="list-style-type: none"> <li>• A produção artesanal de automóveis continua a existir em pequenos nichos, geralmente para produtos de luxo. Por exemplo, empresas como a Lamborghini, a Ferrari e a Aston Martin continuam a produzir pequenos volumes e caros para compradores em busca de prestígio e a oportunidade de lidar diretamente com a fábrica.</li> </ul> 	<p><b>Produção Artesanal - desvantagens:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Somente os ricos podiam comprar o produto, principalmente veículos.</li> <li>• A qualidade era imprevisível – cada produto era, essencialmente, um protótipo.</li> <li>• Ações de melhoria não eram amplamente compartilhadas.</li> <li>• Na verdade, algumas organizações profissionais viam a melhoria como uma ameaça.</li> </ul> <p><b>Fred Winslow Taylor e Henry Ford através das suas pesquisas e projetos buscaram mudar esta realidade através da criação da Produção em Massa.</b></p>
<h2>O Sistema de Manufatura Enxuta</h2> <h3>TPS</h3>	<h3>O Sistema de Manufatura Enxuta (Lean)</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gurus do Lean</li> <li>- Taiichi Ohno foi o criador do sistema Lean - TPS e ampliado por vários outros gurus que ajudaram a criar diversas ferramentas como:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hiroyuki Hirano – o sistema 5S</li> <li>• Seichi Nakajima – Manutenção Produtiva Total (Total Productive Maintenance – TPM)</li> <li>• Kenichi Sekine – fluxo contínuo</li> <li>• Shigeo Shingo – jidoka e troca de ferramenta em um digito (Single Minute Exchange of Die – SMED)</li> </ul> </li> <li>- No entanto, o sistema lean tem se mostrado difícil de entender como um todo.</li> </ul> <p><b>Então como trabalhar para a implementação do mesmo?</b></p>
<p>O que é o TPS?</p> <p><b>TPS é a busca do "Norte Verdadeiro"</b></p> <p><b>N</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 100% de trabalho com valor agregado</li> <li>• 0 Defeitos</li> <li>• 1 X 1 produção - em sequência</li> <li>• 100% de entrega no prazo</li> </ul> <p><b>Filosofia TPS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ciente em primeiro lugar</b></li> <li>• <b>Respeito pelas Pessoas</b></li> <li>• <b>Kaizen</b></li> <li>• <b>Gemba (chão de fábrica) com foco</b></li> </ul> <p><b>Zero Waste / Zero Desperdício</b></p>	<p><b>1. Cliente em primeiro lugar</b></p> <p>A satisfação do cliente é a prioridade número 1. Dê a eles...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt;O que eles querem.</li> <li>&gt;Quando eles querem.</li> <li>&gt;Na sequência que eles querem.</li> <li>&gt;Pelo preço que eles estão dispostos a pagar.</li> </ul> <p>Assim sendo...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt;Nenhum defeito deve passar para o cliente.</li> <li>&gt;O cliente define o ritmo de produção.</li> <li>&gt;O preço é determinado pelo cliente.</li> <li>Todo mundo tem um cliente (s).</li> </ul> 

# Aprendendo a Enxergar



## Aprendendo a Enxergar

- MUDA = DESPERDÍCIO
- Muda é uma palavra em japonês que você precisa conhecer. Seu significado está exatamente ligado ao som que tem: pesado e desagradável, gruda na boca. Muda significa desperdício, ou qualquer atividade que o cliente não está disposto a pagar.

**"MUDA – É TODA ATIVIDADE QUE NÃO AGREGA VALOR PARA O CLIENTE"**

**- E COMO POSSO ENXERGAR ESTAS MUDAS, QUAIS SÃO ELAS, OU MELHOR QUAIS SÃO OS DESPERDÍCIOS?**



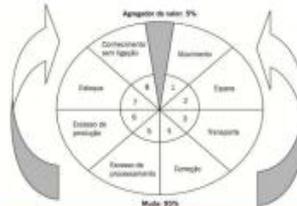
## Aprendendo a Enxergar

- O movimento humano pode ser dividido em três categorias (vide figura)
  - **Trabalho de fato:** qualquer movimento que acrescente valor ao produto.
  - **Trabalho auxiliar:** movimentos que dão apoio ao trabalho de fato – geralmente ocorre antes ou depois do trabalho de fato (p.ex: escolher uma peça da caixa do fornecedor, ou inserir a peça na máquina).
  - **Muda:** movimento que não cria qualquer valor.
- Vamos tomar como exemplo uma operação de solda por pontos:
- ✓ O trabalho de fato consiste naqueles poucos momentos de solda por pontos.
  - O trabalho auxiliar pode consistir em montar e remover a peça para o trabalho.
  - ☐ Muda pode consistir em:
    - Caminhar desnecessário, ou ter que se esticar para montar a peça;
    - fazer mais soldas por pontos do que o necessário; produzir mais peças do que o cliente precisa



## Aprendendo a Enxergar

Quais são os desperdícios?



## Criando Estabilidade

# Gestão Visual



## Gestão Visual

### Por que a Gestão Visual?



## Gestão Visual

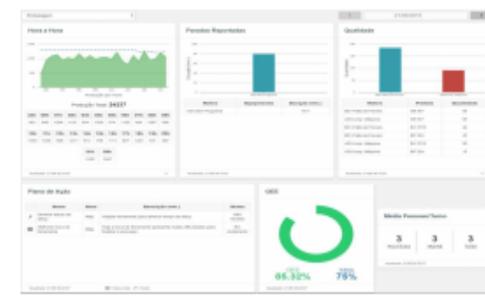
### Gerenciamento Visual

Entender a situação atual através de símbolos = 1 segundo

- Símbolos
- Coréis



## Gestão Visual



## Criando Estabilidade

# O Sistema 5S



## O Sistema 5S

O 5S é um sistema aparentemente simples que consiste do seguinte:

**Senso de Utilização - Separar - Seiri**

**Senso de Organização - Classificar - Seiton**

**Senso de Limpeza e Inspeção - Seiso**

**Senso de Padronização/Saúde - Seiketsu**

**Senso de Disciplina - Manter - Shitsuke**

5S é um local de trabalho limpo, bem organizado, que fala com você – isso é a base de melhoria.



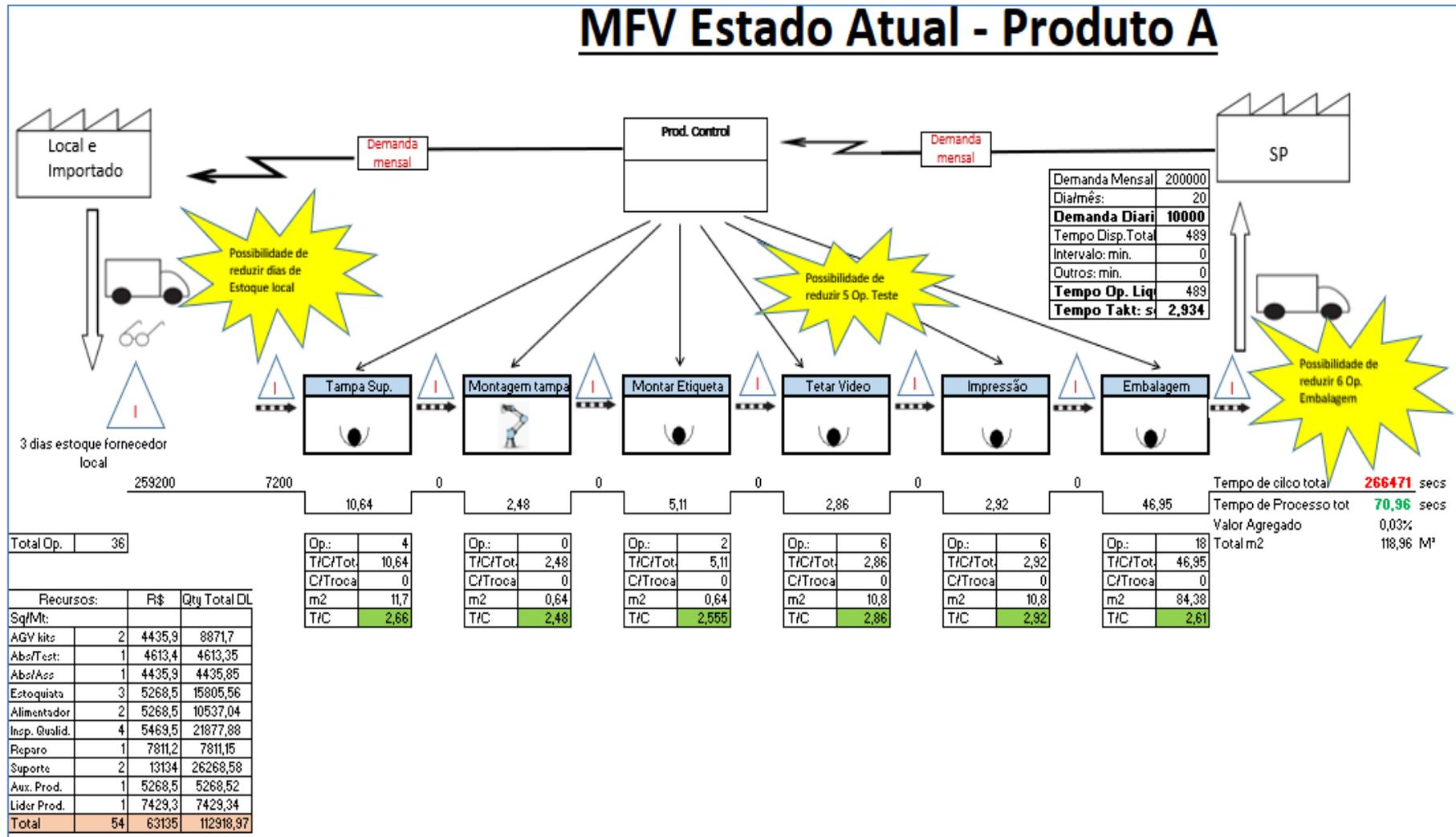
## APÊNDICE C

### EMENDA DO TREINAMENTO DE LEAN

Módulos	Tópicos	Carga horária (horas)	TIPO (PROPOSTA)
1. Visão geral do Lean Manufacturing	a. Origem do Lean Manufacturing;	8	6h EAD 2h PRES./ATIVIDADE
	b. Toyota Way: 4P, Princípios, TPS House, Just in Time;		
	c. Os cinco princípios, benefícios, objetivos do Lean;		
	d. Valor versus Desperdício;		
	e. Os 07 + 01 desperdícios (Muda, Mura e Muri);		
	f. Fluxos: Processo Empurrado versus Puxado;		
	g. Quatro pontos de Estabilidade Lean;		
2. Ferramentas do Lean Manufacturing e suas aplicações	a. TAKT (Cadência de produção): Conceito, aplicação e exercícios;	8	6h EAD 2h PRES./ATIVIDADE
	b. 5S: Conceito e aplicação;		
	c. Trabalho padronizado: Conceito e aplicação;		
	d. TPM (Manutenção produtiva total): Conceito e aplicação;		
	e. OEE (Eficácia de processos): Conceito, aplicação e exercícios;		
	f. Gestão visual: Conceito, aplicação e exemplos;		
	g. Kanban: Conceito, importância e desafios na utilização;		
	h. Poka-Yoke (Sistema a prova de falhas): Conceito, importância e desafios na utilização;		
	i. Jidoka (Automação): Conceito, importância e utilização;		
	j. Setup Reduction Time: Conceito, importância, exemplos e desafios na utilização;		
	k. Kaizen: Conceito e aplicação;		
3. VSM (Mapa de fluxo de valor)	a. Definindo o foco (família de produtos ABC);	10	4h EAD 6h PRES./ATIVIDADE
	b. Construindo o Mapa de fluxo de valor do estado atual;		
	c. Gemba: Quais dados coletar para o VSM para os itens "A";		
	d. Interpretando os dados e o estado atual, identificar restrições de capacidade, gargalos e desperdícios;		
	e. Entendendo a função dos campos "processo" e "caixa de dados" em um mapa de fluxo de valor;		
	f. Aprenda os princípios fatores para considerar e as principais perguntas para desenvolver um mapa de estado futuro a partir do estado atual;		
	g. Exercício em equipe para desenvolver um mapa de estado atual/futuro;		
4. Relatório A3	a. A3: Conceito e importância;	8	4h EAD 4h PRES./ATIVIDADE
	b. Relação PDCA x A3		
	c. Background ou considerações iniciais;		
	d. Situação ou estado atual;		
	e. Objetivo;		
	f. Análise;		
	g. Proposta de melhoria;		
	h. Plano de ação;		
	i. Acompanhamento e indicadores.		
	j. A3: Exercício;		
5. Métodos analíticos	a. MASP – Método de análise e solução de problemas;	10	5h EAD 5h PRES./ATIVIDADE
	b. SW2H – Uso da tabela;		
	c. NAZE-NAZE (5 whys);		
	d. BRAINSTORM;		
	e. SIPOC;		
	f. Diagrama de CAUSA e EFEITO;		
	g. Matriz ESFORÇO x IMPACTO		
	h. 7 FERRAMENTAS DA QUALIDADE:		
	1. Fluxograma;		
	2. Cartas de controle;		
	3. Diagrama de ISHIKAWA;		
4. Folha de verificação;			
5. Histograma;			
6. Diagrama de Dispersão;			
7. Diagrama de Pareto;			
6. Fundamentos da Indústria 4.0.	a. Revolução industrial e seus marcos tecnológicos;	8	7h EAD 1h PRES./ATIVIDADE
	b. Indústria 4.0 e impactos na gestão Lean;		
	c. Os pilares da indústria 4.0		
	d. Elementos Bases: IoT, CPS e IoS		
	e. Elementos Estruturantes: Automação, comunicação máquina a máquina, inteligência artificial, big data, computação na nuvem, integração de sistemas e segurança cibernética.		
	f. Elementos Complementares: RFID, QR Code, realidade aumentada, realidade virtual e manufatura aditiva.		
7. Método DMAIC e aplicações	a. Introdução ao método DMAIC.	8	3h EAD 5h PRES./ATIVIDADE
	b. Measure;		
	c. Analyze;		
	d. Improve;		
	e. Control;		
	f. Aplicação do método DMAIC em projeto.		

## APÊNDICE D

### MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR DO PRODUTO A



## ANEXO I

### TABELA DE AVALIAÇÃO DA MATURIDADE *LEAN*

Foi utilizado na empresa uma tabela com a definição das categorias a serem avaliadas e o processo seria ler cada conteúdo e avançar até aquele que mais se adequa a situação da empresa. Vide exemplo abaixo de duas categorias.

Peso	Pontuação	1. Suporte da Gestão
8%	0	Gestão não tem conhecimento dos conceitos LEAN e também não tem um plano estratégico para implementar. Sem treinamento para a maioria dos gestores.
	1	Gestão está ciente dos conceitos LEAN mas não os implementam em suas operações. Sem evidência da Filosofia Lean entre os empregados ou gestores de processo.
	2	Gestão compreende completamente os conceitos LEAN e tomou a decisão de implementá-los, mas não desenvolveu uma visão ou plano formal para implementação. Gerência dá permissão mas não dá o apoio devido.
	3	Plano formal no local para implementar o LEAN. Implementação do time no local e iniciar o trabalho em áreas específicas. Algumas métricas existem. Gestão mostra evidências em uma palestra de orientação e apoio.
	4	Gestão promove um ambiente LEAN. As equipes de implementação são envolvidas em toda a empresa. Existe uma pessoa que foi atribuída a responsabilidade de supervisionar o programa LEAN. Métricas desenvolvidas, visíveis e incluindo as finanças.
	5	LEAN tornou-se o modo de fazer negócios. Gerenciamento apoia fortemente o LEAN & Melhoria Contínua visivelmente. Existe um esforço grande em todos os aspectos do negócio para atingir a excelência, incentivados pelo sistema de recompensa e reconhecimento.

Peso	Pontuação	2. Cultura
8%	0	Não há uma cultura LEAN focada na melhoria contínua. Os funcionários não são vistos como solucionadores de problemas e sim como problemas. Sem alinhamento da gerência e um apoio nas atividades de melhoria contínua. Os funcionários estão hesitantes para dar sugestões, manifestar e solucionar os problemas.
	1	Básica sensibilização da cultura LEAN existente, mas não há planos de melhoria. Apoio do LEAN, mas há um esforço para que haja tempo e recursos para melhoria contínua.
	2	Conhecimento da cultura LEAN está evidente e planos específicos de melhoria estão no local. Os gestores e funcionários compreendem a postura de não culpar o ambiente de trabalho. Evidências da limitação de envolvimento dos funcionários é perceptível. Tempo e recursos limitados são disponibilizados para as atividades de melhoria contínua.
	3	Os gestores compreendem a cultura LEAN e os funcionários estão se transformando através de comunicação e reuniões diárias. Gerentes entendem e apoiam integralmente uma Cultura LEAN. Modelos de gestão e funcionários estão começando a difundir a cultura LEAN. Funcionários estão começando a falar nas reuniões diárias e além disso a solucionar problemas básicos.
	4	Todos funcionários entendem e absorveram a transformação da cultura LEAN na qual pode ser vista e sentida através da interação dos próprios funcionários. Líderes estão emergindo e funcionários estão migrando para as ferramentas do LEAN para solucionar os problemas. Os funcionários compreendem seus SIPOC's, sugestões são dadas e o pensamento LEAN está em evidência.
	5	Melhoria contínua faz parte da cultura. Um forte senso de domínio do processo está evidentemente claro. Funcionários estão confiantes e completamente ancorados pela gestão para expor suas idéias, solucionar os problemas e melhorar continuamente no local de trabalho. Problemas estão sendo vistos como oportunidades de melhoria. O Sistema de Qualidade está sendo continuamente construído dentro do processo.